

IPPC
**(PREVENZIONE E RIDUZIONE INTEGRATE
DELL'INQUINAMENTO)**

DECRETO LEGISLATIVO 372/99 (art. 3, comma 2)

**ELEMENTI PER L'EMANAZIONE DELLE LINEE GUIDA PER
L'IDENTIFICAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE
DISPONIBILI**

Categoria IPPC 2.5 : Impianti

- a) destinati a ricavare metalli grezzi non ferrosi da minerali, nonché concentrati o materie prime secondarie attraverso procedimenti metallurgici, chimici o elettrolitici*
- b) di fusione e lega di metalli non ferrosi, compresi i prodotti di recupero (affinazione, formatura in fonderia), con una capacità di fusione superiore a 4 tonnellate al giorno per il piombo ed il cadmio o a 20 tonnellate al giorno per tutti gli altri metalli.*

INDICE DEL DOCUMENTO

PREMESSA	8
IDENTIFICAZIONE DELLA NORMATIVA AMBIENTALE RILEVANTE DI SETTORE	11
INQUINAMENTO ATMOSFERICO E CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI INQUINANTI	11
INQUINAMENTO IDRICO	15
APPROVVIGIONAMENTO DI ACQUA AL DI FUORI DEI PUBBLICI SERVIZI	15
VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE (V.I.A.)	16
PREVENZIONE E RIDUZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO (IPPC)	18
INQUINAMENTO ACUSTICO E CONTROLLO DELLE EMISSIONI SONORE DA IMPIANTI A CICLO CONTINUO	19
RIFIUTI	21
SOSTANZE PERICOLOSE: NORME GENERALI	26
SOSTANZE PERICOLOSE: AMIANTO	28
SOSTANZE PERICOLOSE: PCB	29
USO DI COMBUSTIBILI	31
DANNO AMBIENTALE E RISCHI DI INCIDENTI RILEVANTI	32
RICOGNIZIONE DELLA SITUAZIONE DEL SETTORE	34
CONGIUNTURE INTERNAZIONALI E NAZIONALI	35
<i>Alluminio</i>	35
<i>Rame</i>	36
<i>Zinco</i>	37
<i>Piombo</i>	38
<i>Metalli preziosi</i>	39
LA DISTRIBUZIONE TERRITORIALE	40
DESCRIZIONE DELLE ANALISI ELABORATE IN AMBITO COMUNITARIO PER LA INDIVIDUAZIONE DELLE BAT, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO, OVE DISPONIBILI, ALLE CONCLUSIONI DEI BREF	43
I PRINCIPALI ASPETTI AMBIENTALI	44
PROCESSI COMUNI	46
DESCRIZIONE DEI PROCESSI COMUNI PER I QUALI SONO ANALIZZATE LE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI ANCHE CON RIFERIMENTO ALLE ANALISI COMUNITARIE DESCRITTE NEL BREF	46
<i>Ricezione, movimentazione e stoccaggio dei materiali grezzi e dei residui</i>	46
<i>Pretrattamento e trasferimento dei materiali grezzi</i>	48
<i>Minimizzazione e cattura di gas e fumi</i>	50
DEFINIZIONE (SULLA BASE DELL'APPROFONDIMENTO E DELL'ESTENSIONE DELLE ANALISI SVOLTE IN SEDE COMUNITARIA), DELLA LISTA DELLE MIGLIORI TECNICHE PER LA PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO PER I PROCESSI COMUNI	51
<i>Ricezione, movimentazione e stoccaggio dei materiali grezzi e dei residui</i>	51
<i>Pretrattamento e trasferimento dei materiali grezzi</i>	52
<i>Tecniche di gestione</i>	53
<i>Tecniche di controllo del processo</i>	54

<i>Usa dell'ossigeno nei sistemi di combustione</i>	55
<i>Minimizzazione e cattura di gas e fumi</i>	56
<i>Sistemi di abbattimento</i>	56
<i>Rimozione e recupero dello zolfo</i>	60
<i>Rimozione di carbonio totale e COV</i>	61
<i>Prevenzione della formazione e rimozione delle diossine</i>	61
<i>Cattura e rimozione di altre impurità</i>	62
<i>Trattamento degli effluenti e riutilizzo dell'acqua</i>	63
<i>Minimizzazione e recupero dei residui di produzione</i>	70
<i>Recupero energetico</i>	73
<i>Rumore e vibrazioni</i>	74
<i>Odore</i>	76
<i>Attività di smantellamento</i>	76
PRODUZIONE DI PIOMBO, ZINCO, CADMIO, MERCURIO	78
DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI PRODUZIONE, DEGLI EVENTUALI SOTTOPROCESSI E DEGLI IMPIANTI PER I QUALI SONO ANALIZZATE LE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI ANCHE CON RIFERIMENTO ALLE ANALISI COMUNITARIE DESCRITTE NEL BREF	78
CICLO IMPERIAL SMELTING	81
<i>Impianto di Agglomerazione (Schema di flusso 2a)</i>	81
<i>Impianto Purga Cadmio (Schema di flusso 2b)</i>	83
<i>Impianto Imperial Smelting (Schema di flusso 2c)</i>	85
<i>Impianto Raffinazione Termica Zinco (Schema di flusso 2d)</i>	87
<i>Impianto Waelz (Schema di flusso 2e)</i>	89
CICLO ZINCO ELETTROLITICO	91
<i>Impianto Arrostitimento Minerali (Schema di flusso 2f)</i>	91
<i>Impianto Acido Solforico (Flusso 2f)</i>	91
<i>Impianto Recupero Mercurio (allegato 2f)</i>	91
<i>Impianto Arrostitimento Minerali; Impianto Recupero Mercurio; Impianto Acido Solforico Nuovo Polo . (Schema di flusso 2f)</i>	93
<i>Impianto Lisciviazione (Schema di flusso 2g)</i>	94
<i>Impianto Elettrolisi Zinco (Schema di flusso 2h)</i>	96
<i>Impianto Fusione Catodi (Schema di flusso 2i)</i>	98
<i>Impianto polveri di Zn (Schema di flusso 2l)</i>	100
<i>Impianto Produzione Anodi (Schema di flusso 2m)</i>	102
CICLO PRODUZIONE PIOMBO (SCHEMA DI FLUSSO 2N)	104
ANALISI DEGLI IMPATTI AMBIENTALI	106
<i>Captazione ed abbattimento delle emissioni atmosferiche</i>	106
SO ₂	108
<i>Polveri e metalli pesanti</i>	108
COV e diossine	108
Emissioni diffuse.....	108
Effluenti liquidi.....	109
Effluenti da depurazione ad umido di aeriformi di processo	109
Effluenti dai processi metallurgici	109
Effluenti da granulazione scorie.....	110
Acqua di raffreddamento.....	110
Acque meteoriche e di dilavamento.....	110

DEFINIZIONE (SULLA BASE DELL'APPROFONDIMENTO E DELL'ESTENSIONE DELLE ANALISI SVOLTE IN SEDE COMUNITARIA), DELLA LISTA DELLE MIGLIORI TECNICHE PER LA PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO DELLO SPECIFICO SETTORE IN	
ITALIA.....	111
<i>Selezione dei processi</i>	111
<i>Stoccaggio, movimentazione delle materie prime</i>	112
<i>Selezione dei processi</i>	113
<i>Captazione ed abbattimento delle emissioni di processo</i>	113
<i>Effluenti liquidi</i>	115
<i>Residui di processo</i>	117
MONITORAGGIO	120
PRODUZIONE DI PIOMBO SECONDARIO.....	124
DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI PRODUZIONE, DEGLI EVENTUALI SOTTOPROCESSI E DEGLI IMPIANTI PER I QUALI SONO ANALIZZATE LE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI ANCHE CON RIFERIMENTO ALLE ANALISI COMUNITARIE DESCRITTE NEL BREF	
<i>Selezione, macinazione e separazione dei componenti</i>	125
<i>Fusione e riduzione dei componenti metalliferi</i>	126
<i>Raffinazione e lingottatura</i>	126
<i>Il bilancio ambientale degli impianti di riciclaggio</i>	127
<i>Consumi energetici</i>	129
<i>Emissioni atmosferiche</i>	129
<i>Bilancio idrico</i>	130
<i>Rifiuti e coprodotti</i>	133
<i>Ambiente, salute e sicurezza negli impianti</i>	136
DEFINIZIONE (SULLA BASE DELL'APPROFONDIMENTO E DELL'ESTENSIONE DELLE ANALISI SVOLTE IN SEDE COMUNITARIA), DELLA LISTA DELLE MIGLIORI TECNICHE PER LA PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO DELLO SPECIFICO SETTORE IN	
ITALIA	137
<i>Ricevimento, stoccaggio, movimentazioni delle materie prime</i>	137
<i>Recupero del piombo dai rottami di batterie e rifiuti piombosi</i>	139
<i>Raffinazione e lingottatura</i>	140
<i>Recupero dei gas e abbattimento delle polveri</i>	140
<i>Emissioni in aria</i>	141
<i>Trattamento acque</i>	142
MONITORAGGIO	143
PRODUZIONE DI ALLUMINA	147
DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI PRODUZIONE, DEGLI EVENTUALI SOTTOPROCESSI E DEGLI IMPIANTI PER I QUALI SONO ANALIZZATE LE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI ANCHE CON RIFERIMENTO ALLE ANALISI COMUNITARIE DESCRITTE NEL BREF	
<i>Il processo Bayer</i>	147
<i>Le materie prime – fonti di approvvigionamento</i>	148
<i>Le unità dell'impianto di produzione Allumina</i>	149
<i>I consumi di materie prime e utilities</i>	153
<i>Il consumo di energia termica</i>	154
<i>Le emissioni dall'impianto (aria, acqua, suolo, rumore)</i>	154

DEFINIZIONE (SULLA BASE DELL'APPROFONDIMENTO E DELL'ESTENSIONE DELLE ANALISI SVOLTE IN SEDE COMUNITARIA), DELLA LISTA DELLE MIGLIORI TECNICHE PER LA PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO DELLO SPECIFICO SETTORE IN	
ITALIA	156
<i>Tecniche BAT per le operazioni di processo</i>	156
<i>Tecniche BAT per le emissioni all'aria</i>	156
<i>Tecniche BAT per le platee impianto e rumore</i>	157
<i>Produzione dei rifiuti a partire dalla Bauxite - Caratterizzazione</i>	158
MONITORAGGIO	161
PROCESSI PER LA PRODUZIONE DI ALLUMINIO PRIMARIO	163
<i>Aspetti ambientali</i>	163
DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI PRODUZIONE, DEGLI EVENTUALI SOTTOPROCESSI E DEGLI IMPIANTI PER I QUALI SONO ANALIZZATE LE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI ANCHE CON RIFERIMENTO ALLE ANALISI COMUNITARIE DESCRITTE NEL BREF	
<i>Produzione di Alluminio con Processo Elettrolitico</i>	164
<i>Livelli di consumo e di emissione</i>	171
<i>Emissioni in atmosfera: sala di elettrolisi</i>	172
<i>Emissioni in atmosfera: produzione anodi</i>	176
<i>Emissioni negli effluenti liquidi</i>	179
<i>Produzioni di rifiuti solidi</i>	180
DEFINIZIONE (SULLA BASE DELL'APPROFONDIMENTO E DELL'ESTENSIONE DELLE ANALISI SVOLTE IN SEDE COMUNITARIA), DELLA LISTA DELLE MIGLIORI TECNICHE PER LA PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO DELLO SPECIFICO SETTORE IN	
ITALIA	182
<i>Modalità di Stoccaggio, movimentazione e pre-trattamento delle materie prime</i>	182
<i>Fonderie associate alla produzione di alluminio primario</i>	183
<i>Acque reflue e residui di processo</i>	184
<i>Considerazioni generali per la definizione delle MTD per il settore della produzione primaria di alluminio</i>	184
<i>Movimentazione e stoccaggio delle materie prime</i>	184
<i>Produzione elettrolitica dell'alluminio</i>	184
<i>Produzione Anodi</i>	185
<i>Altre fasi del processo produttivo</i>	186
<i>Captazione gas e abbattimento</i>	186
<i>Valori in emissioni associati all'utilizzo di tecniche BAT</i>	187
<i>Acque reflue</i>	191
<i>Residui di processo</i>	191
MONITORAGGIO	192
PROCESSI PER LA PRODUZIONE DI ALLUMINIO DA MATERIE	
SECONDARIE	197
DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI PRODUZIONE, DEGLI EVENTUALI SOTTOPROCESSI E DEGLI IMPIANTI PER I QUALI SONO ANALIZZATE LE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI ANCHE CON RIFERIMENTO ALLE ANALISI COMUNITARIE DESCRITTE NEL BREF	
<i>Emissioni e livelli di consumo</i>	199
<i>Emissioni in aria</i>	200
<i>Emissioni in acqua</i>	202

<i>Residui di processo e rifiuti</i>	203
<i>Processo di recupero delle scorie saline - Descrizione del processo</i>	204
<i>Processi di raffinazione e colata</i>	207
<i>Acque reflue e residui di processo</i>	208
DEFINIZIONE (SULLA BASE DELL'APPROFONDIMENTO E DELL'ESTENSIONE DELLE ANALISI SVOLTE IN SEDE COMUNITARIA), DELLA LISTA DELLE MIGLIORI TECNICHE PER LA PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO DELLO SPECIFICO SETTORE IN	
ITALIA	209
<i>Migliori tecniche disponibili</i>	209
<i>Stoccaggio, movimentazione e pretrattamento delle materie prime</i>	210
<i>Forni di fusione per alluminio secondario</i>	212
<i>Processi di fusione</i>	215
<i>Altre fasi del processo</i>	215
<i>Captazione e depurazione delle emissioni di processo</i>	216
<i>Valori in emissioni associati all'utilizzo di tecniche BAT</i>	217
<i>Acque reflue</i>	219
<i>Residui di processo</i>	219
<i>Specificità della realtà italiana e considerazioni sulla raggiungibilità delle prestazioni ambientali associabili alle BAT</i>	221
MONITORAGGIO	223
IL RAME E LE SUE LEGHE	227
<i>Fonti di materia prima</i>	227
<i>Produzione e consumo</i>	227
DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI PRODUZIONE, DEGLI EVENTUALI SOTTOPROCESSI E DEGLI IMPIANTI PER I QUALI SONO ANALIZZATE LE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI ANCHE CON RIFERIMENTO ALLE ANALISI COMUNITARIE DESCRITTE NEL BREF	228
<i>Produzione rame secondario</i>	235
<i>Produzione di semilavorati</i>	237
<i>Produzione delle leghe del rame</i>	237
<i>La produzione delle vergelle</i>	237
<i>Schemi tipici di funzionamento dei forni utilizzati nelle produzioni secondarie</i> ..	240
<i>Emissioni dalla produzione del rame primario</i>	243
<i>Emissioni dalla produzione di rame secondario</i>	245
<i>Emissioni nella produzione di semilavorati</i>	247
<i>Sintesi inquinanti emessi in aria nella produzione di rame e sue leghe</i>	249
<i>Sintesi emissioni di rifiuti solidi nella produzione di rame e sue leghe</i>	254
<i>Emissioni in acqua nella produzione di rame e sue leghe</i>	256
DEFINIZIONE (SULLA BASE DELL'APPROFONDIMENTO E DELL'ESTENSIONE DELLE ANALISI SVOLTE IN SEDE COMUNITARIA), DELLA LISTA DELLE MIGLIORI TECNICHE PER LA PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO DELLO SPECIFICO SETTORE IN	
ITALIA	259
<i>Stoccaggio, movimentazione e pretrattamento delle materie prime</i>	259
<i>Captazione ed abbattimento delle emissioni di processo</i>	263
<i>Acque di scarico</i>	269
<i>Residui di processo</i>	270
MONITORAGGIO	271

ANALISI DELL'APPLICABILITÀ AD IMPIANTI ESISTENTI DELLE TECNICHE DI PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO ELENcate AL PUNTO PRECEDENTE, ANCHE CON RIFERIMENTO AI TEMPI DI ATTUAZIONE.....	275
APPLICABILITÀ DELLE MTD AGLI IMPIANTI ESISTENTI	275
MONITORAGGIO	275
<i>Liste di inquinanti significativi in aria ed acqua definita in ambito UE.....</i>	<i>276</i>
DEFINIZIONE DEI CRITERI DI INDIVIDUAZIONE E UTILIZZAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI.....	288
CONSIDERAZIONI GENERALI	288
CRITERI DI INDIVIDUAZIONE ED UTILIZZO.....	289
GLOSSARIO (DEFINIZIONI, ABBREVIAZIONI ED ACRONIMI).....	293

PREMESSA

Con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, di concerto con il Ministro delle attività produttive e con il Ministro della salute, in data 15 aprile 2003, è stata istituita la Commissione Nazionale ex art. 3, comma 2, del decreto legislativo 372/99 (recepimento della direttiva 96/61/CE nota come IPPC), per la redazione delle linee guida per l'individuazione delle Migliori Tecniche Disponibili (MTD), ai fini del rilascio, da parte delle autorità competenti nazionale e regionali, dell'autorizzazione integrata ambientale (AIA).

La Commissione suddetta ha istituito, a sua volta, tredici gruppi tecnici ristretti (GTR), composti da rappresentanti dei ministeri interessati e degli interessi industriali, ed ha incaricato i GTR di predisporre una proposta di linee guida in ciascuno dei tredici settori ritenuti al momento prioritari.

Questo documento presenta la proposta del GTR "produzione e trasformazione di metalli non ferrosi", istituito il 4 giugno 2003 con la seguente composizione:

- ing. Alfredo Pini (APAT, coordinatore) e dott. Mauro Rotatori (CNR), designati dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio
- dott.ssa Maria Paola Bogliolo (ISPESL), designata dal Ministero della salute
- ing. Giuseppe Puglisi, designato dal Ministero delle attività produttive
- dott. Orazio Zoccolan (ASSOMET) e dott. Gualtiero Corelli (ASSOFOND), designati da Confindustria.

Ai lavori del GTR "produzione e trasformazione di metalli non ferrosi" hanno preso parte anche funzionari a supporto dei membri designati ed esperti nel settore. In particolare, ai lavori del GTR "produzione e trasformazione di metalli non ferrosi" hanno contribuito, a vario titolo:

- ing. Claudio Munforti ed ing. Giovanni Tula (ALCOA) come esperto
- ing. Michele Bortolami (RAFFMETAL) come esperto
- ing. Alberto Zanini (EUROPA METALLI) come esperto
- ing. Aldo Zucca (PORTOVESME) come esperto
- ing. Alfredo Teodosi (EURALLUMINA) come esperto
- ing. Giancarlo Urbani (AIRPB) come esperto
- dott. Federico Spadoni (CNR) come esperto
- ing. Fabio Fortuna (APAT) come esperto, ing. Nazzareno Santilli (APAT) come esperto e sig.ra Anna De Luzi (APAT) per la segreteria del gruppo.

Nelle sue prime riunioni il GTR "produzione e trasformazione di metalli non ferrosi" (d'ora in poi semplicemente GTR) ha inteso delineare gli scopi e gli obiettivi del proprio lavoro che si possono così sintetizzare:

- il GTR ha prodotto due documenti: uno relativo alla "produzione di metalli non ferrosi" (il presente documento) a partire da materia prima vergine o riciclata ed un altro relativo alla "fusione e lega di metalli non ferrosi" (oggetto di separata pubblicazione);
- gli elementi che il GTR propone alla Commissione Nazionale MTD hanno la valenza di strumento per l'approfondimento delle conoscenze tecnologiche nel settore sia ad uso dell'industria che dovrà presentare domanda di autorizzazione integrata ambientale sia ad uso del funzionario dell'autorità competente che dovrà istruire il procedimento e rilasciare l'autorizzazione;

- in quanto strumento di approfondimento delle conoscenze questo documento non contiene indicazioni su “limiti di emissione”, essendo questi ultimi il risultato di un processo di valutazione che deve tenere in conto aspetti specifici dell’industria che si autorizza e del sito su cui tale industria opera; la proposta di linea guida del GTR contiene piuttosto un’elencazione di tecniche disponibili ritenute le migliori oggi utilizzabili sia dal punto di vista tecnico che economico e delle prestazioni ambientali che sono conseguibili con le tecnologie proposte; le prestazioni saranno presumibilmente indicate sotto forma di intervalli di valori, in analogia con quanto fatto nel BRef comunitario;
- questo documento non contiene indicazioni sulla documentazione che dovrà essere prodotta dal richiedente al fine della richiesta dell’autorizzazione, ritenendo che tale aspetto debba essere trattato in altra sede;
- questo documento contiene invece gli elementi del monitoraggio e controllo degli aspetti ambientali significativi e dei parametri operativi specifici del settore, lasciando gli elementi generali per la definizione del piano di monitoraggio e controllo dell’azienda alla linea guida generale sui “sistemi di monitoraggio”.

Il GTR ha inoltre discusso e concordato un’impostazione relativa all’analisi costi-benefici delle MTD che saranno valutate. In una visione del rapporto costi-benefici che include i costi ed i benefici sia per le industrie che per la collettività, il GTR ha ritenuto che la fattibilità economica sia per definizione una valutazione che deve essere effettuata caso per caso e da colui che ha la competenza per l’individuazione della specifica tecnica. Il GTR ha individuato molte ragioni a sostegno di questo assunto. Vale la considerazione che una fattibilità economica non può prescindere dalla realtà aziendale che viene trattata (quanto meno per la dimensione dell’azienda), non può prescindere dalla collocazione territoriale degli impianti (per la definizione dei costi ovvero dei benefici sociali e per la valutazione della presenza di infrastrutture sul territorio che consentono determinate scelte aziendali). Poiché il prodotto richiesto al GTR è il complesso degli elementi per la definizione di una “linea guida”, si ritiene che esso possa comprendere solo alcune indicazioni propedeutiche all’effettuazione dell’analisi di fattibilità del tipo costi/efficacia.

Nel seguito del testo, infine, si farà ripetutamente cenno al documento comunitario noto come “BRef”. Si tratta del documento di riferimento per l’identificazione delle migliori tecniche, edito dall’ufficio IPPC della UE sito in Siviglia.

L’Unione Europea, infatti, si è attrezzata per favorire l’attuazione della direttiva IPPC creando un apposito ufficio, operante presso il Centro comunitario di ricerca di Siviglia. L’ufficio “IPPC” coordina una serie di gruppi tecnici che sono incaricati della redazione di documenti di riferimento per l’individuazione delle migliori tecnologie, i cosiddetti *Best Available Techniques Reference documents (BRefs)*. L’Italia ha attivamente contribuito ai lavori dei gruppi tecnici, con il coordinamento del ministero dell’Ambiente.

Per il settore della produzione e trasformazione di metalli non ferrosi è oggi disponibile il documento “Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Reference Document on Best Available Techniques in the non Ferrous Metals Industry – May 2000” disponibile sul sito dell’ufficio IPPC di Siviglia all’indirizzo <http://eippcb.jrc.es>.

Nei riferimenti al BRef, nel seguito questo documento, si farà uso dell'acronimo inglese BAT che in lingua inglese è utilizzato per indicare le *Best Available Techniques*; nel resto del testo si utilizzerà altresì l'acronimo italiano MTD ad indicare la migliore tecnica disponibile (al singolare) o le migliori tecniche disponibili (al plurale).

Questo documento è stato redatto in funzione delle attività più diffuse nel nostro Paese. Le attività produttive con una maggiore presenza nel territorio sono principalmente associate ai metalli alluminio, rame, piombo e zinco. Per questi metalli, nel seguito, si individuano ed analizzano tutti gli aspetti inerenti l'applicazione in Italia delle MTD. Eventuali informazioni per produzioni nazionali di altri metalli, potranno essere comunque trovate nel testo del BRef comunitario sui metalli non ferrosi e nel capitolo di questo documento dedicato ai processi comuni.

Il testo che segue, infatti, è stato articolato in un capitolo che affronta la descrizione delle tecniche che sono utilizzate comunemente in tutte le produzioni di metalli non ferrosi, ed in capitoli dedicati singolarmente alle specifiche produzioni scelte come rilevanti nel panorama nazionale. La volontà di rendere comprensibili anche eventuali letture limitate alle singole produzioni ha comportato la necessità di alcune ripetizioni che, ovviamente, comportano un inevitabile ma contenuto appesantimento del testo, in caso di lettura complessiva.

IDENTIFICAZIONE DELLA NORMATIVA AMBIENTALE RILEVANTE DI SETTORE

La ricognizione normativa proposta in questo paragrafo intende indirizzare il lettore verso le norme rilevanti della vigente legislazione ambientale, in relazione allo specifico settore della produzione di metalli non ferrosi, con particolare riferimento a quelle norme che prevedono autorizzazioni ambientali.

L'elenco che viene presentato nel seguito non ha alcuna pretesa di completezza né può essere adottato nei procedimenti autorizzativi come riferimento unico ed esauriente, tanto più che esso non comprende una parte di normativa, quella di genesi regionale, che comunque deve essere presa in considerazione e rispettata nell'esercizio delle attività suddette.

Inquinamento atmosferico e contenimento delle emissioni inquinanti		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
D.P.R. 24 maggio 1988 n. 203	Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360, e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183 (G.U. n. 140 del 16 giugno 1988, S.O.).	-
D.P.C.M. 21 luglio 1989 (attuazione e interpretazione del Dpr 203/1988)	Atto di indirizzo e coordinamento alle Regioni, ai sensi dell'articolo 9 della legge 8 luglio 1986, n. 349, per l'attuazione e l'interpretazione del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203, recante norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto da impianti industriali (G. U. n. 171 del 24 luglio 1989)	Gli impianti per la produzione e trasformazione dei metalli sono inclusi nell'allegato I e pertanto devono presentare la domanda di autorizzazione ai sensi degli articoli 12 o 17 del Dpr n. 203

Inquinamento atmosferico e contenimento delle emissioni inquinanti		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
D.M. 12 luglio 1990	Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione (G.U. n. 176 del 30 luglio 1990, S.O.).	Nell'allegato 2 (valori di emissione per specificate tipologie di impianti) vengono forniti i limiti di emissione i per i seguenti tipi di impianti: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Impianti per la produzione di ferro-leghe mediante processi elettrotermici o pirometallurgici (par.22) ▪ Impianti per la produzione primaria di metalli non ferrosi (par.23) ▪ Impianti per la produzione d'alluminio (par.24) I limiti di emissione contenuti nei citati paragrafi dell'allegato 2 sono fissati senza far riferimento ad un valore determinato di concentrazione di O ₂ nei fumi, ma si rimanda all'art. 3 in cui, in maniera generale, si cita "il tenore d'ossigeno ... è quello derivante dal processo". È necessario che l'autorità competente valuti attentamente questo aspetto e fissi un valore di riferimento. Nell'allegato 1 sono specificati i limiti per gli inquinanti non citati nell'allegato 2; L'allegato 4 riporta i metodi di campionamento, analisi e valutazione delle emissioni; L'allegato 5 da delle indicazioni su alcune tecnologie disponibili negli impianti di abbattimento
D.P.R. 25 luglio 1991	Modifiche all'atto di indirizzo e coordinamento in materia di emissioni poco significative e di attività a ridotto inquinamento atmosferico, emanato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 21 luglio 1989 (G.U. n. 175 del 27 luglio 1991)	-
L. 15 gennaio 1994, n. 65	Ratifica ed esecuzione della convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, con allegati, fatta a New York il 9 maggio 1992 (G.U. n. 23 del 29 gennaio 1994, S.O.)	-
D.M. (Ambiente) 15 aprile 1994	Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane, ai sensi degli articoli 3 e 4 del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203, e dell'art. 9 del decreto ministeriale 20 maggio 1991 (G.U. n. 107 del 10 maggio 1994)	-
D.M. (Sanità) 5 settembre 1994	Elenco delle industrie insalubri di cui all'art. 216 del testo unico delle leggi sanitarie (G.U. n. 220 del 20 settembre 1994, S.O.)	Nella Parte I- (Industrie Di Prima Classe), lettera B (prodotti e materiali) dell'allegato, vengono comprese la produzione delle ferro-leghe, degli altri metalli, e le lavorazioni come tranciatura, forgiatura, fonderia di rottami di recupero
D.M. (Ambiente) 7 febbraio 1995	Modalità e contenuti delle domande di concessione e/o di autorizzazione all'installazione di impianti di lavorazione o di deposito di oli minerali (G.U. n. 56 dell'8 marzo 1995)	-

Inquinamento atmosferico e contenimento delle emissioni inquinanti		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
D.M 21 dicembre 1995	Disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera dagli impianti industriali (G.U. n. 5 dell'8 gennaio 1996)	-
D. Lgs. 4 agosto 1999, n.351	Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria (G.U. n. 241 del 13-10-1999)	-
D.M. (Ambiente) 25 febbraio 2000, n. 124	Regolamento recante i valori limite di emissione e le norme tecniche riguardanti le caratteristiche e le condizioni di esercizio degli impianti di incenerimento e di coincenerimento dei rifiuti pericolosi, in attuazione della direttiva 94/67/CE del Consiglio del 16 dicembre 1994, e ai sensi dell'articolo 3, comma 2, del d.p.r. 24 maggio 1998 n. 203 e dell'art. 18, comma 2, lettera a), del d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (G.U. n. 114 del 18 maggio 2000).	-
D. M. 25 agosto 2000	Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203. (G.U. n. 223 del 23 settembre 2000, S.O.)	-
Decisione del consiglio del 4 aprile 2001	Approvazione, a nome della Comunità europea, del protocollo della convenzione del 1979 sull'inquinamento atmosferico trans-frontaliero a grande distanza relativo ai metalli pesanti (2001/379/CE) (GUCE n. L 134/41 del 17/15/2001)	Le parti contraenti il protocollo devono applicare le migliori tecniche disponibili (indicate nell'allegato III) agli impianti rientranti nelle categorie di "grandi fonti fisse", elencate in allegato II, entro determinate scadenze. Rientrano nell'allegato II, e quindi nelle suddette categorie di "grandi fonti fisse", i seguenti impianti: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Impianti per la produzione di rame, piombo e zinco a partire da minerale o da minerale concentrato o da materie prime secondarie con processi metallurgici, di capacità superiore a 30 tonnellate al giorno per gli impianti e a 15 tonnellate al giorno per gli impianti secondari, o per qualsiasi produzione primaria di mercurio
D.M. (Ambiente) 4 giugno 2001	Programmi di rilievo nazionale per la riduzione delle emissioni di gas serra, in attuazione dell'art. 3 del decreto ministeriale 20 luglio 2000, n. 337 (G.U. n. 205 del 4 settembre 2001)	-
D.M. (Ambiente) 7 settembre 2001	Recepimento della direttiva 99/32/CE relativa alla riduzione del tenore di zolfo in alcuni combustibili liquidi (G.U. n. 279 del 29 novembre 1995)	-

Inquinamento atmosferico e contenimento delle emissioni inquinanti		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
D.P.R. 26 ottobre 2001, n. 416	Regolamento recante norme per l'applicazione della tassa sulle emissioni di anidride solforosa e di ossidi di azoto, ai sensi dell'articolo 17, comma 29, della legge n. 449 del 1997 (G.U. n. 277 del 28 novembre 2001)	-
DPCM 8 marzo 2002	Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione (G.U. n. 60, 12 marzo 2002, Serie Generale)	-
D.M. 2 aprile 2002, n. 60	Recepimento della direttiva 1999/30/ CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/ 69/ CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio (S.O. 77/ L alla G.U. n. 87 del 13 aprile 2002)	-

Inquinamento Idrico		
Riferimento normativo	Descrizione	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
D.lgs. 11 maggio 1999, n. 152	Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole (G.U. n. 124 del 29 maggio 1999, S.O.).	-
Testo aggiornato del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152	"Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/ 271/ CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/ 676/ CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole", a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al decreto 18 agosto 2000, n. 258 (S.O. 172/ L alla G.U. n. 246 del 20 ottobre 2000)	-
D.M. 12 giugno 2003 n.185	Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 (G.U. n. 169 del 23 luglio 2003)	-
Decreto 6 novembre 2003, n.367	Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi dell'articolo 3, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152. (GU n. 5 del 8-1-2004)	-

Approvvigionamento di acqua al di fuori dei pubblici servizi		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
Decreto Lgs. 12 luglio 1993 n.275	Riordino in materia di concessione di acque pubbliche (G.U. n. 182 del 5 agosto 1993).	-
Legge 5 gennaio 1994, n.36	Disposizioni in materia di risorse idriche (G.U. n. 24 del 19 gennaio 1994).	-
D.P.R. 18 febbraio 1999, n. 238	Regolamento recante norme per l'attuazione di talune disposizioni della L. 5 gennaio 1994, n. 36, in materia di risorse idriche (G.U. n. 173 del 26 luglio 1999).	-

Valutazione Impatto Ambientale (V.I.A.)		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
Direttiva 337/85/CEE	Direttiva del Consiglio concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati (G.U.C.E. n. L 175 del 5 luglio 1985)	Gli impianti di produzione, compresa l'affinazione, filatura e laminatura di metalli non ferrosi, salvo i metalli preziosi, sono inclusi nell'allegato 2 della Direttiva e quindi tra i progetti che formano oggetto di una Valutazione di Impatto Ambientale, quando gli Stati membri ritengono che le loro caratteristiche lo richiedano.
LEGGE 8 luglio 1986, n. 349	Istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale (G.U. n. 162, 15 luglio 1986, S. O.)	Nell'articolo 6, comma 2 si dichiara che in attesa dell'attuazione legislativa delle direttive comunitarie in materia di impatto ambientale, le norme tecniche e le categorie di opere in grado di produrre rilevanti modificazioni dell'ambiente sono individuate conformemente alla direttiva del Consiglio delle Comunità europee n. 85/337 del 27 giugno 1985.
DPCM 377 del 10 agosto 1988	Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, recante istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale (G.U. n. 204 del 31 agosto 1988).	Recepisce solo parzialmente la direttiva 337/85 poiché considera solo gli impianti dell'allegato I alla direttiva 337/85/CEE
D.P.C.M. 27 dicembre 1988	Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 agosto 1988, n. 377 (G.U. n. 4 del 5 gennaio 1989).	-
D.P.R. 12 aprile 1996	Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale (G.U. n. 210 del 7 settembre 1996)	Gli impianti di arrostimento o sinterizzazione di minerali metalliferi che superino 5.000 m ² di superficie impegnata o 50.000 mc di volume, gli impianti destinati alla trasformazione di metalli ferrosi e gli impianti destinati a ricavare metalli grezzi non ferrosi da minerali, nonché concentrati o materie prime secondarie attraverso procedimenti metallurgici, chimici o elettrolitici, sono tutti inseriti nell'allegato B. Sono pertanto assoggettati alla procedura di valutazione d'impatto ambientale i progetti di cui all'allegato B che ricadono, anche parzialmente, all'interno di aree naturali protette come definite dalla legge 6 dicembre 1991, n. 394. Per i progetti elencati nell'allegato B, che non ricadono in aree naturali protette, l'autorità competente verifica, secondo le modalità di cui all'art.10 e sulla base degli elementi indicati nell'allegato d, se le caratteristiche del progetto richiedono lo svolgimento della procedura di valutazione d'impatto ambientale
D.P.R. 11 febbraio 1998	Disposizioni integrative al D.P.C.M. 10 agosto 1988, n. 377, in materia di disciplina delle pronunce di compatibilità ambientale, di cui alla L. 8 luglio 1986, n. 349, art. 6 (G.U. n. 72 del 27 marzo 1998)	-

Valutazione Impatto Ambientale (V.I.A.)		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
D.P.R. 2 settembre 1999, n. 348	Regolamento recante norme tecniche concernenti gli studi di impatto ambientale per talune categorie di opere (G.U. n. 240 del 12 ottobre 1999)	-
D.P.C.M. 3 settembre 1999	Atto di indirizzo e coordinamento che modifica ed integra il precedente atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione dell'impatto ambientale (G.U. n. 302 del 27 dicembre 1999)	-
D.P.C.M 1 settembre 2000	Modificazioni ed integrazioni del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 3 settembre 1999, per l'attuazione dell'articolo 40, primo comma, della legge 22 febbraio 1994, n.146, in materia di valutazione di impatto ambientale	-

Prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento (IPPC)		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
Dir. 96/61/CE (IPPC)	Direttiva 96/61/CE del Consiglio del 24 settembre 1996 sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (GUCE n. L 257 del 10/10/1996)	Nella direttiva compaiono le seguenti attività: Impianti (punto 2.5): a) Destinati a ricavare metalli grezzi non ferrosi da minerali, nonché concentrati o materie prime secondarie attraverso procedimenti metallurgici, chimici o elettrolitici.
D. lgs 4 agosto 1999, n. 372	Attuazione della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento – IPPC (G.U. n. 252 del 26 ottobre 1999)	Come nella direttiva IPPC, nel presente decreto compaiono le seguenti attività: Impianti (punto 2.5): a) Destinati a ricavare metalli grezzi non ferrosi da minerali, nonché concentrati o materie prime secondarie attraverso procedimenti metallurgici, chimici o elettrolitici. La norma si applica ai soli impianti esistenti (art. 1, comma 2), dato il recepimento incompleto della direttiva 96/61/CE
Decisione 2000/479/CE del 17 luglio 2000 della Commissione	Attuazione del Registro europeo delle emissioni inquinanti (EPER) ai sensi dell'art. 15 della direttiva 96/61/CE del Consiglio sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (IPPC) (G.U.C.E. L 192 del 28 luglio 2000)	All'industria della produzione dei materiali non ferrosi sono assegnati i codici NOSE-P 104.12 'Produzione primaria o secondaria di metalli e impianti di sinterizzazione (industria metallurgica che comporta processi di combustione)' e 105.12 'Processi caratteristici nella fabbricazione di metalli e prodotti metallici (Industria metallurgica)', che corrispondono ai codici SNAP2 0303 e 0403
D.M. (ambiente) 23 novembre 2001	Dati, formato e modalità della comunicazione di cui all'art. 10, comma 1, del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 372 (realizzazione dell'Inventario Nazionale delle Emissioni e loro Sorgenti (INES) (S.O. 29 alla G.U. n. 37 del 13 febbraio 2002)	-
D.M. (ambiente) 26 aprile 2002	Modifiche al decreto ministeriale 23 novembre 2001 in materia di dati, formato e modalità della comunicazione di cui all'art.10 del decreto legislativo n. 372 del 1999 (G.U. n. 126 del 31 maggio 2002)	In base al DM, i gestori dei complessi IPPC comunicano all'APAT (ex ANPA) e alle autorità competenti annualmente dati qualitativi e quantitativi di un elenco definito di inquinanti presenti nei reflui gassosi ed acquosi dei loro impianti. La comunicazione è dovuta solo nel caso in cui il livello dei citati inquinanti superi i valori indicati in apposite tabelle allegate al decreto (Tabella 1.6.2. e 1.6.3).

Prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento (IPPC)		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
Legge n. 39 del 1 marzo 2002	Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità Europee (S. O. n. 54 alla Gazzetta Ufficiale n. 72 del 26 marzo 2002)	All'art. 41 è disposta la Delega al Governo per l'attuazione integrale della direttiva 96/61/CE sulla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento: "Il Governo e' delegato ad emanare, entro dodici mesi dalla data di entrata in vigore della presente legge, un decreto legislativo per l'integrale attuazione della direttiva 96/61/CE del Consiglio, del 24 settembre 1996, sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento, mediante modifiche al decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 372, in base ai seguenti principi e criteri direttivi: a) estensione delle disposizioni del citato decreto legislativo n. 372 del 1999, limitate agli impianti industriali esistenti, anche ai nuovi impianti e a quelli sostanzialmente modificati; b) indicazione esemplificativa delle autorizzazioni già in atto, da considerare assorbite nell'autorizzazione integrata".
DECRETO 19 novembre 2002	Istituzione della commissione di cui all'art. 3, comma 2, ultimo periodo, del decreto legislativo n. 372/1999. (GU n. 302 del 27 dicembre 2002)	-
Decreto-Legge 24 dicembre 2003, n.355	Proroga di termini previsti da disposizioni legislative (G.U. n. 300 del 29-12-2003)	Il termine di cui all'articolo 4, comma 14, del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 372, e' prorogato al 30 ottobre 2005. In sede di conversione del DL la proroga è stata fissata al 30 aprile 2005.

Inquinamento acustico e controllo delle emissioni sonore da impianti a ciclo continuo		
Riferimento normativo	Descrizione	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
D.P.C.M. 1° marzo 1991	Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno (G.U. n. 57 dell'8 marzo 1991).	-
L. 26 ottobre 1995, n. 447	Legge quadro sull'inquinamento acustico (G.U. n. 254 del 30 ottobre 1995, S.O.).	-
D.M. (Ambiente) 11 dicembre 1996	Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo (G.U. n. 52 del 4 marzo 1997)	-
D.P.C.M. 14 novembre 1997	Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore (G.U. n. 280 del 1° dicembre 1997)	-
D.M (Ambiente) 16 Marzo 1998	Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico (G.U. n. 76 del 1° aprile 1998)	-

Inquinamento acustico e controllo delle emissioni sonore da impianti a ciclo continuo		
Riferimento normativo	Descrizione	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
D.M. (Ambiente) 29 novembre 2000	Criteria per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore	-
Direttiva 2002/49/CE	Relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (G.U.C.E. L 189 del 18 luglio 2002)	-

Rifiuti		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
Delibera comitato interministeriale 27 giugno 1984	Disposizioni per la prima applicazione dell'articolo 4 del D.P.R. 10 settembre 1982, n. 985, concernente lo smaltimento dei rifiuti (G.U. n. 253 del 13 settembre 1984, S.O.)	-
D.I. 9 settembre 1988, n. 397, convertito, con modificazioni, dalla L. 9 novembre 1988, n. 475	Disposizioni urgenti in materia di smaltimento dei rifiuti industriali (G.U. n. 213 del 10 settembre 1988; G.U. n. 264 del 10 novembre 1988)	-
D.M. (Ambiente) 26 aprile 1989	Istituzione del catasto nazionale dei rifiuti speciali (G.U. n. 135 del 12 giugno 1989)	-
D.M. (Ambiente) 29 maggio 1991	Indirizzi generali per la regolamentazione della raccolta differenziata dei rifiuti solidi (G.U. n. 136 del 12 giugno 1991)	-
Direttiva 91/156/CEE del 18 marzo 1991	Modifica la direttiva 75/442/ CEE relativa ai rifiuti (G.U.C.E. L 78 del 26 marzo 1991)	-
D.lgs. 27 gennaio 1992, n. 95	Attuazione delle direttive 75/439/CEE e 87/101/CEE relative alla eliminazione degli oli usati (G.U. n. 38 del 15 febbraio 1992, S.O.).	-
Reg. CEE 1 febbraio 1993, n. 259	Regolamento del Consiglio relativo alla sorveglianza e al controllo delle spedizioni di rifiuti all'interno della Comunità Europea nonché in entrata e in uscita dal suo territorio (G.U. C.E. n. L 30 del 6 febbraio 1993)	-
L. 25 gennaio 1994, n. 70	Norme per la semplificazione degli adempimenti in materia ambientale, sanitaria e di sicurezza pubblica, nonché per l'attuazione del sistema di ecogestione e di audit ambientale (G.U.n. 24 del 31 gennaio 1994)	-

Rifiuti		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
Decreto Legislativo 17 marzo 1995, n. 230	Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti	L'art.157 (sorveglianza radiometrica su materiali), prevede che i soggetti che compiono, a scopo industriale, operazioni di fusione di rottami o di altri materiali metallici di risulta, effettuino sugli stessi, una sorveglianza radiometrica al fine di rilevare la presenza di eventuali sorgenti dismesse. Lo stesso articolo, al comma 3, demanda ad un apposito decreto sia la definizione delle condizioni di applicazione dell'art.157, sia le eventuali esenzioni. Il citato previsto decreto non è ancora stato emanato
D.M. (Industria) 16 maggio 1996, n.392	Regolamento recante norme tecniche relative all'eliminazione degli olii usati (G.U.n. 173 del 25 luglio 1996)	-
D.M. (Ambiente) 18 luglio 1996	Ammontare dell'imposta unitaria dovuta per i rifiuti dei settori minerario, estrattivo, edilizio, lapideo e metallurgico smaltiti in discarica (G.U. n. 250 del 24 ottobre 1996)	-
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 rifiuti di imballaggio (G.U. n. 38 del 15 febbraio 1997, S.O.).	Il decreto riporta in allegato A il Catalogo Europeo dei Rifiuti (che coincide con l'allegato alla decisione 94/3/CE), annoverando nella categoria "Rifiuti inorganici provenienti da processi termici" (codice 10 00 00) i "Rifiuti della metallurgia termica dell'alluminio" (codice 10 03 00), i "Rifiuti della metallurgia termica del piombo" (codice 10 04 00), i "Rifiuti della metallurgia termica dello zinco" (codice 10 05 00), i "Rifiuti della metallurgia termica del rame" (codice 10 06 00), i "Rifiuti della metallurgia termica di argento, oro e platino" (codice 10 07 00), i "Rifiuti di altri processi metallurgici non ferrosi" (codice 10 08 00). È inoltre presente la categoria "Rifiuti inorganici contenenti metalli provenienti dal trattamento e ricopertura dei metalli; idrometallurgia non ferrosa" (codice 11 00 00). Nell'allegato D sono individuati i rifiuti pericolosi. Tale allegato è stato sostituito dal nuovo CER (decisione CE 3 maggio 2000, n. 5329)
D. Lgs. 8 novembre 1997, n. 389	Modifiche ed integrazioni al <u>decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22</u> , in materia di rifiuti, di rifiuti pericolosi, di imballaggi e di rifiuti di imballaggio	-
D.M. (Ambiente-Industria) 29 ottobre 1997	Approvazione dello statuto del Consorzio nazionale imballaggi (CONAI) (non pubblicato sulla G.U.)	-
D.M. (Ambiente) 5 febbraio 1998	Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (G.U. n. 88 del 16 aprile 1998, S.O.)	Nell'allegato I le industrie metallurgiche sono elencate tra le attività di recupero di numerose categorie di rifiuti non pericolosi (allegato I), tra cui rifiuti di ferro, acciaio e ghisa, rifiuti di metalli non ferrosi e loro leghe, ecc. Nello stesso allegato I sono forniti anche i valori limite e le prescrizioni per le emissioni convogliate in atmosfera delle attività di recupero dai rifiuti non pericolosi.

Rifiuti		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
D.M. (Ambiente) 11 marzo 1998, n. 141	Regolamento recante norme per lo smaltimento in discarica dei rifiuti e per la catalogazione dei rifiuti pericolosi smaltiti in discarica (G.U. n. 108 del 12 maggio 1998)	Il decreto regola anche lo smaltimento dei rifiuti pericolosi, compresi quelli riportati nell'allegato D del D. lgs. 5 febbraio 1997, n. 22
D.M. (Ambiente) 1° aprile 1998, n. 145	Regolamento recante la definizione del modello e dei contenuti del formulario di accompagnamento dei rifiuti ai sensi degli articoli 15, 18 comma 2, lettera e), e comma 4, del d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (G.U. n. 109 del 13 maggio 1998)	-
D.M. (Ambiente) 1° aprile 1998, n. 148	Regolamento recante approvazione del modello dei registri di carico e scarico dei rifiuti ai sensi degli articoli 12, 18, comma 2, lettera m), e 18, comma 4, del d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (G.U. n. 110 del 14 maggio 1998)	-
D.M. (Ambiente) 4 agosto 1998, n. 372	Regolamento recante norme sulla riorganizzazione del catasto dei rifiuti (G.U. n. 252 del 28 ottobre 1998, s.o.)	-
L. 9 dicembre 1998, n. 426	Nuovi interventi in campo ambientale (G.U. n. 291 del 14 dicembre 1998, S.O.)	-
Dir. CE 26 aprile 1999, n. 31	Discariche di rifiuti (G.U.C.E. n. L 182 del 16 luglio 1999)	-

Rifiuti		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
D.M. (Ambiente) 25 febbraio 2000, n. 124	Regolamento recante i valori limite di emissione e le norme tecniche riguardanti le caratteristiche e le condizioni di esercizio degli impianti di incenerimento e di coincenerimento dei rifiuti pericolosi, in attuazione della direttiva 94/67/CE del Consiglio del 16 dicembre 1994 e ai sensi dell'articolo 3, comma 2, del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n.203 e dell'articolo 18, comma 2, lettera a) del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22. (G.U. 18 maggio 2000, n. 114).	-
D.M. (Ambiente) 18 aprile 2000, n. 309	Regolamento di organizzazione e funzionamento dell'Osservatorio nazionale sui rifiuti, di cui all'articolo 26, comma 4, del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 (G.U. n. 254 del 30 ottobre 2000)	-
Decisione CE 3 maggio 2000, n. 532	Decisione della Commissione 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 del Consiglio relativa ai rifiuti pericolosi (G.U.C.E. n. L 226 del 6 settembre 2000)	Nel nuovo C.E.R.. sono state introdotte modifiche ed integrazioni ai codici dei rifiuti prodotti dalle attività di cui alle voci 10.03 (Rifiuti della metallurgia termica dell'alluminio), 10.04 (Rifiuti della metallurgia termica del piombo), 10.05 (Rifiuti della metallurgia termica dell'alluminio), 11.01 (Rifiuti prodotti dal trattamento e ricopertura dei metalli), 11.02 (Rifiuti prodotti dalla lavorazione idrometallurgica dei metalli non ferrosi). Alcune tipologie di rifiuto, sono identificate da una "voce a specchio"; la attribuzione del codice spetta al produttore/detentore sulla base dei criteri definiti in allegato alla decisione stessa.
Decreto legislativo 26 maggio 2000, n.241	Attuazione della direttiva EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti da radiazioni ionizzanti (G.U. 31 agosto 2000, n.203)	-

Rifiuti		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
Direttiva 9 aprile 2002 del Ministro dell'Ambiente	Indicazioni per la corretta e piena applicazione del Regolamento Comunitario n. 2557/ 2001 sulle spedizioni di rifiuti ed in relazione al nuovo elenco dei rifiuti (S.O. 102 alla G.U. n. 108 del 10 maggio 2002)	-
Decreto ministeriale 12 giugno 2002, n. 161	Regolamento attuativo degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, relativo all'individuazione dei rifiuti pericolosi che è possibile ammettere alle procedure semplificate (G.U. n. 177 del 30 luglio 2002)	-
Legge 8 agosto 2002, n. 178	Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 luglio 2002, n. 138, recante interventi urgenti in materia tributaria, di privatizzazioni, di contenimento della spesa farmaceutica e per il sostegno dell'economia anche nelle aree svantaggiate. (S.O. alla G.U. n. 187 del 10 agosto 2002)	L'art. 14 del provvedimento fornisce "interpretazione autentica della definizione di <i>rifiuto</i> di cui all'articolo 6, comma 1, lettera a), del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 "

Sostanze pericolose: norme generali		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
Decreto del Ministero della sanità 23 febbraio 1988, n.84	Etichettatura speciale da applicare su sostanze e preparati pericolosi (G.U. 21 marzo 1988, n.67)	-
Decreto Leg. 3 febbraio 1997, n.52	Attuazione della direttiva 92/32/CEE concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose (G.U. 11 marzo 1997, n.58)	-
Decreto del Ministero della sanità 4 aprile 1997	Attuazione dell'art. 25, commi 1 e 2, del decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52, concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose, relativamente alla scheda informativa in materia di sicurezza (G.U. n. 60 del 13 marzo 1997)	-
Decreto Leg. 16 luglio 1998 n.285	Attuazione di direttive comunitarie in materia di classificazione, imballaggio ed etichettatura dei preparati pericolosi, a norma dell'articolo 38, della legge 24 aprile 1998, n. 128 (G.U. n. 191 del 18 agosto 1998)	-
Decreto del Ministero della sanità, 11 aprile 2001	Recepimento della direttiva 2000/33/CE recante ventisettesimo adeguamento al progresso tecnico della direttiva 67/548/CEE, in materia di classificazione, imballaggio ed etichettatura di sostanze pericolose (G.U. 26 luglio 2001, n.203)	-
Direttiva 2001/58/CE della Commissione del 27 luglio 2001	Modifica per la seconda volta la direttiva 91/155/CEE che definisce e fissa le modalità del sistema di informazione specifica concernente i preparati pericolosi ai sensi dell'art. 14 della direttiva 1999/ 45/ CE del Parlamento europeo e del Consiglio nonché quelle relative alle sostanze pericolose conformemente all'art. 27 della direttiva 67/548/ CEE del Consiglio (schede dati di sicurezza). (G.U.C.E. L 212 del 7 agosto 2001) <i>(Recepita con D. M. (Sanità) del 7 settembre 2002)</i>	-

Sostanze pericolose: norme generali		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
Direttiva 2001/59/CE della Commissione del 6 agosto 2001*	Ventottesimo adeguamento al progresso tecnico della direttiva 67/ 548/ CEE del Consiglio concernente il riavvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose (G.U.C.E. L 225 del 21 agosto 2001)	-
Direttiva 2001/60/CE della Commissione del 7 agosto 2001*	Adeguamento al progresso tecnico della direttiva 1999/ 45/ CE del Parlamento europeo e del Consiglio concernente il riavvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati Membri relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura dei preparati pericolosi (G.U.C.E. L 226 del 22 agosto 2001)	-
D. M. (Sanità) del 7 settembre 2002	Recepimento della direttiva 2001/58/CE della Commissione, del 27 luglio 2001, che modifica per la seconda volta la direttiva 91/155/CEE che definisce e fissa le modalità del sistema di informazione specifica concernente i preparati pericolosi ai sensi dell'art. 14 della direttiva 1999/45/CE del Parlamento europeo e del Consiglio nonché quelle relative alle sostanze pericolose conformemente all'articolo 27 della direttiva 67/548/CEE del Consiglio (GU n. 252 del 26-10-2002)	-
D.M. 3 luglio 2003 n.194	Regolamento concernente l'attuazione della direttiva 98/101/CE della Commissione del 22 dicembre 1998, che adegua al progresso tecnico la direttiva del Consiglio 91/157/CEE relativa alle pile ed agli accumulatori contenenti sostanze pericolose (G.U. n. 173 del 28 luglio 2003)	-

Sostanze pericolose: amianto		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
Ordinanza del Ministero della sanità 26 giugno 1986	Restrizione all'immissione sul mercato ed all'uso della crocidolite e dei prodotti che la contengono. Divieto di uso della crocidolite e dei prodotti che la contengono (G.U. 9 luglio 1986, n.157)	-
Decreto Legislativo del Governo n. 277 del 15 agosto 1991	Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/447/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 legge 30/7/1990, n. 212. (Gazz. Uff. Suppl. Ordin. n. 200 del 27/08/1991)	-
Legge ordinaria del Parlamento n. 257 del 27 marzo 1992	Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto. (Gazz. Uff. Suppl. Ordin. n. 87 del 13/04/1992)	-
D. M. (Sanità) del 06 settembre 1994	Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto. (Gazz. Uff. Suppl. Ordin. n. 220 del 20/09/1994)	-
Decreto Leg. 17 marzo 1995, n.114	Attuazione della direttiva 87/217/CEE in materia di prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'ambiente causato dall'amianto (G.U. 20 aprile 1995, n.92)	-
D. M. (Sanità) del 14 maggio 1996	Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della legge 27 marzo 1992, n. 257, recante: "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto". (Gazz. Uff. Suppl. Ordin. n. 251 del 25/10/1996)	-
Proposta di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio del 20 luglio 2001*	Modifica della Direttiva del Consiglio 83/477/CEE sulla protezione dei lavoratori contro i rischi connessi con un'esposizione all'amianto durante il lavoro (2001/C 304 E/07)	-

Sostanze pericolose: amianto		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
D. M. (Sanità) del 25 luglio 2001	Rettifica al decreto 20 agosto 1999, concernente "Ampliamento delle normative e delle metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della legge 27 marzo 1992, n. 257, recante norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto". (Gazzetta Ufficiale n. 261 del 9/11/2001)	-
Decreto del presidente del consiglio dei ministri del 10 dicembre 2002, n. 308	Regolamento per la determinazione del modello e delle modalita' di tenuta del registro dei casi di mesotelioma asbesto correlati ai sensi dell'articolo 36, comma 3, del decreto legislativo n. 277 del 1991. (Gazzetta Ufficiale n. 31 del 7/2/2003)	-
D. M. (Ambiente) del 18 marzo 2003, n. 101	Regolamento per la realizzazione di una mappatura delle zone del territorio nazionale interessate dalla presenza di amianto, ai sensi dell'articolo 20 della legge 23 marzo 2001, n. 93. (Gazzetta Ufficiale n. 106 del 9/5/2003)	-

Sostanze pericolose: PCB		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988	Attuazione della direttiva CEE n.85/467 recante la sesta modifica (PCB/PCT) della direttiva CEE n.76/769 concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri relative alle restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi, ai sensi dell'art 15 della legge 16 aprile 1987, n.183 (G.U. n. 143 del 20 giugno 1988)	-
Decreto del Ministero dell'ambiente 11 febbraio 1989	Modalità per l'attuazione del censimento dei dati e per la presentazione delle denunce delle apparecchiature contenenti fluidi isolanti a base di PCB (G.U. n. 49 del 28 febbraio 1989)	-

Sostanze pericolose: PCB		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
Decreto del Ministero dell'ambiente 17 gennaio 1992	Modalità di etichettatura degli apparecchi e impianti contenenti policlorobifenili (PCB) e policlorotrifenili (PCT) (G.U. n. 30 del 6 febbraio 1992)	-
Decreto del Ministero della sanità 29 luglio 1994	Attuazione della direttiva CEE n.89/467, 91/173, 91/338 e 91/339 recanti, rispettivamente, l'ottava, la nona, la decima e l'undicesima modifica della direttiva CEE n.76/769 concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri relative alle restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso di talune sostanze e preparati pericolosi, ai sensi dell'art. 27 della legge 22 aprile 1994, n.146 (G.U. n. 214 del 13 settembre 1994)	-
D. Lgs. 22 maggio 1999, n.209	Attuazione della direttiva 96/59/CE relativa allo smaltimento dei policlorodifenili e dei policlorotrifenili (G.U. n. 151 del 30 giugno 1999)	-
D.l. 30 dicembre 1999, n. 500, convertito, con modificazioni, dalla L. 25 febbraio 2000, n. 33	Disposizioni urgenti concernenti la proroga dei termini per lo smaltimento in discarica di rifiuti e per le comunicazioni relative ai PCB, nonché l'immediata utilizzazione di risorse finanziarie necessarie per l'attivazione del protocollo di Kyoto (G.U. n. 48 del 28 febbraio 2000)	-
D.M. (Ambiente) 11 ottobre 2001	Condizioni per l'utilizzo dei trasformatori contenenti PCB in attesa della decontaminazione o dello smaltimento (G.U. n. 255 del 2 novembre 2001)	-
Comunicazione della Commissione, del 24 ottobre 2001, al Consiglio, al Parlamento europeo ed al Comitato economico e sociale.	Strategia comunitaria su diossine, furani e policlorobifenili [COM(2001) 593 def. - non pubblicato nella Gazzetta ufficiale].	-

Uso di combustibili		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
D.lgs. 27 gennaio 1992, n. 95	Attuazione delle direttive 75/439/CEE e 7/101/CEE relative alla eliminazione degli oli usati (G.U. n. 38 del 15 febbraio 1992, S.O.).	-
D.M. (Ambiente) 17 febbraio 1993	Modalità e termini di accertamento, riscossione e versamento del contributo dovuto alle imprese partecipanti al Consorzio obbligatorio degli oli usati (G.U. n. 64 del 18 marzo 1993)	-
D.M. (Industria) 16 maggio 1996, n. 392	Regolamento recante norme tecniche relative alla eliminazione degli oli usati (G.U. n. 173 del 25 luglio 1996)	-
L. 11 novembre 1996, n. 575	Sanatoria degli effetti della mancata conversione dei decreti-legge in materia di recupero dei rifiuti (G.U. n. 265 del 12 novembre 1996)	-
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 rifiuti di imballaggio (G.U. n. 38 del 15 febbraio 1997, S.O.).	-
D.M. (Ambiente) 1° aprile 1998, n. 145	Regolamento recante la definizione del modello e dei contenuti del formulario di accompagnamento dei rifiuti ai sensi degli articoli 15, 18 comma 2, lettera e), e comma 4, del d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (G.U. n. 109 del 13 maggio 1998)	-
D.M. (Ambiente) 1° aprile 1998, n. 148	Regolamento recante approvazione del modello dei registri di carico e scarico dei rifiuti ai sensi degli articoli 12, 18, comma 2, lettera m), e 18, comma 4, del d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (G.U. n. 110 del 14 maggio 1998)	-
D.M. (Ambiente-Industria) 15 luglio 1998	Approvazione dello statuto del "Consorzio obbligatorio nazionale di raccolta e trattamento degli oli e dei grassi vegetali ed animali, esausti" (G.U. n. 187 del 12 agosto 1998, S.O.)	-
D.P.C.M. 7 settembre 2001, n. 395	Recepimento della direttiva 99/32/ CE relativa alla riduzione del tenore di zolfo di alcuni combustibili liquidi (G.U. n. 255 del 2 novembre 2001)	-

Uso di combustibili		
Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
D.P.C.M. 8 marzo 2002	Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione (G.U. n. 154 del 3 luglio 2002)	-
L. 6 maggio 2002 n. 82	Conversione in legge del d.l. 7 marzo 2002, n. 22 recante "Disposizioni urgenti per l'individuazione della disciplina relativa all'utilizzazione del coke da petrolio (pet-coke) negli impianti di combustione" (G.U. n. 105 del 7 maggio 2002)	-

Danno ambientale e rischi di incidenti rilevanti		
Riferimento normativo	Descrizione	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
D.P.R. 17 maggio 1988, n. 175	Attuazione della direttiva CEE n. 82/501, relativa ai rischi di incidenti rilevanti connessi con determinate attività industriali ai sensi della legge 16 aprile 1987, n. 183 (G.U. n. 127 del 1°giugno 1988).	-
D.P.C.M. 31 marzo 1989	Applicazione dell'art.12 del D.P.R. 17 maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti connessi a determinate attività industriali (G.U. n. 93 del 21 aprile 1989, S.O.).	-
D.M. (Ambiente) 20 maggio 1991	Modificazioni e integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 17 maggio 1988, n.175, in recepimento della direttiva CEE n.88/610 che modifica la direttiva CEE n.82/501 sui rischi di incidenti rilevanti connessi con determinate attività industriali (G.U. n. 126 del 2 maggio 1996)	-
D.M. (Ambiente) 1 febbraio 1996	Modificazioni e integrazioni al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 31 marzo 1989 recante: "Applicazione dell'art.12 del D.P.R. 17 maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti connessi a determinate attività industriali" (G.U. n. 52 del 2 marzo 1996)	-

Danno ambientale e rischi di incidenti rilevanti		
Riferimento normativo	Descrizione	Riferimenti agli impianti di produzione dei metalli non ferrosi
D.P.R. 12 gennaio 1998, n. 37	Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'art. 20, comma 8, della legge 15 marzo 1997, n. 59 (G.U. n° 57 del 10/03/1998)	-
Circolare del Ministero dell'ambiente 3 settembre 1998	Modalità con le quali i fabbricanti per le attività a rischio di incidente rilevante devono procedere all'informazione, all'addestramento e all'equipaggiamento di coloro che lavorano <i>in situ</i> (G.U. 26 maggio 1997, n.74)	-
D.M. (Interno) 30 aprile 1998	Modificazioni al decreto ministeriale 2 agosto 1984 recante: "Norme e specificazioni per la formulazione del rapporto di sicurezza ai fini della prevenzione incendi nelle attività a rischio di incidenti rilevanti di cui al decreto ministeriale 16 novembre 1983" (G.U. n. 114 del 19 maggio 1998)	-
D.lgs. 17 agosto 1999, n. 334	Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose (G.U. n. 228 del 28 settembre 1999, S.O.)	-
D.M. (Ambiente) 9 agosto 2000	Linee guida per l'attuazione del sistema di gestione della sicurezza (G.U. n. 195 del 22 agosto 2000)	-
D.M. (Ambiente) 9 agosto 2000	Individuazione delle modificazioni di impianti e di depositi, di processi industriali, della natura o dei quantitativi di sostanze pericolose che potrebbero costituire aggravio del preesistente livello di rischio (G.U. n. 196 del 23 agosto 2000)	-
D.M. (Interno) 19 marzo 2001	Procedure di prevenzione incendi relative ad attività a rischio di incidente rilevante (G.U. n. 80 del 5 aprile 2001)	-
Decreto Ministeriale n.151, 9 maggio 2001	Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante). (G.U. n.138 del 16/6/2001)	-
D.M. (Ambiente) 16 maggio 2001, n. 293	Regolamento di attuazione della direttiva 96/82/CE, relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose (G.U. n. 165 del 18 luglio 2001)	-

RICOGNIZIONE DELLA SITUAZIONE DEL SETTORE

Il comparto dell'industria dei metalli non ferrosi in Italia conta più di 25.000 addetti per un fatturato di 14 Miliardi di euro (dati riferiti all'anno 2002) ed è rappresentata prevalentemente da piccole e medie imprese che sono un importante fattore di crescita economica e di sviluppo del sistema industriale nazionale.

L'enorme crescita del riciclo dei metalli dal secondo dopoguerra ad oggi è dovuta principalmente alle loro proprietà intrinseche che consentono di riprodurre nuovi formati in forma grezza da manufatti obsoleti, cascami di lavorazione o residui all'infinito, senza perdite qualitative e con un consumo di energia esiguo rispetto alla produzione da minerale. Normalmente non è possibile distinguere una lega metallica prodotta da minerali e concentrati da una prodotta da materie prime secondarie come, per esempio, i rottami. Il metallo così immesso nel mercato viene recuperato, rifiuto e riutilizzato apportando così un necessario e importante contributo allo sviluppo sostenibile.

Attualmente il settore subisce una crescente e sempre più preoccupante concorrenza sia nell'approvvigionamento delle materie prime, sia nei prodotti finali. E' vero che stiamo assistendo ad un trend inarrestabile che porta all'apertura dei mercati e che comporta un generale abbandono delle misure protezionistiche. E' però altrettanto vero che si deve affrontare la questione della pari apertura dei mercati distinguendo una serie di settori produttivi che sono strategici per l'Europa: si deve aver chiaro che l'andamento attuale, indotto dalla regolamentazione dei rapporti tra EU ed alcuni dei nuovi partner commerciali, soprattutto ad Est, porterà ad una sempre crescente dipendenza nell'approvvigionamento di determinate materie prime.

Occorrerà quindi una particolare vigilanza nelle scelte di politica industriale da perseguire.

E prima di tutto occorrerà decidere se si vuole veramente che il futuro dell'Europa sia, per quanto riguarda alcune produzioni strategiche come quelle legate ai metalli ed ai semilavorati, di crescente dipendenza.

Le difficoltà di approvvigionamento del settore hanno tre cause principali e concorrenti:

- i dazi ed i divieti sulle esportazioni di rottami da Russia ed Ucraina;
- il rimborso dell'IVA agli importatori cinesi di rottami di rame;
- i dazi sulle importazioni di materie prime in EU.

L'industria italiana dei metalli non ferrosi pertanto necessita di un attento esame in sede di rapporti bilaterali UE-Russia delle preferenze concesse a questo paese, alla luce della mancanza di misure che dimostrino la volontà di abbattere l'impianto protezionistico ancora in essere; di un'azione della WTO, opportunamente sollecitata dalla Commissione UE, finalizzata ad una corretta applicazione delle norme di adesione alla stessa WTO sottoscritte dalla Cina, facendo particolare riferimento alla concessione di rimborsi delle tasse sull'import agli operatori cinesi; un'attenzione al dumping sociale ed ambientale attuato da alcuni Paesi emergenti, seguito da un esame delle misure che possono adottarsi al fine di indurli ad intraprendere un cammino di avvicinamento agli standard ritenuti universalmente accettabili, per la tutela dei cittadini, consumatori e lavoratori;

Tabella produzioni nazionali	2001 (t)	2002 (t)
Alluminio	765.800	781.700
Rame e leghe	142.200	135.700
Piombo	221.900	192.700
Zinco	178.600	175.800
Cadmio	352	362
Argento	141	116
Totali	1.308.993	1.286.378

Congiunture internazionali e nazionali

Alluminio

Nonostante una congiuntura economica mondiale non brillante la capacità installata per la produzione di alluminio primario nel mondo è cresciuta, nel 2002 di ulteriori 1,3 milioni di t/anno, di cui circa 1 milione nella sola Cina.

La produzione mondiale è ammontata a 26,1 milioni di t con un aumento di 1,6 milioni di t (+6,5%); di queste, quasi 4 milioni di t sono state prodotte in Europa occidentale (+1,1%).

La domanda di alluminio primario nel mondo occidentale, pur registrando un incremento del 4,4%, è rimasta al di sotto del picco raggiunto nel 2000 raggiungendo i 25,6 milioni di t (+6,8%).

L'Europa occidentale ha assorbito 6,2 milioni di t (+4,4%) di cui circa 2,2 milioni di t provenienti dalle importazioni.

La produzione europea di semilavorati è incrementata del 2,6% raggiungendo i 6,7 milioni di t. I laminati hanno visto uno sviluppo del 3,4% in linea col trend di medio periodo, mentre i prodotti estrusi, pur uscendo dal campo negativo con un aumento dell'1,2%, rimangono ancora al di sotto della loro linea di sviluppo tendenziale.

La domanda di prodotti laminati (3,5 milioni di t in Europa occidentale), nonostante un anno di non brillante performance delle industrie clienti, è aumentata di un significativo 4,1% grazie all'incremento delle applicazioni del metallo.

La domanda di estrusi, più sensibile al ciclo economico, è cresciuta di un modesto 0,4% rimanendo al di sotto del proprio tasso di sviluppo tendenziale.

In Italia la produzione di alluminio primario ha fatto registrare un livello di stabilità a 190.000 t. Poco brillante anche l'andamento dei semilavorati di alluminio che hanno segnato un -0,5% complessivo, con differenti andamenti tra i vari comparti. Bene gli estrusi, che sono cresciuti del 2,3% giungendo a 438.100 t, in leggera flessione i trafilati che scendono 26.300 t (-1,1%) e decisamente non bene i laminati con 388.100 t (-3,8%) che però, da fine 2002 sembrano mostrare segni di ripresa.

A sostenere la comunque non rosea situazione dell'estrusione è stato il settore dell'edilizia che negli ultimi tre quarti del 2002 ha conosciuto uno spunto positivo, rientrato poi con la prima parte del 2003 quando, però, si sono manifestati deboli segnali positivi provenienti dal settore industriale.

Per quanto riguarda l'alluminio secondario le quotazioni al LME hanno subito, nel periodo da gennaio ad ottobre, una brusca impennata passando da 1.035 \$/t di inizio d'anno a quasi 1.300 t verso metà marzo. Dopo una fase centrale di riflessività l'anno si è chiuso in ripresa toccando quasi quota 1.500 a febbraio 2003. Dopo un riassetto al ribasso fino a tutto agosto, si è avviata una ripresa in settembre.

La produzione di alluminio secondario in Europa occidentale, sommando anche l'uso diretto di rottami, è stata di 3,6 milioni di t, dei quali 2,5 milioni di t rappresentati da leghe per fonderia, in calo dello 0,9% sull'anno precedente.

Sul piano dell'approvvigionamento di rottami il 2002 è stato caratterizzato da un'estrema difficoltà di reperimento di rottami, esplosa durante il mese di febbraio e continuata per tutto il resto dell'anno; la causa principale, per il mercato europeo rimane la drastica limitazione alle provenienze da Russia ed Ucraina. Questa situazione ha avuto come riscontro una lievitazione dei prezzi d'acquisto che non sempre si sono potuti riversare sui listini.

Nonostante il periodo non certo brillante dell'industria dell'auto nazionale che determina la maggior parte della domanda di leghe per fonderia secondarie, la produzione nazionale è cresciuta a 591.300 t (+2,2%). Le negatività, come per tutta l'industria europea, sono legate all'eccessiva compressione dei valori aggiunti e all'approvvigionamento del rottame, che affligge l'intero comparto dei metalli non ferrosi.

La produzione italiana di getti di fonderia di alluminio è stata di 777.000 t con un incremento del 3,5% rispetto all'anno precedente. Tra le tecniche di colata quella a pressione ha rappresentato il 58,5% dei getti prodotti, quella in conchiglia il 35% ed in sabbia il rimanente 6,5%.

Negli usi finali il settore dei trasporti perde peso scendendo al 55% degli impieghi totali dei getti con 427.400 t, in leggero aumento rispetto all'anno precedente. Nonostante il calo della produzione nazionale di autovetture, il settore ha potuto mantenere un discreto livello produttivo grazie alla maggiore domanda di getti dei costruttori esteri, tedeschi e francesi. L'uso in edilizia e nelle costruzioni ha invece registrato una lieve flessione, i getti per questo settore che comunque rappresenta il 18% del mercato totale, sono scesi a 139.900 t principalmente a causa della battuta d'arresto nella produzione di radiatori per uso domestico. La meccanica generale è cresciuta sensibilmente utilizzando 73.800 t che rappresentano il 9,5% dei getti. Il settore elettromeccanico, in sostanziale stabilità, rappresenta il 9% degli usi per 69.900 t. Infine il settore degli elettrodomestici e macchine per ufficio ha registrato un incremento assorbendo 66.000 t di getti che rappresentano l'8,5% del mercato totale.

Rame

Il bilancio mondiale 2002 per il rame raffinato mostra ancora un surplus di offerta di 214.000 t, nonostante la produzione di rame raffinato sia diminuita a 15,29 milioni di t (-1,5%), mentre la domanda globale è aumentata a 15,07 milioni di t con un incremento del 3,8%.

Hanno mostrato un declino della produzione la Russia (-5,6%), il Giappone (-1,8%) gli USA (-16,6%) mentre è in crescita l'UE (+2,1%). L'aumento della domanda globale è stato guidato dalla Cina (+21,1%) e dagli altri Paesi asiatici con la sola eccezione del

Giappone (-2,2%), mentre sono ugualmente in diminuzione gli impieghi le altre due aree industrializzate dell'UE (-3,1%) e degli USA (-5,5%).

La domanda di semilavorati nelle aree industrializzate (UE, USA e Giappone) è diminuita del 3,7%, con un andamento peggiore per quanto riguarda l'Europa (-5,8%).

Questa pesante situazione, che si protrae per il secondo anno consecutivo, ha determinato alcune chiusure di impianti in Francia e Regno Unito, ma ciò non ha portato ad un miglior equilibrio tra domanda ed offerta, che rimane eccedente, e quindi i margini continuano a rimanere compressi.

In Italia la produzione di rame raffinato e leghe (137.700 t) ha fatto registrare un calo del 4,6%, dovuto prevalentemente alla minor produzione di pani di bronzo e ottone per fonderia.

La produzione di semilavorati di rame e leghe (1.258.800 t) è scesa dell'1,5% con una diminuzione dello 0,3% per quelli di rame (576.100 t) e del 2,5% per quelli di leghe (683.700 t). Nonostante il positivo trend nell'edilizia la produzione di laminati di rame è scesa dell'11,5%, mentre più profonda è la crisi nella produzione di laminati di lega (-24,4%). Lo stesso trend negativo ha investito anche la produzione di tubi di rame (-2,2%), mentre quelli in lega hanno segnato un leggero aumento (+1,1%) principalmente nel comparto del cupronichel. Dopo due anni di decrementi è finalmente in ripresa la produzione di filo e corde (+3,7%).

La barra d'ottone è scesa dello 0,5% in conseguenza della crisi del settore del valvolame che è ancora presente nel 2003. Le prospettive per questo settore sono incerte. Il mercato della rubinetteria è stabile, ma permangono le difficoltà sia per l'export, a causa degli elevati valori dell'euro sia, soprattutto, per la difficoltà di approvvigionamento di materia prima.

I getti di leghe di rame prodotti nel 2002 ammontano a 110.000 t, in calo del 3,9% rispetto all'anno precedente. Due i motivi principali di questo risultato negativo: l'andamento stagnante del settore delle costruzioni ma, ancora più grave, la forte concorrenza dei produttori del Far East, cinesi in testa, sul mercato del valvolame e della rubinetteria. Questa situazione ha fortemente pregiudicato uno dei più importanti distretti di questa industria, il polo di Lumezzane, nel quale sono attivi tutti gli elementi della filiera dell'ottone: dalla produzione della barra e dei panetti, alla fonderia ed allo stampaggio.

Zinco

La domanda totale mondiale ha raggiunto il livello record di 8,98 milioni di t (+2,1%).

La domanda europea di zinco raffinato è rimasta stabile per il terzo anno consecutivo a poco più di 2,7 milioni di t ed anche negli USA si è registrata stabilità ma, al contrario dell'Europa, ben al di sotto del picco raggiunto nel 2000.

Per la prima volta dal 1983 la produzione mineraria è diminuita dello 0,9%, mentre la domanda cinese di concentrati è giunta al livello record di 391.000 t, gran parte delle quali approvvigionate nel mondo occidentale.

Nonostante le numerose chiusure temporanee di impianti il totale del metallo raffinato prodotto è aumentato del 2% raggiungendo 9,42 milioni di t. La produzione cinese è, al contrario, diminuita del 3,8% a fronte di consumi interni crescenti, soprattutto per la galvanizzazione, e ciò ha causato la caduta brusca del 22,4 % delle sue esportazioni verso il mondo occidentale.

Nel corso del 2002 il consumo di zinco raffinato in Italia ha recuperato buoni livelli dopo la caduta netta dell'anno precedente raggiungendo 375.200 t, con un incremento del 5,7% rispetto al 2001.

Il quadro generale dimostra che una crescita si è verificata nel settore della zincatura (+2,8%) ed in quello degli usi chimici (+5,2%), mentre diminuzioni sono riscontrabili in tutti gli altri ed in particolare nei semilavorati (-11,2%) e nelle leghe di zinco (-1,8%).

L'industria metallurgica italiana sta attualmente fronteggiando una situazione di cronica scarsità nell'approvvigionamento dei rottami tanto da indurre una crescente sostituzione di questi ultimi con zinco raffinato.

E' questo il motivo principale dell'incremento avvenuto negli impieghi del metallo, in particolare nel settore dell'ottone e nei getti di fonderia.

Per quanto riguarda le produzioni di zinco raffinato, sono state, nel 2002, 175.800 t con una diminuzione dell'1,6 % rispetto al 2001, ripartite rispettivamente in 126.600 t di zinco primario e 49.200 di zinco secondario.

Per quanto infine riguarda l'andamento dei consumi di zinco raffinato nell'anno in corso è prevedibile che si realizzi una leggera diminuzione a 370.000 t (-1,4%) a causa del rallentamento generale delle attività produttive.

Piombo

Durante il 2002 il mercato del piombo raffinato nel mondo occidentale è rimasto pressoché in equilibrio.

Nonostante la continua e rilevante crescita degli impieghi in Cina, principalmente per lo sviluppo della produzione di veicoli, l'uso mondiale di metallo raffinato è sceso, per il secondo anno consecutivo, dell'1,6% a 6,36 milioni di t.

La causa preponderante è stata la contrazione subita dalla domanda statunitense (-12,6%) proveniente dal settore degli accumulatori piombo-acido di tipo industriale per i settori delle telecomunicazioni e delle infrastrutture per l'information technology.

La domanda europea, scesa del 2,8%, si è rivelata meno volatile, in quanto ormai da anni strettamente dipendente dalla produzione di batterie d'avviamento, sia di primo impianto che, soprattutto, di sostituzione, e quindi legata all'evoluzione del settore auto.

La produzione mineraria è diminuita in modo generalizzato in tutti i continenti, con una contrazione globale dell'8,9% a 2,72 milioni di t, la più grave dal 1993.

Numerose miniere cinesi, nella provincia di Guangxi, sono state chiuse nel corso dell'anno con una perdita del 10,2% dell'output minerario interno; come conseguenza è stata forte, per il secondo anno consecutivo, la domanda della Cina sul mercato internazionale dei concentrati, mentre sono diminuite del 14,6% le esportazioni nette di metallo raffinato da questo Paese.

La produzione di metallo raffinato è scesa in Europa del 6,5% a 1,75 milioni di t.

Anche negli USA ed in Giappone si sono avuti cali produttivi, rispettivamente del 3,7% e dell'8,6%. Gli aumenti della produzione di metallo realizzati da Australia, Cina, Canada e Corea hanno parzialmente compensato la diminuzione che si è assestata allo 0,7% con 6,47 milioni di t.

E' ulteriormente cresciuta fino al 62,2% la quota di metallo raffinato prodotto da materiali secondari, principalmente batterie piombo-acido esauste, al massimo livello storico.

In Italia, nonostante la congiuntura economica generale abbia mostrato segni di diffusa debolezza l'uso di piombo nel 2002 è leggermente aumentato arrivando a 286.800 t (+1,3% rispetto al 2001).

Il principale settore d'impiego è la produzione di accumulatori piombo-acido, passato da 210.000 t nel 2001 a 216.000 nel 2002 (+2,9%) - oltre il 75% dell'intero consumo di piombo. All'interno di questo settore il comparto delle batterie per avviamento ha visto una crescita più sostenuta mentre è si è ridotta la produzione di batterie industriali.

L'impiego di piombo per usi chimici rimane il secondo settore con oltre il 10% del totale (29.400 t). Di queste 20.900 t sono utilizzate nella produzione di ossidi di piombo impiegati principalmente nel settore delle ceramiche.

Segue con il 9% la produzione di semilavorati, in leggero aumento passando da 25.800 t nel 2001 a 26.200 t nel 2002.

Per quanto attiene la rilevazione dei livelli produttivi, si riscontra nell'anno una contrazione del 13,2% con 192.700 t. Di queste, 40.800 t sono state di piombo primario e 151.900 t di piombo secondario. Vale a dire un calo del 29,5% di piombo prodotto da materiali minerari e del 7,4% di piombo prodotto da materiali vari con contenuti in piombo (rottami di batterie, rottami vari, fanghi, scorie, etc.).

Metalli preziosi

La domanda di oro nel mondo è diminuita, nel 2002, del 9,4% attestandosi a 3.414,5 t. Tutte le forme di impiego hanno mostrato segni di debolezza: i consumi privati scendono del 10,1% e fra questi la gioielleria, il settore di gran lunga il più importante, dell'11,0% con 2.726,7 t. L'oro per impieghi industriali è diminuito del 3,2% a 278,4 t, ed anche il settore dentale, con 68,7 t mostra un leggero calo dello 0,4%.

Anche la domanda mondiale di argento è scesa a 838,2 milioni di oz (-3,5%), a causa della caduta degli impieghi in gioielleria nell'area indiana; in leggero aumento, invece, la domanda nel resto del mondo. Nel settore fotografico la diminuzione è stata del 4% ed è il terzo anno di declino dovuto alla crescente diffusione delle fotocamere digitali che si aggiunge alla generale crisi del turismo. Il comparto radiografico continua invece il proprio trend positivo. La produzione mondiale di argento nel 2002 è stata di 585,9 milioni di oz (+1%). Nonostante il basso prezzo del metallo la produzione mineraria primaria è aumentata dell'8% mentre è scesa la produzione associata ad altri metalli come l'oro (-10%), il piombo-zinco (-3%) ed il rame (-1%).

L'offerta totale di platino nel 2002 è stata di 5,97 milioni di oz, con un incremento dell'1,9%. Il Sud Africa ha contribuito per quasi il 75% aumentando la propria produzione a 4,45 milioni di oz (+8,5%) e compensando il calo della Russia, scesa a 0,98 milioni di oz (-24,6%). La domanda, in crescita del 5,0% a 6,54 milioni di oz, è stata trainata dagli impieghi nei catalizzatori per auto e nella gioielleria che, insieme assorbono oltre l'80% del totale. Continua la crescita del metallo riciclato da catalizzatori esausti che ormai copre oltre il 20% degli impieghi in questo settore.

La produzione 2002 di palladio è caduta drasticamente. L'output della Russia, il principale produttore, è stato meno della metà dell'anno precedente, scendendo da 4,34 a 1,93 milioni di oz; il totale prodotto è quindi stato di 5,25 milioni di oz, il 28,3% in meno.

Il principale settore d'impiego, le marmitte catalitiche, ha visto una riduzione del 39,5% scendendo a 3,08 milioni di oz, mentre tutti gli altri hanno mostrato trend positivi: in

particolare le leghe dentali (+3,4%), l'industria elettronica (+6,0%) e la gioielleria (+13%).

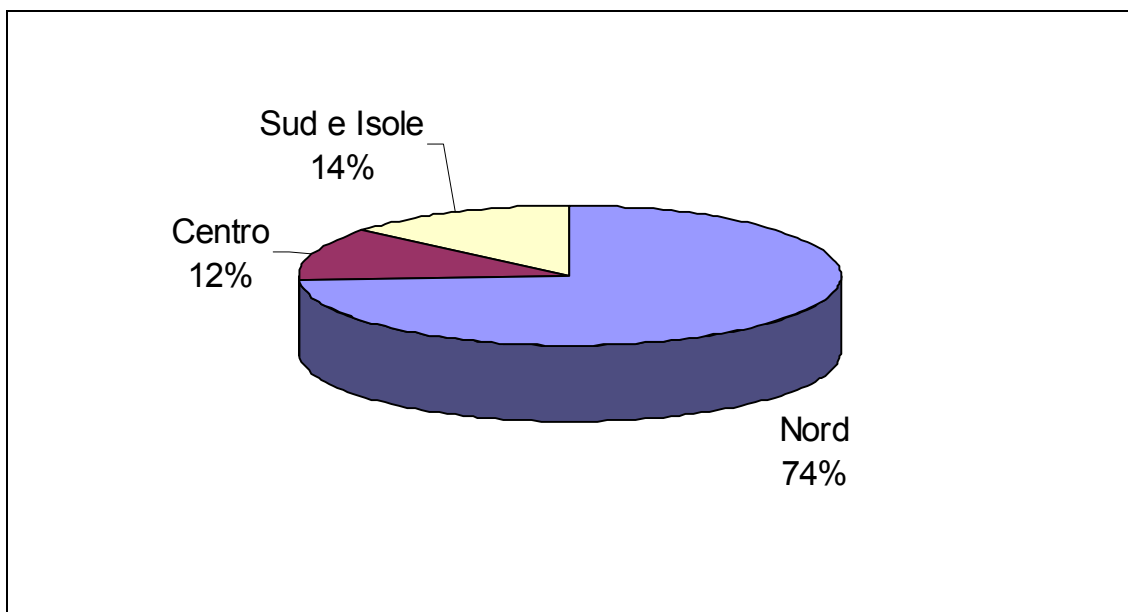
In Italia le flessioni produttive relative ai metalli preziosi sono state consistenti. L'oreficeria nel 2002 è calata mediamente del 20%, con punte fino al 40% per l'argenteria pesante (vassoi, posate ecc.).

I prodotti di oreficeria ed argenteria hanno scontato anche il fatto che la moda si sia orientata verso altri materiali, ad esempio prodotti di acciaio e/o titanio, di prezzo ben più alto degli omologhi di oro e argento. La pesante ricaduta sulle aziende del settore, è stata affrontata, da alcuni, con lo sviluppo e l'acquisizione di nuove e più elevate tecnologie, che hanno però elevato, corrispondentemente, il rischio d'impresa se la tendenza dovesse rivelarsi di natura strutturale.

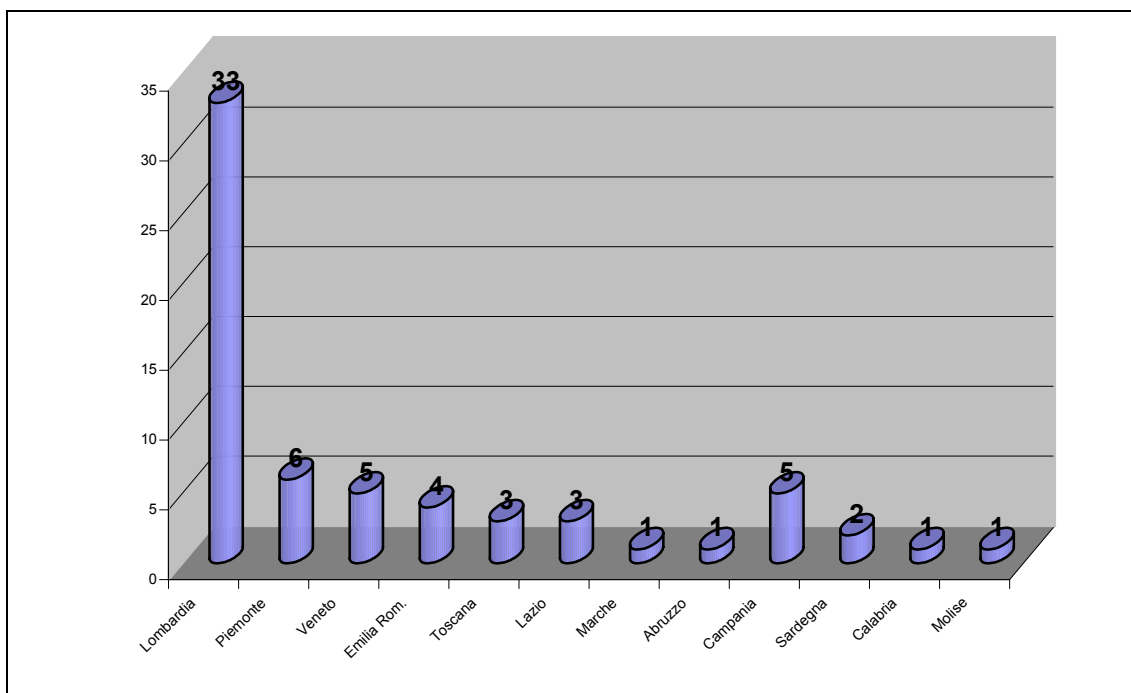
Meno peggio sono andati platino e palladio. Quest'ultimo, il cui prezzo si è ridimensionato a un quarto rispetto a qualche anno fa, ha visto leggermente aumentare i consumi nelle leghe dentali, nell'elettronica e nella galvanica.

La distribuzione territoriale

Non tutte le attività di questo comparto industriale ricadono nella normativa IPPC. Si stima che il numero di impianti soggetti alla normativa sia circa una sessantina (per l'esattezza 65 – l'indagine è stata condotta tra le aziende associate ad Assomet, non può essere considerato come quadro nazionale completo). Nel triangolo industriale comprendente le regioni Piemonte, Lombardia, Veneto ed Emilia Romagna si concentra il 75% ca. delle imprese. Nucleo centrale di quest'area è, ovviamente, la Lombardia dove sono insediate circa il 50% del totale delle imprese. Nel resto d'Italia troviamo un'interessante concentrazione in Campania dove sono presenti circa il 10% degli stabilimenti. Nelle altre regioni sono presenti solo alcuni impianti, alcuni di grandi dimensioni. In Sardegna, per esempio, sono presenti solo due impianti, ma qui si concentra la quasi totalità della produzione italiana primaria (intesa come produzione da minerale e concentrati) di alluminio, zinco e piombo.

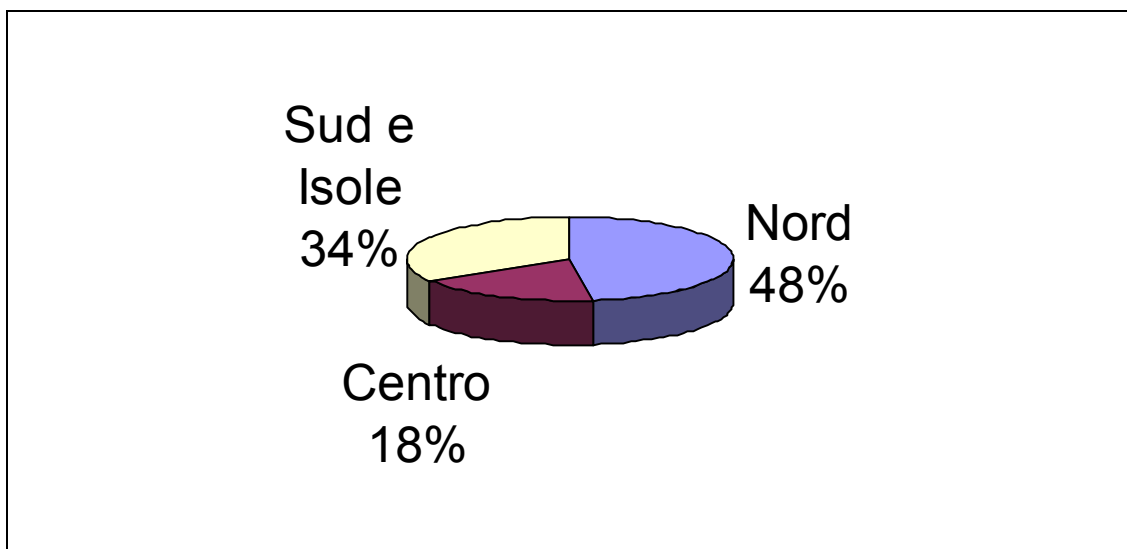


La suddivisione regionale



Gli addetti del settore

Il numero degli addetti facenti capo ad aziende soggette alla normativa IPPC è di difficile individuazione poiché molte imprese sono dotate di più unità produttive, le quali non sono tutte necessariamente soggette IPPC. I dati elaborati devono essere quindi presi in considerazione con le dovute cautele. Le taglie delle aziende variano moltissimo; si va dalle poche unità ad alcune migliaia. La maggior parte delle aziende ha da 50 a 200 dipendenti. Osservando i precedenti dati della distribuzione territoriale è facile individuare la Lombardia come regione leader del settore. Qui si concentrano circa 5.000 degli oltre 11.500 addetti totali. A causa delle sopracitate differenti dimensioni aziendali al secondo posto troviamo la Sardegna con circa 3.300 addetti e la Toscana con circa 2.000.



DESCRIZIONE DELLE ANALISI ELABORATE IN AMBITO COMUNITARIO PER LA INDIVIDUAZIONE DELLE BAT, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO, OVE DISPONIBILI, ALLE CONCLUSIONI DEI BREF

Il BRef comunitario descrive le tecniche per la produzione di metalli non ferrosi, sia da materia prima sia da materiali di recupero. Le numerose analogie nella produzione primaria e secondaria rendono impossibile, in molti casi, operare una distinzione tra le tecniche impiegate. La produzione secondaria di metalli non ferrosi comprende la produzione di metalli da materie prime secondarie (compreso il rottame) ed i processi di rifusione e formazione di leghe. È altresì compresa la produzione di anodi di carbonio e grafite (punto 6.8 dell'allegato I della direttiva IPPC) in quanto parte integrante del processo produttivo in alcuni impianti di produzione alluminio primario.

Nei paesi dell'UE è stata censita la produzione di 42 tra metalli non ferrosi e ferroleghe. Sono stati individuati 10 gruppi di metalli caratterizzati da metodi di produzione analoghi.

Questi gruppi sono:

- Cu e relative leghe, Sn e Be
- Al e relative leghe
- Zn, Pb, Cd, Sb e Bi
- Metalli preziosi
- Mercurio
- Metalli refrattari, ad esempio Cr, W, V, Ta, Nb, Re, Mo.
- Ferroleghe, ad esempio FeCr, FeSi, FeMn, SiMn, FeTi, FeMo, FeV, FeB.
- Alcali e metalli alcalino terrosi, Na, K, Li, Sr, Ca, Mg e Ti
- Ni e Co
- Elettrodi di carbonio e grafite

Come già detto in premessa, questo documento è stato redatto in funzione delle attività più diffuse nel nostro Paese. Le attività produttive con una maggiore presenza nel territorio sono principalmente associate ai metalli alluminio, rame, piombo e zinco che coprono sostanzialmente i primi tre punti della lista sopra proposta. Per questi metalli, nel seguito, si individuano ed analizzano tutti gli aspetti inerenti l'applicazione in Italia delle MTD.

Eventuali informazioni per produzioni nazionali di altri metalli, potranno essere comunque trovate nel testo del BRef comunitario sui metalli non ferrosi e nel paragrafo di questo documento dedicato ai processi comuni.

Le produzioni di metalli radioattivi e quella di semiconduttori non sono trattate nel BRef. Sono trattati, invece, gli impianti di cui al punto 2.1 dell'allegato I della direttiva IPPC, cioè gli impianti di agglomerazione ed arrostimento. Questi ultimi sono suddivisi in due categorie:

- impianti integrati al processo di produzione del metallo di cui al punto 2.5, lettera a) e b);
- arrostimento e agglomerazione effettuati come processi autonomi, ad esempio l'arrostimento di solfuro di molibdeno.

Esistono collegamenti con il settore della produzione di composti chimici, anche se i processi impiegati presentano caratteristiche specifiche. In particolare, nel Bref sono trattati i seguenti processi:

- produzione di prodotti di zolfo - quali zolfo elementare, diossido di zolfo e acido solforico;
- produzione di ossido di zinco;
- produzione di composti di nickel;
- produzione di CaSi e Si, dallo stesso forno della produzione di ferrosilicio
- produzione di ossido di alluminio dalla bauxite.

Nel Bref sono anche incluse la descrizione delle operazioni di: laminazione, trafilatura e stampaggio dei metalli non ferrosi, mentre le fonderie sono trattate in un altro specifico documento.

Il documento comunitario è strutturato in tredici capitoli: informazioni generali (capitolo 1), processi comuni (capitolo 2) e processi della produzione metallurgica per i dieci gruppi di metalli considerati (capitoli da 3 a 12). Il capitolo 13 riporta le conclusioni e le raccomandazioni. Sono acclusi anche allegati che illustrano i costi e le normative internazionali.

Ogni capitolo da 2 a 12 comprende sezioni sulle tecniche e sui processi applicati, sugli attuali livelli di consumo e di emissione, sulle tecniche da prendere in considerazione nella determinazione delle BAT e sulle conclusioni in merito alle BAT. Nel capitolo 2 le conclusioni sulle BAT riguardano la movimentazione e lo stoccaggio dei materiali, il controllo del processo, l'abbattimento e la raccolta dei gas, l'eliminazione delle diossine, il recupero del diossido di zolfo, l'abbattimento di mercurio, il trattamento degli effluenti ed il riutilizzo dell'acqua.

I principali aspetti ambientali

Le principali emissioni connesse ai processi di produzione di ciascun gruppo di metalli riguardano:

- per la produzione di rame: SO₂, polveri, CO, composti metallici, composti organici, compresa la possibile formazione di diossina durante il trattamento di materiale secondario; acque reflue contenenti composti metallici; residui quali: rivestimenti dei forni, fanghi, polvere dei filtri e scorie;
- per la produzione di alluminio: fluoruri (compreso HF), polveri, composti metallici, SO₂, COS, idrocarburi policiclici aromatici, COV, gas a effetto serra (PFC e CO₂), la possibile formazione di diossina durante il trattamento di materiale secondario, cloruri e HCl; residui della produzione quali: fanghi rossi, rivestimenti refrattari delle celle elettrolitiche dismesse ("spent pot lining"), polvere dei filtri e scorie; acque di scarico contenenti composti metallici, oli ed ammoniaca;
- per la produzione di piombo, zinco e cadmio: polveri, composti metallici (compresi Pb e Cd metallici), COV compresa la possibile formazione di diossina durante il trattamento di materiale secondario, SO₂ e nebbie di gas acidi; acque di scarico contenenti composti metallici; residui della produzione quali: fanghi, polvere dei filtri e scorie;

- per la produzione di metalli preziosi: COV, polveri, composti metallici, diossine, NO_x, cloro e SO₂. Residui della produzione quali: fanghi, polvere dai filtri e scorie; acque di scarico contenenti composti metallici e organici;
- per la produzione di mercurio: vapori di mercurio, polveri, composti metallici, SO₂ e gas acidi di altro tipo; acque di scarico contenenti composti metallici; residui della produzione quali: fanghi, polvere dei filtri e scorie.
- per la produzione di metalli refrattari, polveri di metalli duri e carburi metallici: polveri, metalli duri allo stato solido e composti di metalli, acque di scarico (composti di metalli), residui della produzione quali polvere dei filtri, fango e scorie. Per il trattamento di tantalio e niobio sono impiegate sostanze chimiche come fluoruro di idrogeno (HF), molto tossiche, pertanto risulta necessario adottare le dovute cautele durante le fasi di movimentazione e stoccaggio;
- per la produzione di ferroleghie: polveri, composti metallici, CO, CO₂, SO₂, acque di scarico contenenti composti metallici; residui come polvere dei filtri, fanghi e scorie; recupero di energia;
- per la produzione di metalli alcalini ed alcalino-terrosi: cloro, HCl, diossina, SF₆, polveri, composti metallici, CO₂ e SO₂; acque di scarico contenenti composti metallici, residui della produzione quali fanghi, alluminato, polvere dei filtri e scorie;
- per la produzione di nickel e cobalto: COV, CO, polveri, composti metallici, SO₂, cloro e gas acidi, acque di scarico contenenti composti metallici e organici; residui della produzione quali: fanghi, polvere dei filtri e scorie;
- per la produzione di carbonio e grafite: idrocarburi policiclici aromatici, idrocarburi, polveri e SO₂, residui della produzione come la polvere dei filtri.

La tipologia di materie prime impiegate costituisce un fattore rilevante che incide sull'impiego di energia, sul volume di residui prodotti e sulla quantità di altri materiali utilizzati. Le emissioni in atmosfera dipendono dai sistemi di raccolta e/o di abbattimento utilizzati.

Per ridurre le emissioni di polvere e dei composti metallici, i gas di processo vengono raccolti e quindi depurati in filtri a manica. I filtri a manica di nuova concezione presentano notevoli miglioramenti sotto il profilo della prestazione, dell'affidabilità e della durata. Per eliminare diossine e COV si usano impianti di postcombustione e/o assorbimento su carbone attivo.

Le emissioni di polveri che provengono dallo stoccaggio, dalla movimentazione e dal pre-trattamento di materie prime, dove le emissioni diffuse hanno un ruolo importante, sono solo marginalmente trattabili. Le emissioni diffuse possono assumere una rilevanza anche maggiore rispetto alle emissioni raccolte e abbattute.

In molti processi i sistemi di raffreddamento e l'acqua di processo sono a circuito chiuso, ciò consente di limitare la possibilità di scaricare acqua contaminata. Nel settore anche la produzione di residui è un fattore significativo. I residui presentano tuttavia quantità di metallo che si possono recuperare ed è prassi consueta utilizzarli sul luogo di produzione o in altri impianti per il recupero del metallo. Molte delle scorie prodotte sono inerti, non lisciviabili, e sono utilizzate per applicazioni di ingegneria civile.

Altre, come la scoria salina, possono essere trattate per il recupero di componenti da utilizzare in altri settori industriali.

PROCESSI COMUNI

Considerata la complessità e la molteplicità delle produzioni di metalli non ferrosi in Italia, si è scelto in questo documento di descrivere, separatamente, i processi che si possono ritenere comuni a tutte le attività di produzione e trasformazione di metalli non ferrosi. Il documento proporrà, successivamente, le descrizioni specifiche dei processi che caratterizzano ciascuna produzione di rilievo nel panorama italiano.

Descrizione dei processi comuni per i quali sono analizzate le migliori tecniche disponibili anche con riferimento alle analisi comunitarie descritte nel BRef

Ricezione, movimentazione e stoccaggio dei materiali grezzi e dei residui

I materiali utilizzati nella produzione di metalli non ferrosi includono: minerali e concentrati; materiale grezzo secondario (rottami, schiumature, polveri da camini o filtri, scarti, scorie etc.); combustibili solidi, liquidi e gassosi; prodotti chimici (es. reagenti) e gas, impiegati nei processi e nei sistemi di abbattimento o prodotti durante i processi; residui.

Le tecniche impiegate dipendono dal tipo di materiale e sono riassunte nella tabella seguente.

LG MTD Metalli non ferrosi - 4 giugno 2004

Materiale	Metalli	Metodo di movimentazione	Metodo di stoccaggio	Commenti
Concentrati: Soggetti a formazione di polvere Non soggetti	Tutti	Convogliatori chiusi o pneumatici Convogliatori coperti	Edificio chiuso Deposito coperto	Prevenzione della contaminazione delle acque
Materiale a grana fine – polveri metalliche	Metalli refrattari	Convogliatori chiusi o pneumatici Convogliatori coperti	Bidoni, silos, serbatoi chiusi	Prevenzione della contaminazione delle acque e delle emissioni diffuse in aria
Materia prima secondaria: Grande Piccola Sottile Sfrido	Tutti	Caricatore meccanico Benne di carico Chiuso o in agglomerati	Aperto Aree coperte Chiuso, se polverosi Coperto	Prevenzione della contaminazione delle acque Reazioni con l'acqua Drenaggio dell'olio
Flussanti: Formanti polvere Non formanti polvere	Tutti	Convogliatori chiusi o pneumatici Convogliatori coperti	Edificio chiuso Deposito coperto	Prevenzione della contaminazione delle acque
Combustibile solido e coke	Tutti	Convogliatori coperti	Deposito coperto	Se non formanti polvere
Combustibili liquidi e GPL	Tutti	Condutture su sostegni aerei	Stoccaggio certificato Aree perimetrate	Recupero vapori delle linee di distribuzione
Gas di processo: Ossigeno Cloro, CO	Tutti Al, Metalli preziosi	Condutture su sostegni aerei Condutture a pressione ridotta	Stoccaggio certificato	Monitoraggio della perdita di pressione Allarmi per i gas tossici
Solventi	Cu, Zn, Metalli preziosi, Carbonio	Condutture su sostegni aerei Manuale	Bidoni, serbatoi	Recupero vapori delle linee di distribuzione
Prodotti: catodi, vergelle, billette, lingotti, torte	Tutti	Dipende dalle condizioni	Area cementata aperta o stoccaggio coperto	Sistema di drenaggio appropriato
Residui di processo destinati al recupero	Tutti	Dipende dalle condizioni	Aperto, coperto o chiuso in funzione della formazione di polvere e della reazione con l'acqua	Sistema di drenaggio appropriato
Rifiuti da smaltire (es. rivestimenti di forni)	Tutti	Dipende dalle condizioni	Aree aperte, coperte o chiuse, o sigillato (bidoni), in funz. del materiale	Sistema di drenaggio appropriato

Potenziiali emissioni

Si tratta in genere di emissioni diffuse che è difficile quantificare. Esiste la potenzialità di emissioni di COV in aria e di oli in acqua o nel suolo, durante il trasferimento e lo stoccaggio di liquidi e gas. Sono possibili emissioni di COV dai serbatoi e da eventuali perdite sui condotti.

Durante le operazioni di carico e scarico, trasferimento e stoccaggio di materiale solido, sono possibili emissioni di polveri e metalli in aria e nel suolo e la risospensione di polvere dalle aree di stoccaggio e dai condotti. Solidi sospesi, olio e vari anioni (es. solfati) possono essere altresì immessi in acqua. Altre emissioni, in aria e in acqua, dipendono dalla presenza e dal tipo di impurità nella materia prima secondaria (acidi, oli, contaminanti organici). Alcuni materiali possono reagire con l'umidità formando ammoniaca o altri gas. Potenziali emissioni in aria e in acqua provengono dai prodotti chimici e dai gas di processo. Esiste infine il potenziale rischio di esplosione o incendio per i combustibili e per alcuni materiali piroforici.

Pretrattamento e trasferimento dei materiali grezzi

Comprende l'insieme di operazioni necessarie ad ottenere un materiale di alimentazione controllato ed affidabile per il processo principale.

Essiccazione. Si applica a: concentrati e flussanti. E' ottenuta mediante applicazione di calore in maniera diretta tramite un bruciatore o con getti di vapore, o indiretta mediante scambiatori di calore a serpentina alimentati a vapore o ad aria calda. Spesso vengono utilizzati il calore prodotto nei processi piro-metallurgici o la combustione di gas di scarico ricchi di CO.

Frammentazione e riduzione di dimensioni. Si applica a: scoria, batterie. Per la frammentazione meccanica, vengono utilizzati diversi tipi di frammentatori, tra cui quelli a cono e sfera, su materiale secco e umido. La frammentazione a secco è una potenziale fonte di emissione di polveri, per cui vengono usati sistemi di estrazione e abbattimento. Nella granulazione (frammentazione ad acqua) la scoria fusa viene gettata in un bagno d'acqua o colata attraverso un getto d'acqua, per ridurla in piccole particelle per vari impieghi. I processi di granulazione possono generare polveri fini e aerosol, che devono essere controllati.

Miscelazione. Si applica a: concentrati e flussanti. E' effettuata per mescolare materia prima di diversa qualità o per combinare il minerale con flussanti o riducenti. Viene eseguita in dispositivi appositi durante le fasi di macinatura, convogliamento, essiccazione o stoccaggio. Miscele accurate vengono ottenute mediante tramogge con celle di carico, nastri pesatori o con controllo o con tramogge con controllo di volume. L'operazione di miscelatura può produrre molte polveri, per cui vengono usati alti livelli di contenimento ed estrazione. Per lo stesso motivo viene effettuata la miscelatura ad umido; il fango prodotto viene poi essiccato e passato al processo di pellettizzazione.

Bricchettatura, pellettizzazione ed altri metodi di agglomerazione. Si applica a: concentrati, flussanti e residui.. Tra le tecniche impiegate vi sono la paccottatura di fili metallici o piccoli rottami, compressione in formelle, estrusione o laminazione di paste, pellettizzazione in un disco o in un cilindro rotante. Spesso vengono aggiunti: agenti di rivestimento e leganti (es. molasse, calce, silicato di sodio), le frazioni più grossolane delle polveri di filtro ed eventualmente pece per aumentare la coesione a verde.

Sinterizzazione e calcinazione. Si applica a: concentrati e flussanti. Questi processi sono utilizzati per modificare le dimensioni della materia prima o la sua composizione chimica, per renderle adeguate ai processi successivi. L'agglomerazione e la sinterizzazione permettono un più omogeneo flusso del gas attraverso il letto del forno e riducono la formazione di polvere, il volume di gas e le emissioni diffuse. Gli impianti di sinterizzazione impiegano una griglia mobile o continua, oppure una cinghia di acciaio per trasportare il materiale attraverso le zone di riscaldamento e raffreddamento. I gas vengono fatti passare verso l'alto o verso il basso attraverso il letto di materiale. Sono anche utilizzate macchine di sinterizzazione che impiegano una combinazione delle fasi a corrente verso l'alto e verso il basso: queste sono in grado di ridurre il volume di gas e le emissioni diffuse; inoltre permettono un efficiente recupero del calore. La sinterizzazione di minerali sulfurei è esotermica; per altri materiali viene impiegato come combustibile il gas naturale. I gas caldi vengono in genere riutilizzati per pre-riscaldare il letto o l'aria di combustione.

La calcinazione viene effettuata in forni rotativi, a letto fluido o a suola con crogiolo multiplo.

Processi di fumigazione. Si applica a: scorie, polveri di filtri. Sono usati per fumigare i metalli volatili (es. piombo o zinco) dal substrato. Il processo avviene a temperature elevate e sfrutta una fonte di carbonio. Sono comunemente utilizzati forni di Waeltz e forni di fumigazione della scoria.

Eliminazione di rivestimenti e oli. Viene effettuata sulla materia prima secondaria per ridurre il contenuto di materiale organico. Variazioni non trascurabili del contenuto organico nella materia prima possono rendere inefficiente la combustione in alcuni forni, producendo grandi volumi di gas di combustione contenenti composti organici residui. Tali eventi possono generare emissioni significative di fumo, diossine e polveri metalliche, a meno di non utilizzare efficienti sistemi di raccolta e combustione dei gas. L'eliminazione dei rivestimenti di rottami contaminati direttamente nel forno è di solito meno efficiente dell'eliminazione in un forno separato, a causa della maggior produzione di scoria, ma alcuni forni sono appositamente progettati per ricevere contaminati organici.

Per queste operazioni sono impiegati processi di lavaggio e pirolisi, ed eventualmente la centrifugazione per recuperare gli oli. La rimozione dell'olio e di alcuni rivestimenti viene ottenuta in un forno appositamente progettato, detto essiccatore (swarf dryer); per volatilizzare olio e acqua, nella maggior parte dei casi viene usato un forno rotativo a bassa temperatura. Per distruggere i composti organici viene usato un post-combustore a temperatura elevata (maggiore di 850 °C), con filtraggio dei gas prodotti. Per rimuovere lo strato isolante da cavi o altri rivestimenti viene usata spesso la rimozione meccanica. Un'altra tecnica è il lavaggio con solventi e detergenti; i sistemi più comuni sono a vapore di solvente con condensatori integrati, che vengono anche usati per operazioni di sgrassaggio.

Incenerimento e pirolisi. Si applica a: pellicole fotografiche, catalizzatori etc., per concentrare metalli preziosi o recuperare nichel. Sono anche usati per pretrattare i catalizzatori allo scopo di rimuovere il contenuto organico. Sono processi condotti a bassa temperatura per i quali deve essere considerata la potenziale formazione di diossine. I gas prodotti sono trattati in un post-combustore con filtro a manica. Vengono usati semplici forni a scatola e rotativi.

Lisciviazione. Materiali grezzi e residui. È utilizzata per rimuovere le impurità da alcuni concentrati e da materia prima secondaria e per rimuovere il contenuto di cadmio,

cloruri e solfati dai residui. La pre-lisciviazione è anche utilizzata per rimuovere metalli da matrici complesse o per concentrare metalli preziosi. Sono impiegati processi di lavaggio a circuito aperto o chiuso; in quest'ultimo caso viene effettuato uno spurgo della soluzione. L'acqua impiegata viene trattata prima dell'eliminazione.

Tecniche di separazione. Materia prima secondaria. La tecnica più comune è la separazione magnetica (per eliminare il ferro). Altri metodi sono la separazione per densità o tramite un mezzo denso, la classificazione mediante aria, la flottazione. Forni a riverbero con suola inclinata vengono usati per lasciare le impurità a più alto punto di fusione sul crogiolo durante la fusione di zinco, alluminio e piombo. Altre tecniche di separazione, mediante sistemi di rilevamento automatico nel visibile, UV, IR etc. sono usati, in combinazione con classificatori meccanici o pneumatici, ad es. per la lavorazione delle batterie.

Sistemi di carico e trasferimento Sono utilizzati per convogliare il materiale tra le fasi di pre-trattamento e il processo principale. Vedi metodi di movimentazione dei materiali grezzi.

Potenziiali emissioni

Polveri metalliche e non; acque contaminate nei processi di lisciviazione ed eliminazione dei rivestimenti; diossine e COV nei processi di incenerimento e pirolisi; SO₂ nei processi di sinterizzazione e di essiccazione di materiale sulfureo; rischio di incendio nell'essiccazione di materiale piroforici; Possibile rilascio in atmosfera di fumi, gas acidi, fuliggini e polveri; rilascio di metalli in acqua dai processi di granulazione e filtraggio.

Minimizzazione e cattura di gas e fumi

I principali metodi di cattura sono: l'impiego di sistemi a forno sigillato, la localizzazione in aree chiuse e l'uso di cappe.

I dati a disposizione confermano che le emissioni diffuse possono essere elevate in molti processi, e possono assumere una rilevanza anche maggiore rispetto alle emissioni catturate e abbattute.

La cattura di gas comporta il movimento di grossi volumi d'aria e quindi grandi consumi d'energia, che vengono minimizzati con accorgimenti progettuali (su cappe, condotti e ventole) mirati ad aumentare il tasso di raccolta e minimizzare le masse d'aria spostate. Importante, a questo scopo, è la conoscenza delle caratteristiche dei gas da catturare e il monitoraggio di alcune variabili quali volume, pressione e temperatura dei gas.

Definizione (sulla base dell'approfondimento e dell'estensione delle analisi svolte in sede comunitaria), della lista delle migliori tecniche per la prevenzione integrata dell'inquinamento per i processi comuni

Ricezione, movimentazione e stoccaggio dei materiali grezzi e dei residui

- Sistemi di stoccaggio dei liquidi all'interno di bacini impermeabili di capacità tale da contenere almeno il volume del più grande serbatoio di stoccaggio. Le aree di stoccaggio dovrebbero essere progettate in modo tale che eventuali perdite dalla parte superiore dei serbatoi e dai sistemi di caricamento siano raccolte e contenute nel bacino. Il contenuto dei serbatoi dovrebbe essere indicato e ad esso dovrebbero essere associati allarmi. Pianificazione dei rifornimenti e sistemi di controllo automatico per impedire il sovra-riempimento dei serbatoi di stoccaggio.
- L'acido solforico e altri materiali reattivi dovrebbero essere conservati in serbatoi a doppia parete o in serbatoi situati all'interno di bacini chimicamente resistenti di uguale capacità. Impiego di sistemi di individuazione di perdite e di allarmi. L'area di stoccaggio dovrebbe essere impermeabile e resistente alla sostanza stoccata.
- I punti di rifornimento dovrebbero essere contenuti all'interno del bacino al fine di raccogliere gli sversamenti di sostanze. Al fine di ridurre le emissioni di COV, dovrebbe essere praticato il recupero di vapori nel caricamento. Dovrebbe essere presa in considerazione la ri-sigillatura automatica delle connessioni di distribuzione, al fine di impedire perdite.
- Separazione delle sostanze incompatibili e, se necessario, uso di gas inerti per le aree o i serbatoi di stoccaggio.
- Impiego di intercettatori di solidi e olio, ove necessario, per il drenaggio di aree di stoccaggio all'aperto. Stoccaggio su aree di cemento dotate di cordoli o altri dispositivi di contenimento per il materiale che può rilasciare olio. Impiego di metodi di trattamento degli effluenti adeguati alle specie chimiche stoccate.
- Convogliatori di trasferimento e condutture situati in aree aperte e sicure non sotterranee. Qualora siano impiegate condutture sotterranee, il loro percorso può essere documentato e segnalato e dovrebbero essere adottati sistemi di scavo sicuri.
- Impiego di recipienti a norma per i gas (incluso il GPL), con monitoraggio della pressione dei serbatoi e delle condutture di distribuzione, al fine di prevenire rotture e perdite. In aree confinate e nelle vicinanze dei serbatoi di stoccaggio dovrebbero essere usati sistemi di monitoraggio dei gas.
- Ove necessario, per materiali polverosi possono essere impiegati sistemi di consegna, stoccaggio e ritiro a tenuta, e silos per lo stoccaggio giornaliero. Lo stoccaggio di tali materiali può essere effettuato in edifici completamente chiusi che possono non richiedere particolari dispositivi di filtraggio.
- Per ridurre la tendenza dei materiali a formare polvere possono essere impiegati agenti sigillanti (ad esempio molasse e filmanti), quando appropriati e compatibili.
- Quando necessario, per impedire l'emissione di polveri, nei punti di consegna, nei silos, nei sistemi di trasferimento pneumatico e nei punti di trasferimento dei convogliatori, possono essere impiegati convogliatori chiusi dotati di dispositivo di estrazione e filtraggio robusto e ben progettato.

- Il materiale non polveroso e non solubile può essere conservato su superfici a tenuta dotate di drenaggio e raccolta dello scolo.
- Sfrido, torniture, ed altro materiale oleoso dovrebbero essere conservati coperti per impedire che siano dilavati dalla pioggia.
- Per minimizzare la produzione e il trasporto di polvere all'interno di un sito possono essere utilizzati sistemi di trasporto razionalizzati. L'acqua meteorica che dilava polveri dovrebbe essere raccolta e trattata prima dello scarico.
- Lavaggio delle ruote o della carrozzeria o altri sistemi di pulitura per lavare i veicoli impiegati per la consegna o la movimentazione di materiale polveroso. Possono essere effettuate campagne pianificate di pulizia delle strade.
- Per prevenire sversamenti ed identificare perdite possono essere adottati sistemi di controllo ed ispezione di routine.
- Nel sistema di movimentazione e stoccaggio possono essere incorporati sistemi di campionamento e saggio del materiale, per identificare la qualità del materiale grezzo e pianificare il metodo di processamento. Tali sistemi dovrebbero essere progettati e utilizzati agli stessi livelli standard dei sistemi di movimentazione e stoccaggio.
- Le aree di stoccaggio per i riducenti, quali carbone, coke o trucioli di legno, devono essere sorvegliate per individuare fuochi da autocombustione.
- Uso di buone pratiche di progettazione e costruzione e adeguata manutenzione.

Pretrattamento e trasferimento dei materiali grezzi

- Nei processi di pretrattamento e trasferimento, adozione di dispositivi di estrazione ed abbattimento ben progettati ed efficienti, per impedire l'emissione di polveri e altro materiale. Il tipo di dispositivo dovrebbe tenere conto della natura delle emissioni, del massimo tasso di emissione e di tutte le potenziali sorgenti.
- Impiego di sistemi di convogliamento chiusi per i materiali polverosi, dotati di un dispositivo di estrazione ed abbattimento nei casi in cui siano possibili emissioni di polvere.
- Adozione di processi che "confluiscono" direttamente nel processo successivo, se possibile, per minimizzare la movimentazione e conservare l'energia termica.
- Impiego di sistemi di frantumazione, mescolamento e pellettizzazione ad umido, qualora non siano possibili o appropriate altre tecniche di controllo delle polveri.
- Sistemi di pulitura termica e di pirolisi (es. essiccazione dello sfrido e rimozione dei rivestimenti) che usano un efficiente dispositivo di post-combustione per distruggere i prodotti di combustione (es. COV e diossine) (vedi caratteristiche dei post-combustori).
- Per ridurre l'impatto dei COV, nei processi di lavaggio per rimuovere oli o altri contaminanti si dovrebbero impiegare solventi non dannosi. Dovrebbero essere utilizzati sistemi efficienti di recupero del solvente e dei relativi vapori.
- Adozione di processi di sinterizzazione con nastro d'acciaio, a corrente verso l'alto oppure a corrente verso il basso completamente isolati. La sinterizzazione con nastro d'acciaio ha vari vantaggi per alcuni gruppi di metalli e può minimizzare i volumi di

gas, ridurre le emissioni diffuse e permettere il recupero del calore. Le emissioni diffuse dovrebbero essere prevenute con sistemi di estrazione dei gas.

- Impiego di forni rotativi con spegnimento umido delle ceneri per i processi che prevedono la riduzione di volume del materiale (es. pellicole fotografiche). Impianti più piccoli possono usare un forno a griglia mobile. In entrambi i casi i gas di combustione dovrebbero venire puliti per rimuovere polveri ed eventuali gas acidi.
- Se necessario, per minimizzare la produzione di fumo ed altri effluenti gassosi e per migliorare i tassi di fusione, dovrebbero essere previsti processi di cernita mirati a produrre materiali puliti da destinare al recupero.
- Raccolta e trattamento degli effluenti liquidi prima dello uscita dal processo per rimuovere i metalli non ferrosi e altri componenti.
- Uso di buone pratiche di progettazione e costruzione e adeguata manutenzione.

Tecniche di gestione

Politiche e impegni di gestione

Il sistema di gestione può includere i seguenti fattori:

- Individuazione di tutti gli impatti delle attività, dei prodotti e dei processi, sulla salute, sulla sicurezza e sull'ambiente;
- Impegno a sviluppare ed implementare le misure individuate;
- Comunicazione delle politiche ai dipendenti e agli appaltatori, al fine di raggiungere una consapevolezza generale degli impegni presi e un coinvolgimento nella loro attuazione;
- Impiego di una chiara struttura per la gestione delle questioni ambientali, pienamente integrata nei sistemi decisionali più ampi, a livello di compagnia e di sito;
- Informazione degli operatori sull'importanza del ruolo da essi svolto nella prestazione ambientale di un processo;
- Monitoraggio regolare della prestazione ambientale generale; i risultati possono diventare parte integrante del processo di valutazione gestionale. Possono essere individuati indicatori della prestazione ambientale, da diffondere tra gli operatori, sfruttando il ritorno di informazione da parte di questi ultimi;
- Preparazione di piani di emergenza che identificano i possibili tipi di incidente e forniscono una guida chiara su come questi verranno gestiti e chi ne è il referente. Preparazione di procedure per l'identificazione, la risposta e l'apprendimento da eventuali malfunzionamenti ed incidenti;
- Pianificazione delle procedure di messa in servizio nel caso di avviamento di nuovi processi o ri-avviamento di processi esistenti a seguito di modifiche. La pianificazione deve comprendere l'individuazione degli aspetti ambientali e delle persone responsabili della prestazione ambientale del processo durante il periodo di avviamento.

Progettazione e manutenzione

- Le implicazioni ambientali di un processo nuovo o sostanzialmente modificato andrebbero prese in considerazione nelle fasi iniziali di progettazione e verificate ad intervalli regolari. Tale fase rappresenta il momento economicamente più vantaggioso per apportare cambiamenti che consentano di migliorare l'efficienza ambientale. Un procedimento di audit della progettazione e del processo decisionale è un metodo utile per documentare il modo in cui sono state considerate le diverse opzioni di processo e di tecniche di abbattimento. Dovrebbero essere pianificate anche le procedure di messa in servizio per gli stabilimenti nuovi o ammodernati;
- Le potenziali emissioni diffuse dovrebbero essere prese in considerazione in tutti gli stadi della progettazione;
- Impiego di un programma di manutenzione preventiva, accoppiato con test diagnostici;
- Esame regolare dei sistemi di estrazione e riparazione immediata di eventuali difetti o danni.
- Informazione dei lavoratori riguardo il ruolo che possono giocare mantenendo un'attenta vigilanza, individuazione di procedure mirate ad un loro maggiore coinvolgimento.
- Impiego di una procedura interna per autorizzare modifiche e per intraprendere controlli dopo la loro attuazione.

Formazione

- Chiara definizione dell'esperienza e delle competenze necessarie per ciascuna attività.
- Formazione dei lavoratori riguardo le implicazioni ambientali dei processi e delle loro attività, e riguardo le procedure per affrontare gli incidenti.
- Registrazione dell'itinerario formativo delle varie squadre.
- Coinvolgimento di reparti non tecnici (es. vendite, finanziario) nella formazione sulle questioni ambientali.

Tecniche di controllo del processo

Le tecniche di controllo del processo intese a misurare e mantenere in maniera ottimale parametri come temperatura, pressione, composizione dei gas e altri parametri critici sono considerate BAT.

- La raccolta di campioni e l'analisi delle materie prime consentono di controllare le condizioni degli impianti. Un buon grado di miscelazione di materiali di alimentazione diversi permette di ottenere un rendimento di conversione ottimale e di ridurre le emissioni e la quantità di scarti.
- L'uso di sistemi per pesare e dosare i materiali di alimentazione, l'impiego di microprocessori per controllare l'afflusso di materiale di alimentazione, le condizioni critiche di lavorazione e di combustione e l'aggiunta di gas consentono di ottimizzare il processo. A tal fine è possibile rilevare numerosi parametri e predisporre sistemi di allarme per i parametri critici, tra cui:

- monitoraggio in linea di temperatura, pressione del forno (o depressione) e volume o flusso dei gas;
- monitoraggio di componenti nelle correnti gassose (O₂, SO₂, CO, polvere, NO_x ecc.);
- monitoraggio in linea delle vibrazioni per individuare blocchi e eventuali anomalie dell'attrezzatura;
- monitoraggio in linea di corrente e tensione nei processi elettrolitici;
- monitoraggio in linea delle emissioni per il controllo dei parametri critici;
- monitoraggio e controllo della temperatura dei forni di fusione per evitare la produzione di fumi di metallo e di ossido di metallo dovuti al surriscaldamento.
- È necessario prevedere una formazione e una valutazione costanti di operatori, tecnici e personale addetto in merito all'applicazione delle istruzioni di servizio, all'impiego delle moderne tecniche di controllo, al significato dei segnali di allarme e ai conseguenti interventi da effettuare.
- Una supervisione ottimizzata permetterà di applicare al meglio queste disposizioni e di mantenere la responsabilità degli operatori.

Uso dell'ossigeno nei sistemi di combustione

E' una tecnica che può essere applicata alla maggior parte dei processi di combustione e piro-metallurgici in uso, ed è da considerare BAT, perché porta diversi benefici di carattere ambientale ed economico:

- Aumento del calore rilasciato nel corpo del forno, con conseguente aumento della capacità o del tasso di fusione.
- Significativa riduzione del volume dei gas di processo prodotti (per riduzione del contenuto di azoto) che consente la riduzione delle dimensioni dei condotti e dei sistemi di abbattimento.
- Aumento della concentrazione di SO₂ e di altre sostanze nei gas di processo e conseguente aumento dell'efficienza dei processi di recupero e conversione.
- L'uso di ossigeno puro in un combustore porta alla riduzione della pressione parziale di azoto nella fiamma e quindi alla riduzione della formazione di NO_x. L'arricchimento di ossigeno può non avere lo stesso vantaggio, perché la maggiore temperatura del gas può favorire la formazione termica di NO_x. In questo caso l'ossigeno può venire aggiunto a valle del combustore per ridurre questo effetto e mantenere il miglioramento nel tasso di fusione.
- La produzione di ossigeno presso il sito comporta la produzione di azoto gassoso, che può essere utilizzato in diversi impieghi.
- In un forno, l'iniezione di ossigeno a valle del combustore principale permette di controllare la temperatura e le condizioni di ossidazione separatamente dalle operazioni principali. In questo modo si può aumentare il tasso di fusione senza un inaccettabile aumento della temperatura.

Minimizzazione e cattura di gas e fumi

Le tecniche usate per la gestione dei gas di processo seguono la gerarchia di prevenzione, minimizzazione, cattura. Queste tecniche permettono anche di prevenire e minimizzare le emissioni diffuse, che devono comunque essere prese in considerazione in tutti gli stadi di progettazione e sviluppo di un processo.

- Ottimizzazione del processo e minimizzazione delle emissioni, ad es. mediante pretrattamento termico o meccanico della materia prima secondaria per ridurre al minimo la contaminazione organica della carica.
- Uso di forni o altre unità di processo (es. sistemi di carico) sigillati per evitare le emissioni diffuse, recuperare il calore e raccogliere i gas derivanti dal processo per altri usi (ad esempio CO come combustibile e SO₂ come acido solforico) o per l'abbattimento.
- Uso di forni semisigillati qualora quelli sigillati non siano disponibili.
- Riduzione al minimo dello spostamento di materiale tra i vari processi.
- Nel caso in cui non sia possibile evitare gli spostamenti, uso di canali di colata invece di siviere per i materiali fusi.
- Progettazione di impianti di aspirazione e canalizzazioni per la raccolta di fumi provenienti dal trasporto e dalla spillatura di metallo caldo, matta o scorie.
- Può essere necessaria la chiusura della cappa del forno o del reattore per evitare il rilascio di fumi nell'atmosfera.
- Laddove è probabile che l'estrazione primaria e l'uso della cappa chiusa siano inefficaci, è possibile incapsulare completamente il forno e convogliare l'aria di ventilazione mediante aspiratori, verso sistemi di trattamento e scarico adeguati.
- La raccolta di fumi a livello del tetto consuma molta energia e vi si deve ricorrere come soluzione estrema.
- Una importante, ben consolidata pratica è l'impiego di controlli automatici per le valvole di tiraggio, che permette di cambiare automaticamente il punto di estrazione in base alla sorgente dei gas, conseguendo un risparmio di energia. Questa tecnica può essere applicata a tutte le installazioni, nuove ed esistenti, in particolare per processi non continui.
- Regolare ispezione e manutenzione preventiva della cappa di captazione, dei condotti del sistema di filtraggio e delle ventole. Applicabile a tutti i processi, nuovi e esistenti.

Sistemi di abbattimento

La scelta e la progettazione della tecnica appropriata è particolarmente importante e deve basarsi sulle caratteristiche dell'aria da trattare (volume, pressione, temperatura e contenuto di umidità contenuto e tipologia di polveri e fuliggini). Le prestazioni dei sistemi utilizzati dovrebbero essere monitorate con continuità mediante misura diretta dei gas emessi o di parametri di controllo critici, e includere sistemi di allarme.

Rimozione del particolato

Precipitatori elettrostatici

Opzioni applicabili solo a dispositivi nuovi.

- Uso di un adeguato numero di campi. L'impiego di 4 o più campi deve essere generalmente considerato come stadio di abbattimento finale.
- Uso di componenti in materiale appropriato alle sostanze da trattare.
- Dovrebbero essere presi in considerazione la pre-carica, l'alimentazione pulsata e l'uso di alimentatori a polarità alternata.
- Per polveri o gas umidi possono essere usati precipitatori elettrostatici ad umido o ad elettrodi mobili.

Opzioni applicabili alla maggior parte delle apparecchiature esistenti.

- Possono essere incorporati: condizionamento del gas; buona distribuzione del flusso del gas e delle polveri; uso del martellamento in condizioni di spegnimento della sezione; controllo automatico (microprocessore) del sistema di alimentazione per ciascun campo.

Emissioni associate in condizioni di flusso uniforme (media giornaliera):

Precipitatori elettrostatici: 5-10 mg/Nm³ (<50 come abbattimento preliminare).

Precipitatori elettrostatici ad umido: <5 mg/Nm³.

Filtri a tessuto o a manica

- Particolare attenzione alla scelta del materiale del filtro e all'affidabilità del sistema di fissaggio e tenuta. Buona manutenzione. I moderni materiali per filtri sono in genere più robusti, il che, nella maggioranza dei casi, compensa ampiamente il costo aggiuntivo.
- Aggiunta di calce o altri reagenti (es. carbone attivo) per catturare componenti gassose quali SO_x o per rimuovere le diossine.
- Temperatura di lavoro al di sopra di quella di *dew point* del gas. Uso di maniche e fissaggi resistenti al calore per l'uso a temperature elevate.
- Monitoraggio continuo delle polveri mediante dispositivi a impatto, ottici o tribo-elettrici, per l'individuazione di guasti alla manica. Il dispositivo dovrebbe interagire se possibile con il sistema di pulitura del filtro al fine di individuare singoli settori che contengano maniche consumate o danneggiate.
- Raffreddamento del gas e blocco delle scintille, ove necessario; i cicloni sono considerati metodo adeguato per il blocco delle scintille. I filtri più moderni sono organizzati in compartimenti multipli e i compartimenti danneggiati possono essere isolati se necessario.
- Monitoraggio della temperatura e delle scintille, per individuare fuochi in caso di pericolo di combustione; impiego di sistemi a gas inerte o aggiunta di materiali inerti (es. calce) ai gas.
- Monitoraggio della caduta di pressione per controllare il meccanismo di pulitura.

Tutte le tecniche elencate sono adatte a processi nuovi. Possono essere anche applicabili a filtri a tessuto esistenti, che possono essere riadattati.

Emissioni associate all'uso di filtri a tessuto (media giornaliera): 1-5 mg/Nm³

Filtri ceramici

- Particolare attenzione alla scelta e affidabilità dei sistemi di alloggiamento, fissaggio e tenuta.
- Uso di alloggiamenti e fissaggi termoresistenti.
- Monitoraggio continuo delle polveri mediante dispositivi a impatto, ottici o triboelettrici, per l'individuazione di guasti al filtro. Il dispositivo dovrebbe interagire se possibile con il sistema di pulitura del filtro al fine di individuare singoli settori che contengano elementi consumati o danneggiati.
- Condizionamento dei gas ove necessario.
- Sfruttamento della caduta di pressione per il monitoraggio e controllo del meccanismo di pulitura.

Tutte queste tecniche sono adatte a processi nuovi. Possono essere anche applicabili a filtri ceramici esistenti, che possono essere riadattati.

Emissioni associate all'uso di filtri ceramici (media giornaliera): $<1 \text{ mg/Nm}^3$

Scrubber a umido

Questi dispositivi devono essere presi in considerazione quando la natura delle polveri o la temperatura del gas precludono l'uso di altre tecniche, o quando le polveri sono particolarmente adatte alla rimozione in uno scrubber, oppure quando insieme alle polveri devono essere contemporaneamente rimossi dei gas o quando tali dispositivi formano parte di una catena di tecniche di abbattimento. Deve essere applicata energia sufficiente ad assicurare l'umidificazione e l'intercettazione delle particelle.

- Dovrebbero incorporare un sistema di monitoraggio della caduta di pressione, del flusso della soluzione e (se vengono abbattuti gas acidi) del pH. I gas trattati dovrebbero passare ad una sezione di abbattimento di nebbie.

Tali elementi di controllo possono essere applicati alla maggior parte delle installazioni esistenti.

Emissioni associate all'uso di scrubber ad umido (media giornaliera): $<20 \text{ mg/Nm}^3$

Post-combustori e torce

Installazioni di questo tipo, se correttamente dimensionate, sono tecniche da considerare per rimuovere COV, diossine, particelle organiche o carboniose o gas combustibili, quali CO e H₂. Il calore dovrebbe essere recuperato ove possibile.

- La permanenza nella camera di combustione o nel sistema rigenerativo deve avvenire per tempi sufficientemente lunghi, e in presenza di ossigeno sufficiente ad assicurare una completa combustione. Un'efficienza di combustione del 99% richiede generalmente un tempo di permanenza di 2 secondi alla corretta temperatura in funzione della presenza di composti clorati. Minori tempi di permanenza e minori temperature possono ugualmente dar luogo alla completa distruzione dei COV e delle diossine, ma ciò dovrebbe essere dimostrato a livello locale sotto condizioni di operazione realistiche. I gas dovrebbero venire raffreddati rapidamente attraverso la finestra di temperatura della riformazione della diossina. È necessaria turbolenza per ottenere un efficiente trasferimento di calore e di massa nella zona di combustione e per evitare "punti freddi". Ciò viene generalmente ottenuto impiegando combustori che generano una fiamma di combustione a vortice, e incorporando deflettori nella camera di combustione.

- Temperatura di lavoro di 200-400°C al di sopra della temperatura di auto-combustione della sostanza più stabile, con temperature minime di lavoro superiori a 850°C. Quando il flusso di gas contiene sostanze clorate le temperature devono essere aumentate a 1100-1200°C.
- Le unità catalitiche operano a temperature minori e le torce richiedono turbolenza, aria e una sorgente di combustione. Se necessario, può essere aggiunto combustibile supplementare.
- I combustori dovrebbero avere un controllo a microprocessore del rapporto aria/combustibile per ottimizzare la combustione.
- Dovrebbe essere dimostrato che la prestazione della combinazione dispositivo, temperatura di lavoro e tempo di residenza porta all'effettiva distruzione dei materiali presenti nel gas in ingresso.

Tali elementi possono essere applicati alla maggioranza delle installazioni esistenti.

Le temperature di lavoro possono essere ottimizzate; l'eventuale arricchimento di ossigeno, al posto dell'aria può aumentare il tempo di residenza del gas (minor volume di gas), aumentando allo stesso tempo la temperatura di lavoro.

Trattamento dei gas mediante scrubbing

Le prime tecniche da prendere in considerazione sono quelle di prevenzione e riduzione della formazione di gas. La riduzione è spesso possibile mediante un buon controllo di processo, mediante selezione della materia prima (es. al fine di escludere la contaminazione organica), impiego di cicli di recupero, o mediante fissaggio delle sostanze nella scoria o nella matta.

L'uso di bruciatori a bassi livelli di NO_x e di aria di combustione "a stadi" per i forni può impedire la formazione di questi gas, per i quali sono documentati valori minori di 100 mg/Nm³.

Scrubber a umido

Devono essere presi in considerazione per la rimozione di basse concentrazioni di SO₂ (minori del 2%) e altri gas acidi quali HF e HCl.

La soluzione leggermente acida prodotta dovrebbe essere riutilizzata, se possibile.

Per i requisiti, vedi sezione relativa alla rimozione del particolato.

Scrubbers a secco o semi-secco

Gli scrubber a secco a carbone attivo sono utili nella rimozione di materia organica (es. diossina) o mercurio.

- Dovrebbero incorporare adeguate camere di miscelazione e reazione.
- Le particelle generate nella camera di reazione possono essere rimosse in un filtro a tessuto o in un precipitatore elettrostatico.
- Il mezzo di scrubbing che ha parzialmente reagito può essere riciclato al reattore.
- Il mezzo di scrubbing esaurito dovrebbe essere usato nel processo principale, se possibile.
- Gli scrubber a semi-secco dovrebbero incorporare un eliminatore di nebbie, se queste vengono prodotte.

Tali elementi possono essere applicati alla maggior parte delle installazioni esistenti.

Rimozione e recupero dello zolfo

Le migliori tecniche disponibili dipendono dal grado di fissaggio dello zolfo nella matta o nella scoria per impedire la formazione di biossido di zolfo, e dalla concentrazione del gas prodotto.

Sono riassumibili nell'elenco seguente.

- Per gas a bassa concentrazione, scrubber a umido o a semi-secco, con produzione di gesso da destinare alla vendita, se possibile.
- Per gas a maggior concentrazione, è considerato BAT il recupero dell'SO₂ per assorbimento in acqua fredda seguito da un impianto di produzione di acido solforico per il gas rimanente e l'estrazione e la produzione di SO₂ liquida dalla soluzione di assorbimento, nei casi in cui esiste un mercato locale per tale sostanza.
- L'uso di un impianto di produzione di acido solforico a doppio contatto con un minimo di 4 passaggi.
- Il principio di massimizzare la concentrazione del gas in ingresso, cosicché il successivo processo di rimozione possa operare alla massima efficienza.

BAT per un impianto per la produzione di acido solforico che sfrutta i gas di uscita di uno smelter

- Utilizzo, per nuove installazioni, di un impianto a doppio contatto e doppio assorbimento con un minimo di 4 passaggi. Per migliorare la conversione può essere usato un catalizzatore rivestito di cesio. E' possibile migliorare i catalizzatori esistenti durante i periodi di manutenzione, incorporando catalizzatori rivestiti di cesio quando vengono fatte aggiunte di catalizzatore. Ciò può essere particolarmente efficace se usato nei passaggi finali, quando il contenuto di SO₂ è più basso, ma per essere pienamente efficace deve essere accompagnato da miglioramenti in altre aree.
- Diluizione dei gas prima degli stadi di contatto per ottimizzare il contenuto di ossigeno ed ottenere un contenuto di SO₂ di circa 14% o leggermente superiore, al fine di rispettare i limiti termici del materiale che porta il catalizzatore (pentossido di vanadio). Un rivestimento di ossido di cesio è necessario per così alte concentrazioni di ingresso perché esso permette una minor temperatura del primo passaggio.
- Per concentrazioni di SO₂ basse e variabili (1.5-4%), un impianto ad assorbimento singolo, quale il processo WSA, può essere usato per impianti esistenti. Per ottenere una prestazione ottimale può essere impiegato, nel passaggio finale, un catalizzatore (pentossido di vanadio) rivestito di ossido di cesio che può essere incorporato durante i cambiamenti di routine del catalizzatore o durante manutenzione. Per essere pienamente efficace ciò deve essere accompagnato da miglioramenti in altre aree, quali la pulitura del gas per proteggere il catalizzatore da avvelenamento. La conversione ad un sistema a doppio contatto è complessa e costosa ma l'impiego di un impianto a contatto singolo con de-solforazione finale del gas, se necessario, per produrre gesso per la vendita, può consentire risparmio energetico e minor produzione di rifiuti.
- Fluoruri e cloruri dovrebbero essere rimossi per prevenire danni alla parte a valle dell'impianto.
- Rimozione delle polveri dal flusso di gas prima degli stadi di catalizzazione, fino ad ottenere una qualità finale del gas <1 mg/Nm³ di polvere (otticamente pulito). Anche il mercurio dovrebbe essere rimosso a questo stadio, se il suo contenuto nel materiale di alimentazione lo giustifica. Gli impianti esistenti privi di rimozione del

mercurio possono impiegare un processo di scambio ionico o precipitazione, ad es. come tiosolfato di mercurio, per rimuovere il mercurio dall'acido, se ciò è necessario.

- Il triossido di zolfo andrebbe ridotto per dare una concentrazione del gas di ingresso sotto i 15-25 mg/Nm³ circa. Il debole acido prodotto può essere decomposto e usato per la produzione di acido.
- Uso di sistemi di riscaldamento del gas con controllo automatico laddove il gas è molto debole e il calore di reazione è insufficiente a mantenere la temperatura del letto catalizzatore.
- Raffreddamento dei gas ad una temperatura che soddisfi il bilancio dell'acqua dell'impianto di produzione dell'acido. La temperatura dipende dalla concentrazione di SO₂ del gas e dalla concentrazione dell'acido prodotto.
- Impiego di filtri a candela per rimuovere nebbie acide prima del camino, nei casi in cui queste vengono prodotte.

Rimozione di carbonio totale e COV

Sono generati da cattiva combustione e durante varie operazioni quali sgrassaggio di componenti, processi di estrazione con solventi, emissioni da serbatoi di stoccaggio di solventi e combustibile.

Le tecniche usate per rimuovere o distruggere i COV sono i post-combustori e gli scrubber, con i quali si possono ottenere concentrazioni inferiori ai 10mg/Nm³. Sono anche usati bio-filtri e bio-reattori, oltre che trappole a carbone attivo e sistemi di raffreddamento/condensa, che permettono il recupero e il riutilizzo del materiale.

Prevenzione della formazione e rimozione delle diossine

La presenza di diossine o la loro formazione nel corso del processo deve essere presa in considerazione per molti processi piro-metallurgici, durante la produzione da materiale grezzo secondario, o in processi che necessitano di clorazione, per incompleta combustione delle impurità presenti o sintesi *de-novo* nei forni o nei sistemi di abbattimento.

In particolare, la presenza di oli e altra materia organica nei rottami o altre fonti di carbonio (riducenti, es. coke, o combustibili parzialmente combust) possono produrre particelle fini di carbonio che reagiscono con composti clorurati nell'intervallo di temperature 250-500°C generando diossine. Questo processo è conosciuto come sintesi *de-novo*, ed è catalizzato dalla presenza di metalli quali il rame o il ferro. Sebbene vengano distrutte ad alte temperature (oltre gli 850°C) in presenza di ossigeno, la sintesi *de-novo* è ancora possibile se il gas viene raffreddato attraverso la "finestra di riformazione", condizione che può verificarsi nei sistemi di abbattimento e nelle parti più fredde del forno.

Le seguenti tecniche sono considerate le BAT per prevenire la formazione di diossine ed eliminare quelle eventualmente presenti. È anche possibile l'uso combinato di tali tecniche. Risulta che alcuni metalli non ferrosi catalizzano la sintesi *de-novo* e talvolta è indispensabile un gas pulito prima di un ulteriore abbattimento.

- Controllo della qualità dei rottami a seconda del processo utilizzato. Impiego del corretto materiale di alimentazione per il forno o il processo. La selezione e il vaglio per evitare che materiale contaminato venga aggiunto a materiale organico o precursori possono ridurre le possibilità di formazione di diossina.
- Impiego di impianti di postcombustione progettati e azionati in modo adeguato e raffreddamento rapido dei gas caldi fino ad una temperatura inferiore a 250 °C.
- Condizioni di combustione ottimali. Se necessario, ricorrere a iniezioni di ossigeno nella parte superiore del forno per garantire la combustione completa dei gas presenti all'interno.
- Assorbimento su carbone attivo in un reattore a letto fisso o mobile o mediante iniezione nel flusso di gas ed eliminazione come polvere dai filtri.
- Eliminazione altamente efficiente della polvere, ad esempio mediante filtri ceramici, filtri a manica ad alto rendimento o depurazione dei gas a monte di un impianto per acido solforico.
- Uso di una fase di ossidazione catalitica o di filtri a manica dotati di un rivestimento catalitico.
- Trattamento delle polveri raccolte in forni ad alta temperatura per eliminare le diossine e recuperare i metalli.

Le concentrazioni delle emissioni associate a queste tecniche oscillano tra valori inferiori a 0,1 e 0,5 ng/Nm³ TEQ a seconda dell'alimentazione, dei processi di affinazione o fusione e delle tecniche singole o combinate adottate per eliminare le diossine.

Valori anche inferiori a 0.1 ng/Nm³ TEQ si possono ottenere attraverso un'opportuna combinazione delle tecniche predette.

Cattura e rimozione di altre impurità

Metalli

Impurità di metalli diversi da quello da estrarre vengono rimosse con processi piro-metallurgici per volatilizzazione o scorificazione. Gli ossidi prodotti possono essere raccolti con tecniche di rimozione delle polveri e poi recuperati per essere riciclati come materia prima per altre produzioni.

Mercurio

La rimozione del mercurio è necessaria quando si usano alcuni materiali grezzi che lo contengono. Il mercurio è volatile alle temperature incontrate nella maggior parte dei sistemi di abbattimento, per cui possono essere necessarie altre tecniche per rimuoverlo. Un elenco di tecniche possibili è il seguente.

- Processo Boliden/Norzink con recupero della soluzione di scrubbing e produzione di mercurio.
- Processo Bolchem con filtraggio del solfuro di mercurio per consentire all'acido di ritornare allo stadio di assorbimento.
- Processo Outokumpu.
- Processo del tiocianato di sodio.

- Filtro a carbone attivo, usato per rimuovere il vapore di mercurio e le diossine dal flusso di gas.
- Per i processi in cui la rimozione del mercurio dai gas non è praticabile, sono da considerarsi BAT, per ridurre il contenuto di mercurio nell'acido solforico prodotto:
- Processo di scambio ionico.
- Processo dello ioduro di potassio.

Le emissioni associate con i processi elencati sono legate al mercurio residuo che sarà presente nell'acido prodotto, che è normalmente $< 0.1 \text{ ppm (mg/l)}$, equivalente a circa 0.02 mg/Nm^3 nel gas pulito.

Trattamento degli effluenti e riutilizzo dell'acqua

Acque provenienti dai sistemi di abbattimento dei gas

Si tratta degli effluenti generati dai sistemi di abbattimento ad umido (es. scrubbers o precipitatori elettrostatici a umido). Se non c'è arricchimento di componenti solubili, è sufficiente la rimozione dei solidi sospesi con un decantatore. In alcuni casi è necessaria anche la precipitazione delle componenti solubili. Per rimuovere composti metallici pericolosi o di interesse si usano altri trattamenti quali lo scambio ionico. Il liquido trattato viene infine reinoltrato al sistema di abbattimento, ma è necessario uno spurgo per controllare la composizione della soluzione. Risulta che in molti casi l'acqua di processo del sistema di scrubbing a umido di un forno di fusione contiene cianuri formati dalla reazione del carbonio con l'azoto atmosferico. Il livello di cianuro può essere ridotto usando l'acqua di scrubbing per la granulazione della scoria, che porta all'evaporazione e ossidazione della maggior parte dei cianuri.

Un altro flusso di effluenti proviene dalla rimozione del mercurio da alcuni gas di uscita di un impianto di arrostimento. Tali effluenti vengono pretrattati localmente per la rimozione del mercurio per reazione con polvere di zinco o per precipitazione come HgSm prima di essere inviati all'impianto di trattamento finale.

Granulazione della scoria e del metallo

L'effluente è di solito riciclato in un circuito chiuso. Per impedire la formazione di solidi e composti metallici in sospensione, deve essere effettuato uno spurgo continuo. L'effluente di spurgo può essere inviato all'impianto centrale di trattamento delle acque reflue o trattato separatamente (decantazione e precipitazione, se necessario).

Raffreddamento

Il raffreddamento senza contatto è usato per raffreddare forni, cappe dei forni, macchine per il getto, etc. Può essere ottenuto mediante un sistema diretto o con ricircolo con torri di raffreddamento per evaporazione. Per la minimizzazione dei consumi sono preferibili sistemi a circuito chiuso dotati di sistema di monitoraggio per individuare eventuali perdite. Qualora siano disponibili grandi quantità d'acqua (es. siti costieri) può essere usato un sistema di raffreddamento passante, anche se devono essere valutati i possibili effetti sull'ambiente (aumento della temperatura). L'uso di questa tecnica deve essere valutato caso per caso, anche sulla base dei costi dell'energia necessaria ai sistemi di pompaggio e raffreddamento.

Il raffreddamento a contatto diretto è usato durante alcune operazioni di getto e nella produzione di elettrodi di carbonio. Quest'acqua è di solito in grandi quantità e

contaminata con metalli e solidi sospesi, e dovrebbe essere in genere trattata (decantazione e precipitazione, se necessario) separatamente dalle altre acque reflue, al fine di evitare effetti di diluizione.

Dilavamento superficiale

L'acqua meteorica raccolta dai tetti e dalle aree pavimentate del sito è contaminata se dilava materiali o superfici contenenti polvere o oli; la contaminazione può essere evitata o minimizzata usando le tecniche di buona pratica già elencate per lo stoccaggio del materiale grezzo e con una buona manutenzione e pulizia dell'intero impianto. L'acqua di dilavamento superficiale può venire raccolta separatamente e, dopo uno stadio di sedimentazione o di trattamento chimico, può essere riutilizzata per altri scopi nel processo di produzione, es. come acqua di raffreddamento o come spray per prevenire la formazione di polvere.

Processi idro-metallurgici

Dalla pulitura ad umido dei gas di arrostitimento si ottengono acque da sottoporre a trattamento consistente in vari stadi di precipitazione, a volte con rimozione dei metalli pesanti mediante scambiatori ionici.

Gli effluenti ottenuti dalla lisciviazione vengono in genere riciclati allo stesso processo.

Le acque di purificazione vengono riciclate alla lisciviazione o al successivo stadio del processo.

Nel processo di elettrolisi, gli effluenti provengono dalle operazioni di pulizia delle celle, degli anodi e dei catodi, dall'elettrolita esaurito e dallo spurgo dell'elettrolita. Vengono riciclati per la lisciviazione o di nuovo all'elettrolisi dopo trattamento per la rimozione dei contaminanti (decantazione, neutralizzazione, precipitazione, elettro-estrazione della soluzione elettrolita).

Altre acque di processo

Fonti: processo Bayer per la produzione di allumina; processamento delle batterie piombo-acido; produzione di metalli preziosi; acido solforico debole dagli impianti per la produzione di acido solforico; operazioni di decapaggio. Gli effluenti vengono riciclati al processo, per quanto possibile, dopo trattamenti di neutralizzazione, precipitazione, decantazione, elettrolisi.

Il decapaggio non acido opera in un circuito isolato e impiega una soluzione (2.5%-3.5%) di alcol isopropilico in acqua. Dalle soluzioni esaurite viene recuperato e riutilizzato l'alcol isopropilico e recuperati i fanghi contenenti metallo; l'acqua viene poi inviata al trattamento.

Il decapaggio acido viene effettuato con acido solforico diluito (acido nitrico per alcune leghe); l'acido residuo viene poi eliminato dalla superficie del metallo in vari stadi successivi mediante spray d'acqua seguiti da asciugatura con aria compressa. L'acido di decapaggio viene cambiato periodicamente, e quello esaurito viene inviato al trattamento e al recupero del metallo, per il quale può essere usato un processo di elettro-raffinazione. L'acqua di lavaggio viene inviata al trattamento (scambio ionico); i fanghi vengono riciclati se possibile.

Per lo sgrassaggio di prodotti laminati, vengono usati detergenti contenenti acqua. Quest'ultima viene pulita per ultra-filtrazione. Il fango derivante dal trattamento delle acque usate per lo sgrassaggio a vapore con solventi organici può contenere idrocarburi clorurati.

Altre sorgenti

Effluenti dalle stazioni di lavaggio degli autoveicoli di trasporto, acqua di tenuta delle pompe, acque di lavaggio di dispositivi, pavimenti etc. Queste acque vengono raccolte e

trattate. Le acque sanitarie vengono normalmente eliminate nel sistema fognario pubblico.

La migliore tecnica in relazione al trattamento e riutilizzo dell'acqua può essere scelta unicamente su base locale tenendo conto di fattori sito-specifici, tra i quali i più importanti sono i seguenti.

- Il processo in cui sono state generate le acque reflue;
- La quantità d'acqua;
- Il tipo di inquinanti e la loro concentrazione
- Il livello di pulitura necessario (in base agli standard di qualità delle acque regionali e locali)
- La disponibilità di risorse idriche.

Riciclo e riutilizzo

Le tecniche di riciclo e il riutilizzo sono possibili per molti processi e comportano anche un vantaggio economico perché riducono la quantità di acqua che deve essere attinta dall'esterno. Normalmente un sistema di riciclo richiede un trattamento di base o uno spurgo di circa il 10% del liquido circolante, allo scopo di prevenire la formazione di solidi, metalli e sali in sospensione.

Tecniche di trattamento

Spesso vengono usate in combinazione in un impianto installato presso il sito, ma in alcuni casi si può provvedere a recuperare i metalli prima che il flusso dal processo venga mescolato con altri effluenti, per non diluirne il contenuto.

Precipitazione chimica

È usata per rimuovere gli ioni metallici mediante aggiustamento del pH e aggiunta di un reagente che forma composti insolubili con i metalli presenti, che a loro volta vengono poi rimossi per filtraggio o sedimentazione.

La precipitazione dei solfuri permette, a certe condizioni di temperatura e pH, di ottenere, nell'effluente pulito, concentrazioni molto minori per alcuni metalli. Per massimizzare l'efficienza di rimozione del metallo, il processo deve essere effettuato a diversi valori di pH e con diversi reagenti. A volte può essere necessaria una riduzione preliminare per ottenere un composto meno solubile. Altro aspetto da tenere presente è la possibile formazione di ioni complessi, che in genere sono più solubili.

L'efficienza della precipitazione chimica è influenzata principalmente dai seguenti fattori.

- Scelta del precipitante chimico;
- Quantità del precipitante aggiunto;
- Efficienza con cui il metallo precipitato viene rimosso dalla soluzione;
- Mantenimento del corretto pH (e temperatura) durante l'intero processo di trattamento;
- Uso di sali di ferro per rimuovere metalli specifici;
- Uso di reagenti flocculanti e coagulanti per migliorare le condizioni del materiale precipitato.

Vantaggi:	Svantaggi
Tecnica semplice ed economica. Lunga storia di utilizzo efficace.	Gli effluenti acidi possono essere difficili da trattare.

<p>Non richiede grandi spese in un nuovo impianto. È in grado di trattare un gran numero di contaminanti metallici, in particolare se viene usata una precipitazione in due stadi con idrossidi e solfuri come reagenti. Alle corrette condizioni fornisce un'eccellente rimozione dei metalli. Sono commercialmente disponibili precipitanti specifici. Consente la co-precipitazione per assorbimento. I precipitati possono spesso essere riciclati all'alimentazione del processo.</p>	<p>Non è selettiva: produce un fango ad alto contenuto d'acqua contenente un insieme di metalli tossici e non. Il fango può dover essere inviato a discarica, con costi a volte elevati. La presenza di altri sali, agenti complessati organici e solventi può comprometterne severamente l'efficienza. Non può essere sempre usata per trattare basse concentrazioni di metalli. Alcuni idrossidi vengono precipitati in maniera poco efficiente.</p>
---	--

Sedimentazione

È una tecnica di separazione solido/liquido che sfrutta la gravità. Può aver luogo in diversi recipienti di decantazione, quali bacini o lagune di sedimentazione, o specifici serbatoi di sedimentazione (decantatori, chiarificatori) dotati di un dispositivo di rimozione dei fanghi sul fondo. Questi ultimi possono essere liberati dall'acqua usando ad es. una filtro pressa. Il filtrato che viene generato può essere inviato di nuovo all'inizio del processo di trattamento o allo stadio di processo in cui è stato generato.

Vantaggi	Svantaggi
<p>Tecnica semplice ed economica. Lunga storia di utilizzo efficace</p>	<p>Può rimuovere solo particelle solide. Per particelle con piccola differenza di densità rispetto all'acqua la sedimentazione richiede tempi lunghi e sono necessari ampi bacini.</p>

Flottazione

Usata per separare grandi flocculi o particelle galleggianti (es. parti in plastica) portandole alla superficie della sospensione. Una tecnica comune è quella in cui l'aria viene dissolta sotto pressione nel mezzo di sospensione ed esce dal liquido, quando la pressione viene abbassata, sotto forma di minuscole bolle d'aria attaccate alle particelle sospese. Ciò fa sì che le particelle galleggino e vengano facilmente raccolte ed eliminate.

Vantaggi	Svantaggi
<p>Tecnica semplice ed economica. Lunga storia di utilizzo efficace.</p>	<p>Rimuove solo complessi di particelle solide che possono galleggiare. L'aria deve essere dissolta sotto pressione per essere dispersa nell'acqua.</p>

Filtrazione

Usata per la separazione solido/liquido e come processo di chiarificazione finale. L'unità di filtrazione (un letto di materiali attraverso cui viene fatto fluire l'effluente) è di solito posta tra lo stadio di sedimentazione e il controllo finale, allo scopo di rimuovere i solidi in sospensione rimasti. Le particelle fini che non passano attraverso il filtro formano un ammasso che deve essere rimosso con continuità o periodicamente, allo scopo di mantenere bassa la perdita di pressione.

La purificazione dell'acqua avviene per la combinazione degli effetti di filtrazione, assorbimento chimico e assimilazione. I filtri a sabbia vengono spesso usati per pulire lo spurgo di un ciclo chiuso e per consentire di usare un effluente come acqua di processo.

Per particelle molto fini vengono usate le tecniche di iper-filtrazione, osmosi inversa e ultra-filtrazione.

Vantaggi	Svantaggi
Tecnica semplice ed economica. Lunga storia di utilizzo efficace. E meglio utilizzata per materiale particolato noto.	Può rimuovere solo particelle solide. L'efficienza diminuisce se le particelle sono molto piccole e all'aumentare della velocità.

Ultrafiltrazione

È un metodo semplice ed efficace ma richiede molta energia. L'effluente è posto a contatto con una membrana porosa che permette il passaggio di particelle molecolari come l'acqua (massa molecolare tra 500 e 100000), e blocca particelle molecolari più grandi. I processi di filtrazione con membrane producono un permeato pulito e un concentrato che può richiedere un ulteriore trattamento.

Vantaggi	Svantaggi
Tecnica semplice Rimuove particelle molto fini, anche molecole. Membrane molto fini possono filtrare anche soluti piccoli come i metalli. Emissioni di particolato virtualmente nulle.	La velocità di filtrazione e di flusso sono limitate. Le membrane si possono decomporre facilmente in effluenti corrosivi. Non c'è separazione tra metalli. Membrane vecchie possono avere perdite. Le membrane possono facilmente ostruirsi.

Elettrolisi

E' usata per rimuovere metalli. Per migliorare l'efficienza possono essere usati elettrodi speciali (es. a letto fluido o tridimensionali). La massima efficienza della cella viene ottenuta quando la densità di corrente cambia con la concentrazione del soluto e il trasferimento di massa ha luogo vicino alla densità di corrente limite. La differenza di posizione relativa degli elementi nella serie elettrochimica può essere sfruttata per recuperare i metalli più nobili, controllando la corrente e il voltaggio. Un uso alternativo, molto efficace, è l'ossidazione dei metalli presenti nell'effluente, allo scopo di riutilizzarli.

Vantaggi	Svantaggi
Può essere usata per recuperare e riciclare metalli Può essere usata per trattare effluenti ad elevata concentrazione di metalli (ca. 2 g/l) in una singola fase È la tecnologia più disponibile. È stata sperimentata e testata nell'industria di elettroplaccatura. Può essere usata per pulire contemporaneamente contaminanti organici. Può essere usata con modalità a flusso discontinuo o continuo.	È difficile ottenere una pulizia di livello migliore delle ppm. Celle inefficienti sono dispendiose da mantenere e utilizzare. Potenziali elettrici elevati sono un rischio per la sicurezza. Non è selettiva. Ha bisogno di un monitoraggio costante. Poco efficace nel trattare effluenti in volumi elevati e con composizione variabile.

Elettrodialisi

È un altro metodo di trattamento elettrochimico. La cella consiste di due elettrodi separati da una membrana di scambio ionico. I cationi migrano attraverso la membrana

dove sono scambiati con cationi meno tossici. Questo metodo combina i vantaggi dello scambio ionico con quelli del trattamento elettrochimico.

Vantaggi	Svantaggi
<p>Può essere usata per recuperare e riciclare i metalli. Può essere selettiva. È già impiegata nelle industrie di desalinizzazione e di elettro-placcatura. È in grado di raggiungere livelli di pulitura sotto la ppm.</p>	<p>Gli stessi dei metodi di scambio ionico. Necessita di costante monitoraggio. Poco efficace nel trattare effluenti in volumi elevati e con composizione variabile.</p>

Osmosi inversa

È molto usata per la rimozione di metalli in soluzione, in particolare nell'industria della placcatura elettrolitica. Una differenza di pressione viene applicata tra i due compartimenti separati da una membrana e fa sì che l'acqua fluisca dalla soluzione più concentrata a quella meno.

Vantaggi	Svantaggi
<p>Emissioni virtualmente nulle. La tecnologia esiste e i dispositivi sono commercialmente disponibili. Può essere impiegata per riciclare i metalli. Può essere usata con modalità a flusso discontinuo o continuo. Può trattare grandi intervalli di concentrazioni di metalli. Può essere usata per rimuovere composti organici. L'efficacia non è fortemente dipendente dalla concentrazione di contaminanti non corrosivi.</p>	<p>Velocità di filtraggio e di flusso limitate. Le membrane si possono decomporre velocemente in effluenti corrosivi. Non si ottiene la separazione tra metalli. Membrane vecchie possono perdere. Le membrane possono venire facilmente ostruite. Le membrane necessitano di frequente monitoraggio e sostituzione. L'attrezzatura è specialistica e costosa. Fa uso di pressioni elevate. Restrizione a velocità di flusso minime di ca. 200 l/min.</p>

Scambio ionico

È talvolta utilizzato come fase di pulitura finale nella rimozione di metalli pesanti; è di solito usato se la concentrazione di metallo è sotto i 500 mg/l. Gli ioni metallici indesiderati vengono rimossi trasferendoli su una matrice solida che cede un pari numero di ioni conservati nella struttura dello scambiatore. Lo scambiatore ha una capacità limitata, funzione della quantità di ioni contenuti nella struttura, e deve quindi essere rigenerato periodicamente.

Alcuni scambiatori sono in grado di rimuovere metalli specifici (scambio selettivo) e sono molto efficienti nella rimozione di metalli tossici, rendendo possibile un livello molto elevato di pulitura; operano in maniera efficiente con effluenti dal contenuto misto.

Vantaggi	Svantaggi
<p>Relativamente poco costoso. Sono disponibili prodotti commerciali. Sperimentato e testato in applicazioni industriali. Capacità di pulitura fino al livello di ppb (scambio ionico selettivo fino al livello di ppt). Può essere facilmente usato in combinazione con altre tecniche (es.precipitazione) come parte di un</p>	<p>Non può gestire grandi concentrazioni di metallo. La matrice viene facilmente ostruita da solidi e da alcuni composti organici. Lo scambio ionico tradizionale non è selettivo. Lo scambiatore esausto deve essere di solito smaltito come rifiuto tossico. Le matrici si possono decomporre col tempo.</p>

<p>trattamento integrato delle acque reflue. Può essere selettivo per i metalli pesanti. Può essere applicato a molti tipi di flusso: intermittente, continuo, con volumi abbastanza abbondanti. Lo scambio ionico selettivo è stato usato in casi isolati, es. nell'industria nucleare.</p>	<p>Le prestazioni sono sensibili al pH dell'effluente. Grandi volumi di effluenti richiedono colonne di scambio ionico molto grandi. Lo scambio ionico selettivo non ha attualmente un uso industriale estensivo. La rigenerazione di colonne di scambio ionico selettivo esauste richiede molto tempo. Possono essere necessari tempi lunghi di contatto con l'effluente.</p>
--	--

Carbone attivo

È usato per rimuovere materia organica ma anche mercurio e metalli preziosi. I filtri sono in forma di letti o cartucce che lavorano in multipli cosicché l'uscita di un filtro viene lavorata dal successivo. Il filtro esausto è poi riposizionato e diventa il filtro di livello successivo.

Vantaggi	Svantaggi
<p>Può essere usato in un vasto campo di applicazioni (es. per rimozione di mercurio o diossina). Può essere aggiunto dopo coagulazione e sedimentazione come strato in filtri a sabbia. La tecnologia esiste e i dispositivi sono commercialmente disponibili.</p>	<p>È costosa Può diventare terreno di coltura per microrganismi Il processo di riscaldamento con cui viene prodotto il carbonio dal carbone comporta forti emissioni di SO₂.</p>

Emissioni associate

La composizione degli effluenti liquidi dipende fortemente dal metallo prodotto, dal processo di produzione e dal tipo materiale grezzo. La tabella seguente fornisce alcuni esempi dell'efficienza di trattamento per differenti flussi di acque reflue.

Per altri dati riguardo il consumo d'acqua, la quantità e composizione degli effluenti liquidi e i valori di emissione raggiungibili, si vedano i capitoli relativi alle singole produzioni.

Esempio del contenuto di metalli in acque reflue prima e dopo il trattamento, per un complesso di fusione-raffinazione del rame						
Sorgente	Componente principale (mg/l)					
	Cu	Pb	As	Ni	Cd	Zn
Acqua di processo (100mila m ³ /anno)						
Prima del trattamento	2000	500	10000	1000	500	1000
Dopo il trattamento	0.01-0.2	0.001-0.04	0.001-0.1	0.004-0.15	0.0001-0.1	0.01-0.2
Acqua di precipitazione						
Prima del trattamento	15-30	<5	<2	<2	<0.5	<2
Dopo il trattamento	0.01-0.4	0.005-0.2	0.003-0.007	0.002-0.4	0.0002-0.1	0.03-0.4
Acqua di raffreddamento diretto (16 milioni m ³ /a)						
Prima del trattamento	<3	<0.5	<0.1	<0.1	<0.05	<0.5
Dopo il trattamento	0.01-0.25	0.001-0.1	0.001-0.1	0.002-0.6	0.0001-0.003	0.02-0.5
Emis. specifica di inquinante (g/t di Cu prodotto)	2.3	0.3	0.23	0.1	0.05	0.8

Minimizzazione e recupero dei residui di produzione

Molti residui sono considerati rifiuti dalla legislazione europea corrente, ma l'industria dei metalli non ferrosi riutilizza molti di questi materiali come materia prima grezza per altri processi, e l'interconnessione tra diversi operatori metallurgici favorisce, ormai da anni, il recupero dei metalli, riducendo così la quantità di rifiuti da inviare a discarica. Nella tabella sono riportati i principali residui connessi alla produzione di metalli non ferrosi e i possibili impieghi.

Sorgente dei residui	Metalli associati	Prodotto o residuo intermedio	Opzioni di riciclaggio e riutilizzo
Movimentazione dei materiali grezzi	Tutti i metalli	Polvere, spazzatura	Alimentazione del processo principale
Forni di fusione	Tutti i metalli	Scorie	Ritorno alla fusione Materiale da costruzione dopo trattamento Industria degli abrasivi Parti delle scorie possono essere usate come materiale refrattario
	Leghe di ferro	Scorie arricchite	Materiale grezzo per altri processi per leghe di ferro
Convertitori	Cu	Scorie	Riciclaggio allo smelter
Forni di raffinazione	Cu	Scorie	Riciclaggio allo smelter
	Pb	Schiumature	Recupero di altri metalli utili
	Metalli preziosi	Schiumature e scorie	Riciclaggio interno
Trattamento delle scorie	Cu	Scorie pulite	Materiale da costruzione
		Matta	Recupero di metallo
Forni di fusione	Tutti i metalli	Schiumature	Ritorno al processo dopo trattamento
		Scorie	Recupero del metallo
	Al secondario	Scorie saline	Recupero del metallo, del sale e dell'ossido
Elettro-raffinazione	Cu	Soluzione elettrolita	Recupero di Ni
		Residui di anodo	Ritorno al convertitore
		Slime di anodo	Recupero di metalli preziosi
Elettro-estrazione	Zn, Metalli preziosi	Elettrolita usato	Riutilizzo nel processo di lisciviazione
Elettrolisi sali fusi	Al	SPL	Combustibile o smaltimento
	Na e Li	Bagno in eccesso	Riutilizzo come elettrolita in sito
		Stanghe di anodo	Recupero

		Materiale di cella	Rottami di ferro dopo pulitura
Distillazione	Hg	Residui	Riutilizzo come alimentazione del processo
	Zn, Cd	Residui	Ritorno all'ISF
Lisciviazione	Zn	Residui di ferrite	Smaltimento, riutilizzo della soluzione
	Cu	residui	Smaltimento
Impianto di produzione di acido solforico		Catalizzatore	Rigenerazione
		Fanghi acidi	Smaltimento
		Acido debole	Lisciviazione, decomposizione, neutralizzazione
Rivestimenti di forno	Tutti i metalli	Refrattario	Uso come agente slagging, smaltimento
Macinatura, Frantumazione	Carbonio	Polveri di carbonio e grafite	Uso come materiale grezzo in altri processi
Decapaggio	Cu	Acido usato	Recupero
Sistemi di abbattimento secco	Maggioranza, se impiegano Filtri a manica o precipitatori elettrostatici	Polvere di filtro	Ritorno al processo Recupero di altri metalli
Sistemi di abbattimento umido	Maggioranza, scrubber o precipitatori elettrostatici a umido	Fanghi di filtro	Ritorno al processo Recupero di altri metalli
Fanghi di trattamento delle acque reflue	Maggioranza	Fanghi di idrossidi solfuri	Smaltimento, riutilizzo Riutilizzo
Digestione	Allumina	Fango rosso	Smaltimento, riutilizzo della soluzione
Oltre alle operazioni di utilizzo descritte nella tabella, sono possibili tutte le forme di recupero consentite in funzione di particolari leggi locali e nazionali.			

Le migliori tecniche disponibili sono riassumibili come segue.

Minimizzazione dei residui dai processi metallurgici

- Uso di materiale “pulito”, in quanto la quantità di scoria e schiumatura prodotta durante la fusione è funzione principalmente dalle impurità presenti nel materiale grezzo. In alcuni casi ciò può essere assicurato effettuando una pre-selezione del materiale grezzo. Ottimizzazione dell'attività del forno, anche mediante l'impiego di moderne tecniche di controllo del processo.
- Per evitare l'ossidazione della superficie di bagno della massa fusa si può operare con forni chiusi.

Una diminuzione della quantità di rivestimenti e materiale refrattario esausto può essere ottenuta con le seguenti misure.

- Attenta costruzione del rivestimento in mattoni del forno; uso continuativo del forno e quindi minimizzazione delle variazioni di temperatura; breve tempo di impatto degli agenti fondenti; non utilizzo di agenti fondenti aggressivi; attenta pulizia dei forni e dei crogioli; riduzione del movimento del forno (rotazione).
- A certe condizioni, che sono funzione della composizione dei rivestimenti e dei refrattari, è possibile il riutilizzo (es. dopo macinatura come massa per getti o di chiusura del forno). In alternativa, il contenuto di metallo può essere separato mediante fresatura e macinatura, e il materiale restante può essere usato come materiale da costruzione, mentre il metallo può essere reintrodotta allo smelter.

Minimizzazione dei residui dai sistemi di abbattimento

- Il volume dei gas di processo da sottoporre a trattamento dipende largamente dal tipo di forno (es sigillato o meno). Le polveri cariche di metallo possono di solito essere reintrodotta allo smelter (spesso dopo un processo di agglomerazione o pretrattamento) o vendute ad altri impianti di produzione.
- L'essiccamento del materiale in ingresso allo smelter può portare a rilasci di SO₂, soprattutto nel caso di materiale sulfureo (l'altra fonte di SO₂ è il combustibile); il gesso prodotto nello scrubber di SO₂ può a volte essere riciclato come parte del flussante in ingresso al forno, in base al processo utilizzato.
- La quantità di maniche di filtro utilizzate può venire ridotta usando moderni materiali da filtro, che sono più resistenti. Un cambio dei filtri è in genere necessario solo quando il 10-20% dei compartimenti è fuori uso. La scelta di sostituire le maniche di filtro con tessuti moderni e affidabili dipende anche da considerazioni di tipo economico, anche se il minor numero di rotture dei tipi moderni può compensare i costi.

Riduzione dei residui generati dal trattamento degli effluenti

- Per evitare il rilascio di acqua calda nell'ambiente, vengono usati diversi sistemi di raffreddamento, a circuito chiuso, semi-chiuso o a ciclo aperto (torri di raffreddamento). Usando un ciclo di raffreddamento a circuito chiuso il rilascio di acqua è minimizzato. La scelta del sistema di raffreddamento dipende comunque da vari fattori sito-specifici.
- La quantità di acque di rifiuto generata da uno scrubber a umido può essere ridotta se l'acqua trattata viene riciclata allo scrubber. Per evitare un aumento del contenuto di sali nel ciclo dell'acqua di lavaggio, una piccola quantità d'acqua deve essere eliminata continuamente dal sistema e rimpiazzata con acqua pulita.

Riduzione di altri residui

L'olio usato come lubrificante negli impianti può causare fenomeni di cattura del metallo e reazioni chimiche. La manutenzione regolare, le riparazioni e la manutenzione preventiva possono minimizzare le perdite e aumentare gli intervalli tra i cambi d'olio. Altro metodo per ridurre l'impiego di olio è il filtraggio, che ne prolunga la durata fino a 10 volte. I filtri utilizzati possono essere frantumati e il metallo riutilizzato nello smelter, l'olio centrifugato e inviato ad una raffineria di oli usati.

Recupero energetico

Le seguenti tecniche possono venire incorporate in molti processi esistenti:

- I gas caldi prodotti durante la fusione o l'arrostimento di minerali solfurei vengono quasi sempre passati attraverso caldaie per produrre vapore, che può essere usato per produrre elettricità o per riscaldamento, o come vapore di processo nell'essiccatore di concentrato, mentre il calore residuo è usato per pre-riscaldare l'aria di combustione.
- Altri processi piro-metallurgici sono fortemente esotermici, particolarmente quando si usa ossigeno per arricchire l'aria di combustione. Molti processi impiegano il calore in eccesso per fondere materiale secondario senza l'uso di combustibile aggiuntivo.
- L'uso di aria arricchita di ossigeno o ossigeno nei combustori riduce il consumo energetico consentendo la fusione autogena o la completa combustione del materiale carbonioso.
- Il materiale di rivestimento del forno può influenzare il bilancio energetico dell'operazione di fusione. È documentato che refrattari "low mass" hanno un effetto positivo nel ridurre la conducibilità e l'immagazzinamento termico. Tale fattore deve essere bilanciato con la durata del rivestimento e l'infiltrazione di metallo nel refrattario, e non può essere usato in tutti i casi.
- L'essiccamento a basse temperature dei concentrati riduce le necessità energetiche, in quanto in caso contrario è necessaria maggiore energia per surriscaldare il vapore nello smelter e si ha un significativo aumento del volume di gas che costringe ad aumentare la dimensione delle ventole.
- Il calore generato durante la produzione di acido solforico dall' SO_2 (processo esotermico) può essere usato per produrre vapore o acqua calda.
- I gas caldi degli stadi di fusione possono essere usati per pre-riscaldare la carica del forno. Il gas combustibile e l'aria di combustione possono venire pre-riscaldati, oppure può essere usato un bruciatore a recupero nel forno. Il vantaggio di pre-riscaldare l'aria di combustione sta nel conseguente aumento della temperatura della fiamma che ha come risultato una più alta efficienza di fusione ed una riduzione dei consumi energetici. La pratica mostra risparmi energetici del 25% per un pre-riscaldamento di 400°C e del 30% per 500°C .
- Il raffreddamento precedente un filtro a manica è una tecnica importante perché fornisce protezione dal calore per il filtro e permette una più ampia scelta di tessuti. A volte è possibile recuperare calore a questo stadio.
- Il monossido di carbonio prodotto in un forno elettrico o in un altoforno viene raccolto e bruciato come carburante per vari processi o per produrre vapore o altra energia.
- Il riciclo di gas di scarico contaminati attraverso un bruciatore "oxy-fuel" comporta significativi risparmi di energia. Il bruciatore recupera il calore del gas, ne usa il contenuto energetico dei contaminanti e li rimuove. Questo processo riduce anche gli ossidi di azoto.
- L'uso del calore dei gas o del vapore di processo per aumentare la temperatura della soluzione di lisciviazione è praticato frequentemente. In alcuni casi una parte del flusso di gas può essere deviata ad uno scrubber per recuperare calore nell'acqua,

che è poi usata per la lisciviazione. Il gas raffreddato viene poi riconvogliato al flusso principale per un ulteriore abbattimento.

- Durante la fusione di rottami elettronici o di batterie in vessels metallurgici, il contenuto di calore del contenitore plastico è usato per fondere il metallo e altre componenti aggiuntive costituenti i rottami o le scorie.

Rumore e vibrazioni

Le sorgenti principali sono riassumibili come segue.

- Trasporto e gestione dei materiali grezzi e dei prodotti.
- Processi di piro-metallurgia, operazioni di macinatura e frantumazione.
- Uso di pompe e ventole; ventilazione del vapore.
- Sistemi di allarme non presenziati.

I nuovi impianti possono essere progettati a bassi livelli di rumore e vibrazioni; una buona manutenzione può impedire lo sbilanciamento dei dispositivi. Le interconnessioni tra dispositivi possono essere progettate in modo da impedire o minimizzare la trasmissione di rumore.

Le principali tecniche di abbattimento sono riassunte nell'elenco che segue.

- Impiego di pannelli per schermare la sorgente di rumore.
- Chiusura dell'impianto o delle componenti rumorose in strutture fonoassorbenti.
- Uso di supporti ed interconnessioni antivibrazione per i dispositivi.
- Orientazione dei macchinari emettenti rumore.
- Cambio della frequenza del suono.

I primi interventi che si possono effettuare sono quelli sulla sorgente sonora; questo tipo di interventi sono da privilegiare rispetto a quelli realizzati in prossimità dei ricettori in quanto sia acusticamente più efficaci, sia più accettati dai ricettori stessi. La loro efficienza, tuttavia, è tanto maggiore quanto più la loro attuazione è prevista già nella progettazione dei macchinari e nella pianificazione dei processi.

La bonifica acustica di macchine, attrezzature, impianti, processi di lavorazione (cioè dei punti di generazione) assai spesso è il risultato dell'applicazione di procedure e criteri molto approssimativi, derivanti da una insufficiente conoscenza delle tecnologie disponibili e/o da luoghi comuni, esperienze parziali. Modifiche successive possono essere difficilmente realizzabili, anche perché alterano la funzionalità della macchina e/o del processo e sono costose ed acusticamente meno efficaci; inoltre è difficile trovare una strategia comune per impianti che, pur effettuando lo stesso tipo di produzione, hanno una distribuzione spaziale (lay-out) di processi e conseguenti sorgenti molto diverse tra loro.

È quindi necessario, talvolta, cercare di intervenire sulle vie di trasmissione e propagazione e sui ricettori del rumore, soprattutto nel caso di impianti esistenti.

A questo proposito sono riportati, nella tabella seguente, una serie di interventi, mutuati dal decreto del Ministero dell'Ambiente del 29-11-2000 ("Criteri per la predisposizione,

da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”) che, se pur riguardanti il contenimento e l’abbattimento delle immissioni rumorose derivanti dai sistemi pubblici di trasporto e relative infrastrutture, sono pienamente applicabili anche in ambito industriale poiché si focalizzano sulla propagazione e la ricezione dell’immissione, prescindendo dalla sorgente sonora.

Tipo di intervento	Campo di impiego	Efficacia
Barriere antirumore artificiali (metalliche, in legno, calcestruzzo, argilla espansa, trasparenti, biomuri)	Impiego tipico in presenza di ricettori di altezza media posti in prossimità dell’impianto	14 dB per i ricettori posti nella zona A dell'ombra; 7 dB per i ricettori posti nella zona B dell'ombra; 0 dB per i ricettori posti fuori dalla zona d'ombra;
Barriere antirumore artificiali integrate con elemento antidiffrattivo superiore	Impiego tipico in presenza di ricettori di altezza media posti in prossimità dell’impianto; con elevata densità di ricettori nella zona d'ombra	15 dB per i ricettori posti nella zona A dell'ombra; 7,5 dB per i ricettori posti nella zona B dell'ombra; 0 dB per i ricettori posti fuori dalla zona d'ombra;
Barriere antirumore formate da muro cellulare (alveolare) rinverdito in calce-struzzo o legno	Impiego tipico in presenza di ricettori di altezza media posti in prossimità dell’impianto	19 dB per i ricettori posti nella zona A dell'ombra; 10 dB per i ricettori posti nella zona B dell'ombra; 0 dB per i ricettori posti fuori dalla zona d'ombra;
Barriere vegetali anti-rumore	Impiego per situazioni non particolarmente critiche con ampie fasce di territorio non edificato tra i ricettori e la sede dell’impianto	1 dB ogni 3 m di spessore della fascia piantumata
Barriere di sicurezza tradizionali	Applicazioni congiunte di sicurezza ed acustiche	2 dB
Barriere di sicurezza di tipo ecotecnico	Applicazioni congiunte di sicurezza ed acustiche	3 dB
Rilevato antirumore	Richiede una fascia di territorio non edificato tra i ricettori e l’impianto, pari ad almeno 2,1 volte l'altezza del rilevato. Intervento integrabile con barriere vegetali	13 dB per i ricettori posti nella zona A dell'ombra; 6 dB per i ricettori posti nella zona B dell'ombra; 0 dB per i ricettori posti fuori dalla zona d'ombra;
Copertura a cielo aperto, con grigliato di pannelli acustici (baffles)	Aree densamente popolate; edifici alti rispetto all’impianto	10 dB per i ricettori posti al di sopra della copertura; 16 dB per i ricettori

		posti nella zona d'ombra al di sotto della copertura
Copertura totale	Aree molto popolate con edifici alti rispetto all'impianto e livello di rumore elevato	superiore a 25 dB
Finestre antirumore autoventilanti	Situazioni particolarmente gravose non completamente risanabili con interventi passivi sull'impianto; si adottano anche insieme ad altri tipi di interventi	34 dB
Rivestimenti fonoas-sorbenti delle facciate degli edifici	Contesti densamente urbanizzati per migliorare il clima acustico di zona	3 dB
<p>Nota: la zona d'ombra di una barriera acustica è la parte di territorio schermata dalla barriera e delimitata dal piano dell'infrastruttura e dal piano passante per la mezzeria della corsia o binario di corsa più lontani dalla barriera e per la sommità della barriera stessa. La zona d'ombra si divide in due parti:</p> <p>1. zona A o di massima protezione, compresa fra il piano in cui si trova l'infrastruttura ed il piano ad essa parallelo passante per la sommità della barriera;</p> <p>2. zona B compresa fra il piano parallelo all'infrastruttura e passante per la sommità della barriera ed il piano passante per la mezzeria della corsia o binario di corsa più lontani dalla barriera e per la sommità della barriera stessa. Il territorio posto al di fuori delle zone A e B non è protetto dalla barriera acustica.</p>		

Per quanto riguarda la valutazione dell'indice di priorità degli interventi di risanamento, i criteri di progettazione degli interventi di risanamento e i metodi per individuare le percentuali di risanamento nel caso di sorgenti sonore che immettono rumore in un punto, si rimanda agli allegati 1, 3, 4 del DM Ambiente del 29/11/2000.

Gli aspetti relativi alle vibrazioni dovranno invece essere valutati caso per caso, in relazione alle specifiche realtà industriali ed al contesto territoriale, e non è possibile al momento fornire indicazioni di carattere generale diverse dall'esigenza di un loro contenimento in termini di sorgenti e di effetti, basato sulle tecniche di buona pratica progettuale.

Odore

Le sorgenti principali sono rappresentate da: vapori metallici, oli e solventi organici, solfuri da raffreddamento di scorie e trattamento delle acque reflue, reagenti chimici, processi di trattamento degli effluenti, acidi grassi.

Le tecniche di abbattimento già descritte per gli aeriformi sono efficaci anche a minimizzare gli odori.

L'uso di biofiltri si è dimostrato efficace.

Gerarchia dei principi di controllo degli odori:

- evitare o minimizzare l'uso di sostanze maleodoranti;
- contenere ed estrarre le sostanze odorose prima che esse vengano disperse o diluite;
- trattamento, se possibile, mediante combustione o filtraggio.

Attività di smantellamento

Sono le misure da adottare in funzione della futura definitiva cessazione delle attività, per evitare ogni rischio di inquinamento e ricondurre il sito a condizioni soddisfacenti.

L'approccio integrato prevede che vengano adottate almeno le seguenti misure:

- Minimizzare la quantità di suolo che deve essere scavata o riposizionata; trattare con attenzione il suolo scavato per evitare cambiamenti pericolosi delle sue proprietà;
- Minimizzare l'immissione di sostanze nel suolo durante l'attività dell'impianto;
- Valutare la contaminazione storica per tenere conto delle condizioni antecedenti l'impianto, al fine di assicurare una chiusura "pulita" al momento della dismissione dell'impianto stesso.

PRODUZIONE DI PIOMBO, ZINCO, CADMIO, MERCURIO

Descrizione del processo di produzione, degli eventuali sottoprocessi e degli impianti per i quali sono analizzate le migliori tecniche disponibili anche con riferimento alle analisi comunitarie descritte nel BRef

Lo Zn, per diffusione nell'utilizzo, è il terzo dei metalli non ferrosi dopo Al e Cu. Fra le principali applicazioni del metallo si ricorda la produzione di leghe, fra le quali la Zama e l'ottone, la galvanizzazione, la produzione di anodi sacrificali e le applicazioni nel settore farmaceutico, dell'alimentazione, delle costruzioni, della produzione di pile e nell'industria chimica. Altre produzioni a base Zn sono quelle di polveri di Zn a vari gradi di purezza e di composti chimici e di ossidi di Zn.

Lo Zn è prodotto in vari gradi di purezza commerciale, fra i quali ricordiamo qui solo lo Zn SHG e quello GOB.

Lo Zn SHG è un metallo di Zn iperpuro (a titolo 99.995%), contenente un ammontare massimo di impurezze pari a 50 g/ton, possibili con combinazione di tenori massimi dei seguenti elementi normati: Sn 0.001%, Cd 0.002%, Pb 0.003%, Fe 0.002%, Cu 0.001%.

Lo Zn GOB è un metallo a titolo 98.5%, contenete un ammontare massimo di impurezze pari a 15 kg/ton, possibili con combinazione di tenori massimi dei seguenti elementi normati: Pb 1.4%, Cd 0.2%, Fe 0.05%.

A tali diverse tipologie di produzione si accompagnano impatti dal punto di vista ambientale del tutto simili.

Tradizionalmente le materie prime a base Zn sono quelle naturali come la blenda e per il piombo i solfuri, quali la galena, ed i minerali ossidati misti.

In seguito alla crisi del settore minerario, hanno acquisito importanza sempre maggiore, sia per motivi legati al mercato sia per tematiche ambientali, le materie prime secondarie derivanti da alcuni settori industriali. Ricordiamo in particolare:

- i residui di galvanizzazione, le schiumature ed i fanghi a base Zn derivanti dai processi di elettrolisi per la produzione del metallo stesso e i fumi di acciaierie (EAF dusts) da abbattimento delle emissioni atmosferiche dai forni elettrici ad arco e dagli impianti del settore di produzione ottone.
- i residui dalla lavorazione delle batterie e del riciclaggio dei rottami di Pb.

Il riciclo dei materiali contenenti Zn e Pb è un punto fondamentale per la sostenibilità ambientale ed economica del settore di produzione Pb-Zn.

Da sempre, le maggiori tematiche ambientali associate alla produzione primaria di Zn e Pb sono quelli legati alle emissioni di SO₂ e di particolato solido contenete metalli pesanti (ben risolti dagli smelters europei), la produzione di residui dai processi di raffinazione elettrolitica dello Zn e di residui dai processi di produzione del Pb.

In maggior dettaglio, l'attività di produzione primaria di Pb-Zn-Cd-Hg e loro leghe metalliche può avvenire per via termica, via umida e via elettrochimica. Alle suddette produzioni è associata quella fatale di acido solforico.

Le materie prime di partenza sono costituite da minerali solfurei (blende e galene), materiali solfo-ossidati, rottami metallici (scraps) e fumi di acciaieria (EAF).

I cicli produttivi principali sono costituiti da:

1. Ciclo Imperial Smelting (ISF),
2. Zinco elettrolitico (ZnE);
3. Kivcet (KSS).

Il Ciclo Imperial Smelting è normalmente costituito dai seguenti impianti:

- Agglomerazione
- Purga Cadmio
- Imperial Smelting Furnace
- Raffinazione Termica Zinco
- Waelz e bricchette

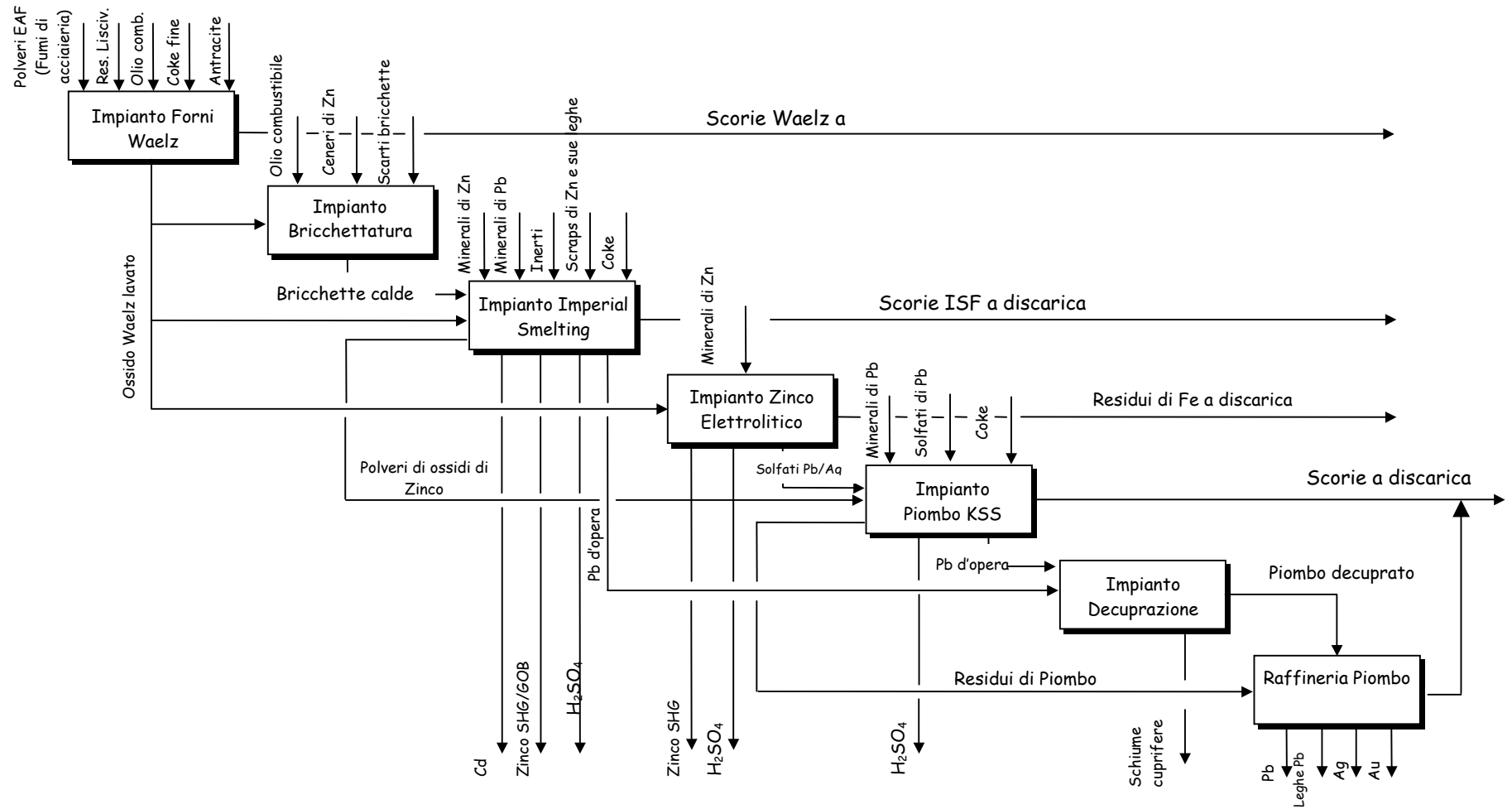
Il Ciclo Zinco Elettrolitico è normalmente costituito dai seguenti impianti:

- Arrostimento minerali
- Acido Solforico
- Recupero e produzione Mercurio
- Lisciviazione
- Elettrolisi Zinco
- Preparazione Anodi
- Fusione Catodi

Il Ciclo del Piombo KIVCET è normalmente costituito dai seguenti impianti:

- Miscelazione materie prime, preparazione carica ed essiccamento miscela
- Forno KIVCET, decuprazione/raffinazione e colata Piombo
- Frazionamento d'aria

Schema di flusso Generale



Ciclo Imperial Smelting

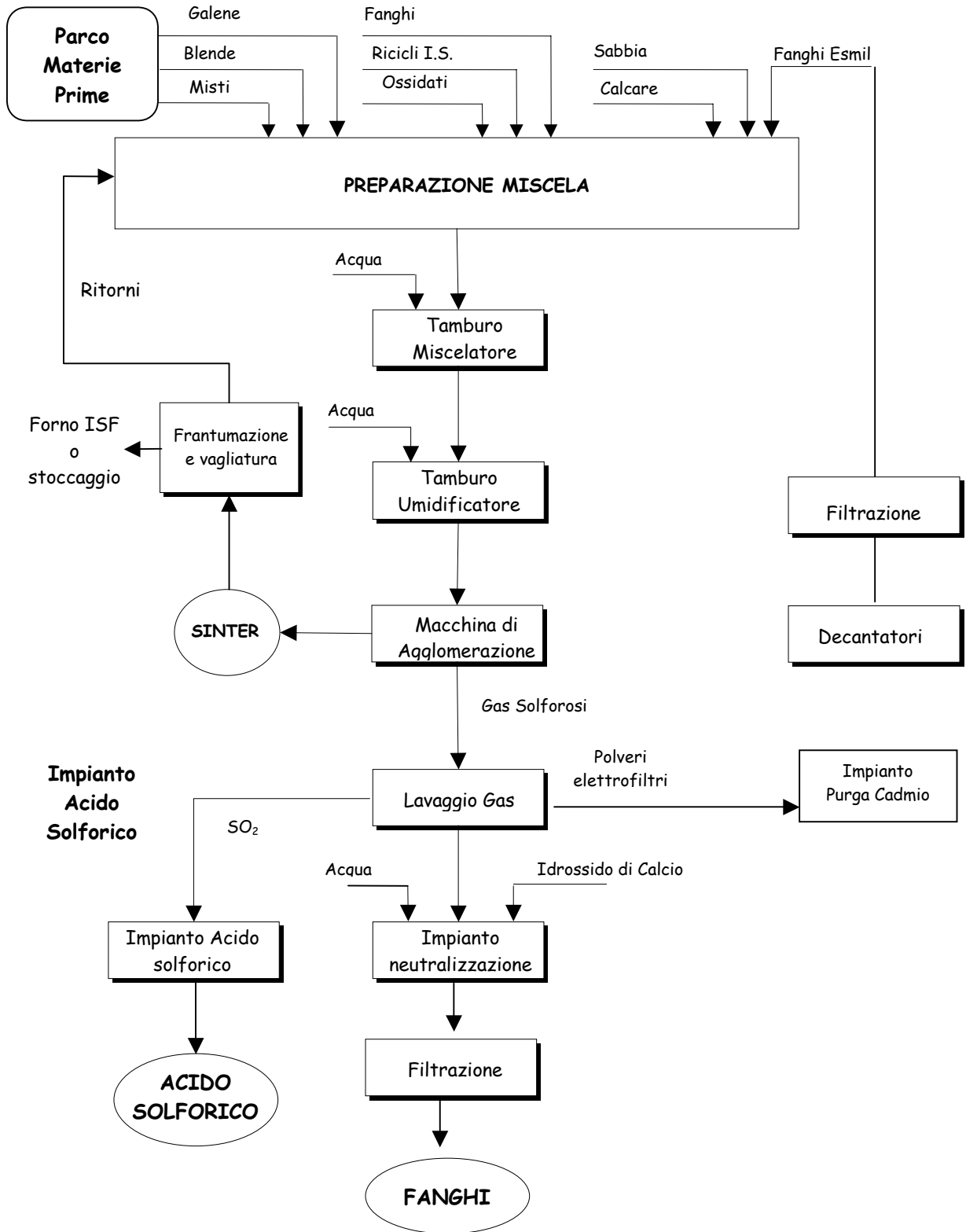
Il Ciclo Imperial Smelting comprende normalmente gli impianti di seguito descritti.

Impianto di Agglomerazione (Schema di flusso 2a)

L'impianto di agglomerazione è suddiviso in diverse sezioni.

1. *Preparazione Miscela*: in tale sezione, la carica viene predisposta mediante la miscelazione dosata di materiali quali solfuri misti, ossidi, ritorni e scorie, al fine di assicurare l'umidità e le caratteristiche di fusibilità ottimali richieste dal processo.
2. *Sinterizzazione*: in tale sezione, ha luogo la desolforazione dei solfuri metallici di Pb-Zn-Cd-Fe ad opera di speciali bruciatori. In essa, si ottiene la produzione di un agglomerato duro e poroso di Zn e Pb (Sinter), mentre l'anidride solforosa (SO_2) che si libera nel processo viene convogliata all'impianto Lavaggio gas.
3. *Frantumazione e vagliatura*: in tale sezione, l'agglomerato viene vagliato in funzione della sua pezzatura per essere inviato direttamente alla carica del forno oppure per essere frantumato e stoccato in attesa di essere alimentato all'impianto Agglomerazione.
4. *Lavaggio gas*: in tale sezione, mediante elettrofiltri, avviene la depurazione e la separazione dei gas solforosi dalle polveri che vengono riciclate all'impianto come materia prima. I gas caldi in uscita dagli elettrofiltri subiscono diverse fasi di raffreddamento con acqua prima di essere inviati all'impianto Acido Solforico IS. Le acque di lavaggio gas producono fanghi che vengono estratti e riciclati come materia prima in alimentazione all'impianto
5. *Impianto Acido Solforico*: in tale sezione, l'anidride solforosa viene convertita in anidride solforica (SO_3) e successivamente in acido Solforico (H_2SO_4) con un processo di doppia catalisi.

Diagramma di Flusso Impianto di Agglomerazione - Flusso 2a



Impianto Purga Cadmio (Schema di flusso 2b)

L'impianto ha lo scopo di eliminare il Cd presente nel ciclo di lavorazione dell'ISF a partire dall'impianto Agglomerazione. A tal fine, applica un processo ad umido mediante la precipitazione, dalle polveri degli elettrofiltri, di una "spugna Cd" che al termine del processo di lavorazione viene fusa per ottenere Cd metallico in lingotti.

Il processo può essere schematizzato in 4 punti principali :

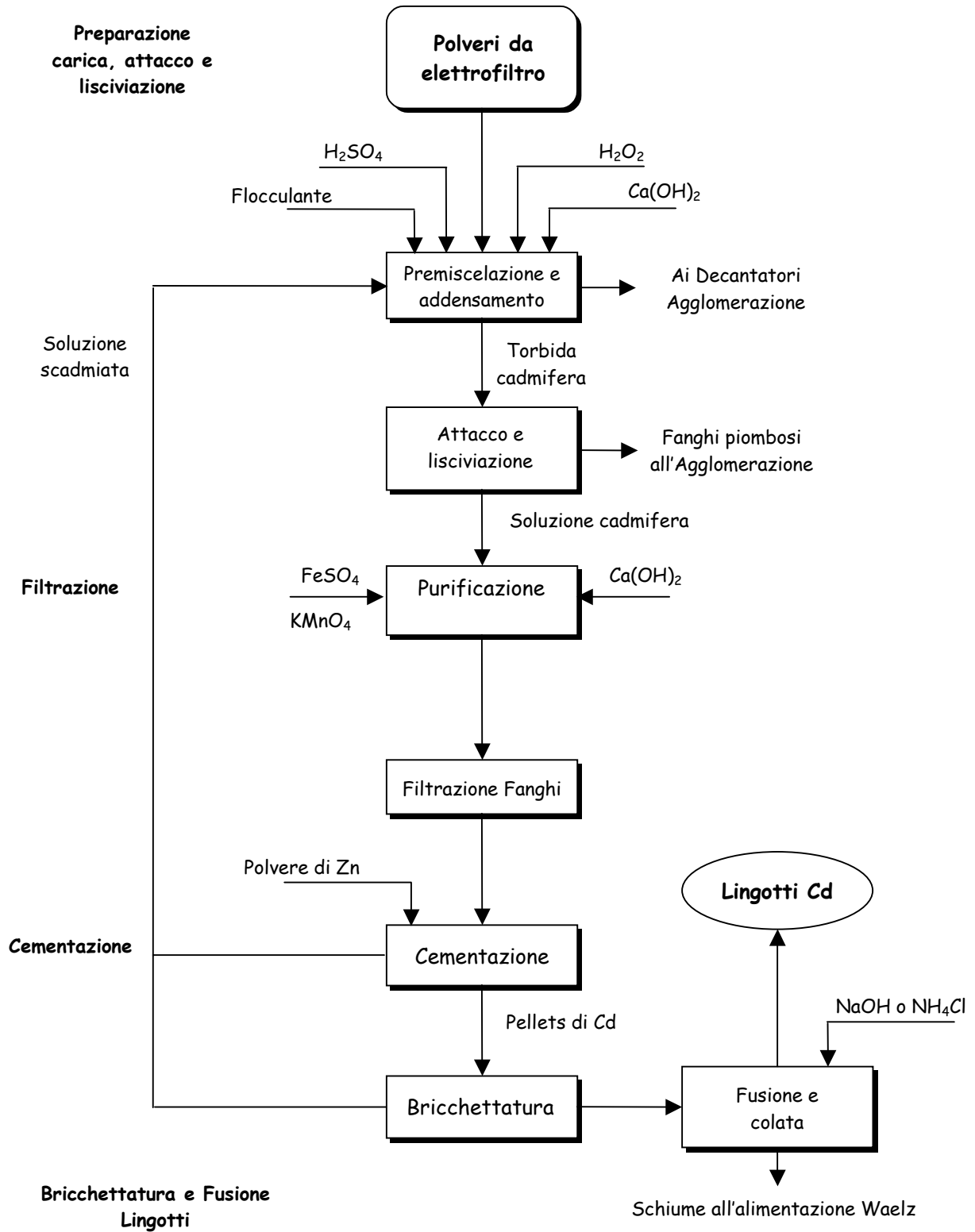
1. *Attacco acido delle polveri di Cd recuperate dagli elettrofiltri dell'Agglomerazione:* la dissoluzione con buona resa del Cd contenuto nelle polveri avviene dopo lisciviazione acida con acido Solforico per 15/16 h, ad una temperatura di 80/85 °C e ad un pH tra 2.0 e 4.0. I residui recuperati, essenzialmente solfato di Piombo ($PbSO_4$), vengono filtrati e pressati per ridurre l'umidità prima di essere alimentati all'impianto Agglomerazione.

2. *Purificazione della soluzione cadmifera:* avviene mediante l'aggiunta di permanganato di Potassio ($KMnO_4$) che durante l'attacco acido consente di eliminare le impurezze metalliche che potrebbero compromettere la qualità della spugna Cd. La fase liquida e la fase solida vengono quindi separate per filtrazione. Il residuo ottenuto viene riciclato in alimentazione all'impianto Agglomerazione come materia prima.

3. *Cementazione Cd:* consiste nella precipitazione del Cd sotto forma di spugna metallica dalla soluzione purificata, mediante l'aggiunta di polvere di Zinco. La soluzione zincifera ottenuta viene riutilizzata in Agglomerazione.

4. *Bricchettatura e fusione della spugna Cd:* la spugna Cd recuperata viene bricchettata mediante pressa e quindi rifusa a 400°C in presenza di soda ($NaOH$) o di cloruro d'ammonio (NH_4Cl), in funzione del tenore di Zn, per evitare ossidazioni ed eliminare grani di Zn ancora eventualmente presenti. Vengono così ottenuti lingotti di Cd iperpuro. Le scorie zincifere, principalmente cloruro di Zinco ($ZnCl_2$) e zincato di Sodio (Na_2ZnO_2) del processo di fusione, vengono riutilizzate come materia prima nell'alimentazione del forno Waelz.

Diagramma di Flusso Impianto Purga Cadmio - Flusso 2b

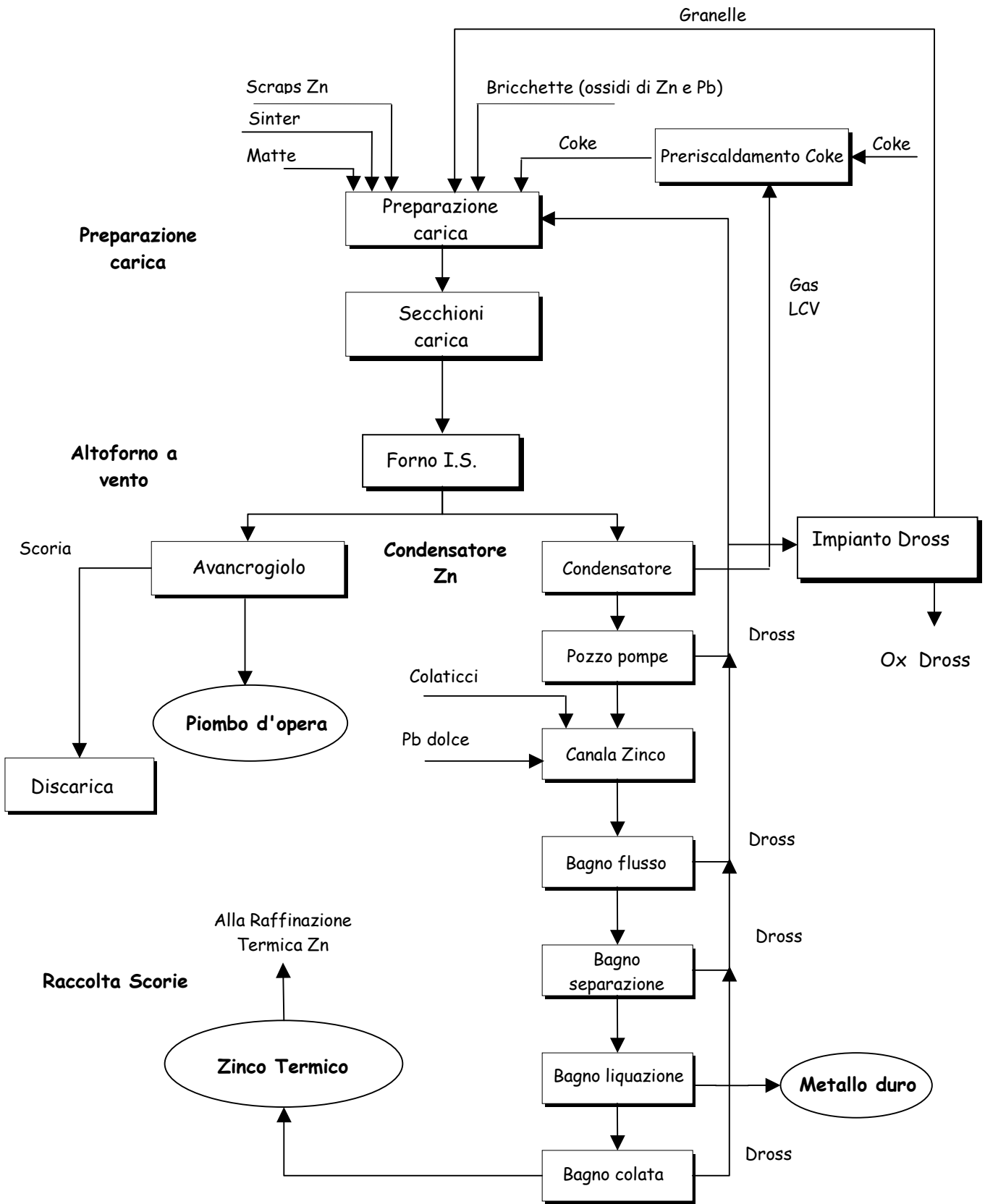


Impianto Imperial Smelting (Schema di flusso 2c)

L'impianto ha la funzione di produrre Pb e Zn allo stato metallico, da inviare successivamente ai rispettivi processi di raffinazione, ed è diviso in quattro sezioni :

1. *Preparazione carica*: in tale sezione, avviene la selezione e il dosaggio dei materiali da inviare alla carica dell'alto forno e precisamente granelle e scarti di Zn, bricchette e Sinter. Il coke inserito in carica ha la funzione di riducente. Il prodotto viene trasportato al forno mediante secchioni.
2. *Forno a vento (o forno I.S.)*: in tale sezione, a seguito di insufflaggio di aria calda avviene la riduzione degli Ossidi di Zn e Pb a Zn e Pb metallici e la relativa produzione di monossido di carbonio (CO) e anidride carbonica (CO₂). Il Pb diventa Pb d'opera e viene spillato alla base del forno assieme alle scorie, che vengono avviate a scarica per lo smaltimento finale.
3. *Condensatore Zn*: in tale sezione, i prodotti di combustione, insieme ai vapori di Zn, escono dalla parte alta del forno, passano attraverso un condensatore dove, grazie al contatto con una pioggia di Piombo fuso a una temperatura più bassa, avviene la separazione dello Zn. In questa fase si ha anche la produzione del cosiddetto Metallo Duro (Hard Metal), costituito da un conglomerato di particelle finissime di carburi metallici.
4. *Impianto Dross*: all'uscita del condensatore è posto un impianto di raccolta e di vagliatura delle scorie dei bagni metallici (Dross) che vengono riciclate in testa all'impianto.

Diagramma di Flusso Impianto Imperial Smelting - Flusso 2c



Impianto Raffinazione Termica Zinco (Schema di flusso 2d)

L'impianto separa lo Zn dagli altri metalli presenti come impurezze nella colata dell'altoforno IS, mediante un processo di distillazione frazionata in colonne a piatti, sfruttando le differenti temperature di ebollizione.

La colata di Zn del forno IS viene trasferita ad un forno di dosaggio dove subisce un riscaldamento controllato prima di passare alle colonne di frazionamento.

La prima batteria di colonne (colonne Piombo) produce due frazioni: un prodotto di testa costituito da Zn che contiene tutto il Cd ed un prodotto di coda costituito da Zn contenente metalli ad alta temperatura di ebollizione quali Fe, Cu, Pb, ecc.

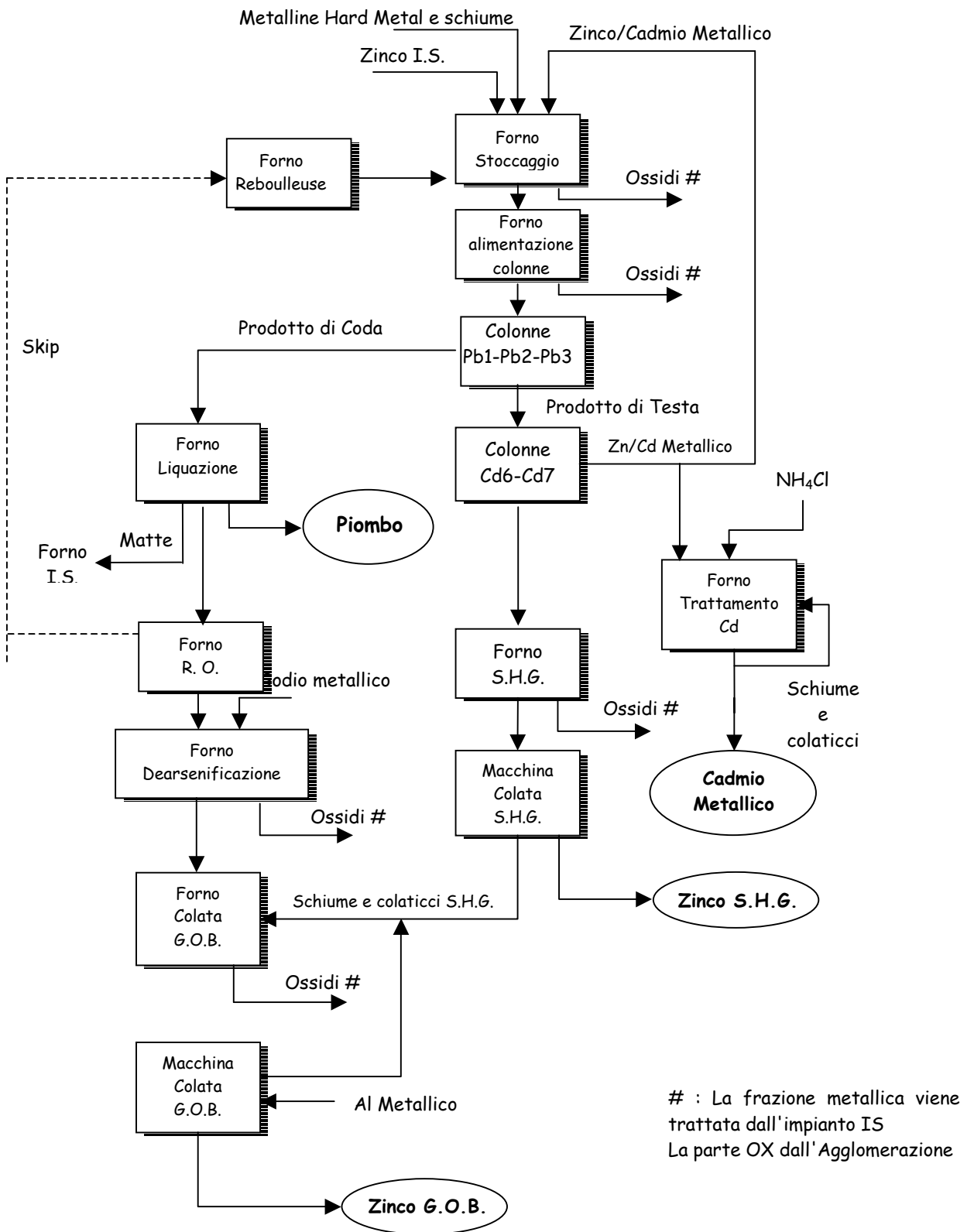
Il prodotto di testa, dopo la condensazione, viene inviato in altre colonne (colonne Cadmio) dove ha luogo la separazione dello Zn dal Cd. Le colonne Cadmio producono un prodotto di testa costituito da una lega Zn-Cd che viene colata in lingotti. Tale lega viene poi rifusa per separare lo Zn dal Cd in un processo simile a quello già visto nell'Impianto Purga Cd e un prodotto di coda costituito da Zinco iperpuro (Zinco S.H.G.) che viene stoccato in attesa di essere colato in lingotti.

Il prodotto di coda delle colonne Piombo viene inviato ad un forno di liquazione in cui avviene la separazione di tre fasi liquide per stratificazione gravimetrica:

- la fase più pesante, costituita da Pb liquido, che viene periodicamente spillato per essere colato in lingotti;
- una fase intermedia, costituita da una lega Zn-Fe e metalli pesanti (matte), che viene estratta e reintrodotta come materia prima in alimentazione al ciclo IS;
- una fase leggera costituita da Zn impuro (Zn Run-Off) che viene avviata ad un forno in cui mediante l'aggiunta di Sodio, avviene un processo di dearsenificazione.

Le due linee di colata in continuo che ricevono lo Zn R.O. così prodotto e parti metalliche di recupero (lingotti imperfetti, rottami di Zn, schiumatura, etc), completano l'impianto e producono lingotti di Zn di qualità media (Zn G.O.B.).

Diagramma di Flusso Impianto Raffinazione Termica Zinco Flusso 2d



Impianto Waelz (Schema di flusso 2e)

In questo impianto si realizza un processo di arricchimento metallurgico (arricchimento di materiali poveri) di minerali e/o residui recuperabili, quali Fumi di acciaieria (EAF), a base di Zn e Pb in ossidi di Zn e Pb (Ossidi Waelz) e l'eventuale successiva trasformazione dell'Ossido Waelz prodotto in "bricchette".

L'impianto Waelz è costituito essenzialmente da 3 sezioni, di seguito descritte:

1. *Forno Waelz*: la carica, costituita sia da una miscela dei materiali sopra indicati sia da soli Fumi di acciaieria viene frantumata e dosata opportunamente, per essere ricca in calce e povera in silice e Fe, e arricchita in antracite o polverino di coke per alimentare i forni Waelz, forni rotativi ad asse inclinato in cui il materiale procede per rotolamento. La miscela all'interno del forno viene portata a fusione ad una temperatura di 1250°C. All'interno della carica di materiale, in atmosfera fortemente riducente, avviene la riduzione degli ossidi di Zn a Zn metallico allo stato di vapore.

I vapori di Zn che si liberano dalla carica, in atmosfera ossidante, reagiscono con l'O₂ e il CO a formare nuovamente l'ossido del metallo.

Inoltre avvengono le reazioni di riduzione dei solfuri di Zn con produzione di monossido di carbonio e solfuri di Fe e Ca. Lo Zn metallico, prodotto allo stato di vapore, si trasforma in ossido di Zn, per cui tutto lo Zn presente nella carica si trasforma in ossido.

Il Piombo presente nella carica si trasforma, per reazione analoga, in ossido e solfato di Pb.

Durante tutto il processo si ha la formazione di scorie che percorrono in controcorrente il forno fino alla testata inferiore, dove vengono scaricate, raffreddate in acqua, scolate dall'acqua trattenuta e avviate in discarica.

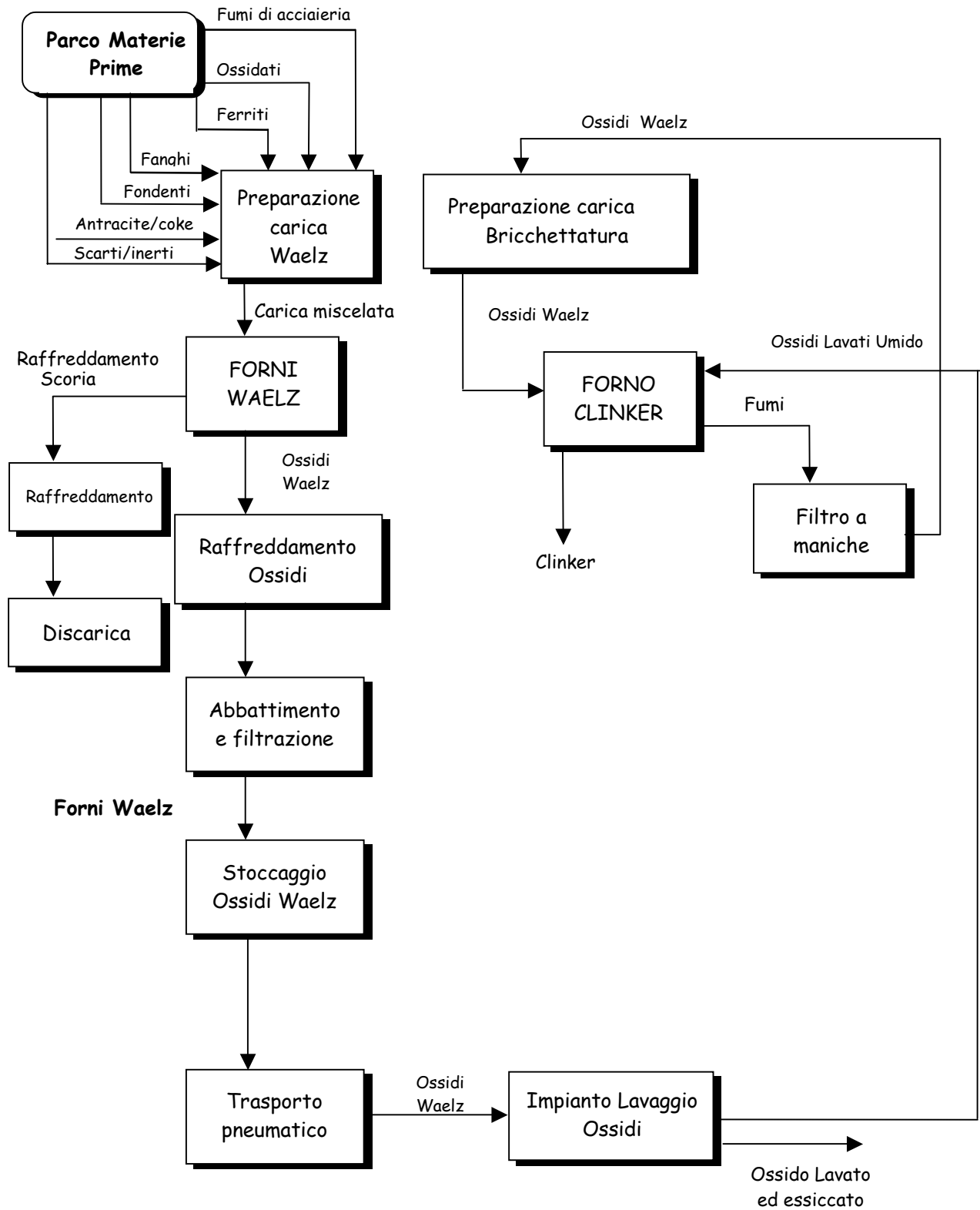
2. *Bricchettatura*: gli ossidi in uscita dal forno Waelz vengono trasformati a caldo per ottenere bricchette di pezzatura idonea alla carica del forno a vento.

Il processo si svolge in due fasi:

- clinkerizzazione: in un forno rotativo simile al forno Waelz gli ossidi vengono ricotti per ottenere un prodotto granulare (Clinker) con proprietà chimico-fisiche adatte alla carica del forno IS;
- compattazione: il Clinker ottenuto, previa vagliatura, viene compattato in bricchette che vengono avviate allo stoccaggio prima della loro alimentazione agli impianti.

3. *Lavaggio Ossidi Waelz*: la depurazione degli ossidi Waelz si rende necessaria per depurare gli ossidi prodotti da elementi alogeni ed alcalini che avrebbero altrimenti un contenuto non tollerabile per gli impianti che vengono alimentati con l'ossido Waelz tal quale.

Diagramma di Flusso Impianto Waelz - Flusso 2e



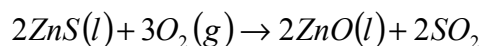
Ciclo Zinco Elettrolitico

Nel Ciclo dello Zn elettrolitico avviene la raffinazione dello Zn per via elettrolitica. Il ciclo è costituito dagli impianti di seguito riportati :

Impianto Arrostimento Minerali (Schema di flusso 2f)

L'impianto ha lo scopo di produrre ossidi di Zn (calcinato) a partire da materie prime quali blende, ossidati di Zn e ossidi da tuzie (scorie).

Lo Zn per poter essere convenientemente solubilizzato deve essere trasformato in ossido. La trasformazione avviene in un forno a letto fluido (Fluo-Solid) in cui avviene la reazione :



Tale reazione avviene in una massa fluidificata da aria insufflata da ugelli ubicati alla base del forno, ed è fortemente esotermica .

Durante la desolforazione si formano anche ossidi di altri metalli. L'anidride solforosa prodotta viene inviata ad un Impianto Acido Solforico.

In uscita dal Fluo-Solid, il materiale a granulometria più grossolana del calcinato - circa il 50% - viene raffreddato e macinato per portarlo alla granulometria più adatta al successivo processo di lisciviazione e quindi stoccato.

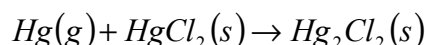
Il restante 50%, di consistenza polverulenta, attraversa una caldaia a recupero in cui viene depolverato e depurato dai gas solforosi che vengono inviati all'Impianto Acido Solforico e quindi stoccato.

Impianto Acido Solforico (Flusso 2f)

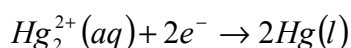
I gas solforosi dall'Impianto Arrostimento vengono depurati mediante elettrofiltri ad umido e lavaggio con acido Solforico per il recupero del Mercurio e da qui, attraverso un convertitore dotato di un catalizzatore a base di pentossido di Vanadio (V_2O_5), si ha la conversione di SO_2 in SO_3 . L'anidride solforica così ottenuta viene assorbita in due torri con Acido Solforico al 98.5% e quindi avviata allo stoccaggio.

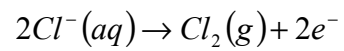
Impianto Recupero Mercurio (allegato 2f)

Dalla linea di lavaggio dell'anidride solforosa il Mercurio viene recuperato come cloruro mercurioso (Hg_2Cl_2) mediante una soluzione di cloruro mercurico ($HgCl_2$) in una reazione di dismutazione :

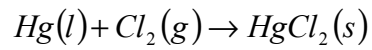


Dal cloruro mercurioso, per elettrolisi, si ottengono Hg e Cl_2 :



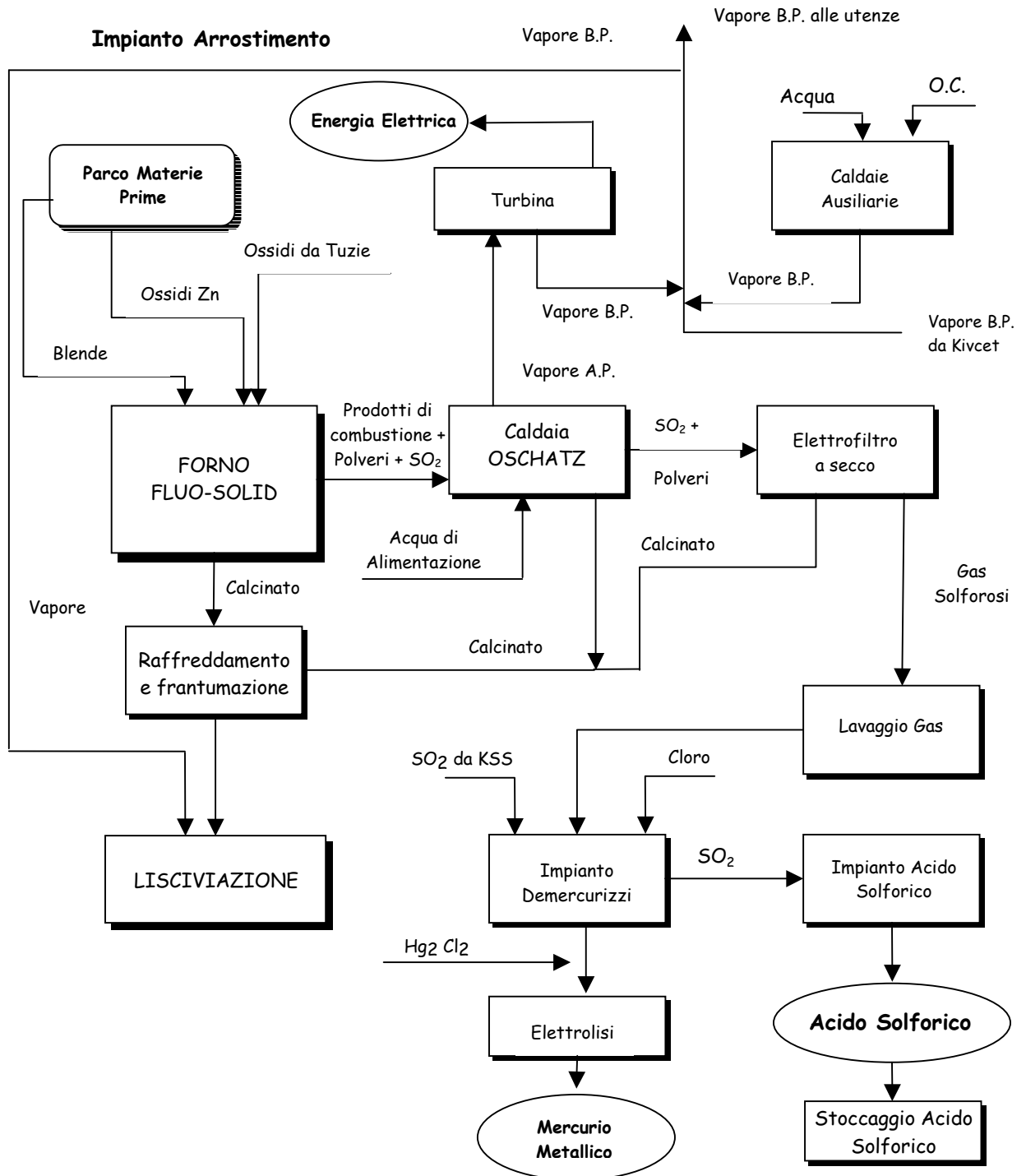


Uno dei due atomi di Mercurio viene riossidato secondo la reazione :



allo scopo di ripristinare il cloruro mercurico (il flusso indica cloruro mercurioso) utilizzato nel ciclo di recupero.

Impianto Arrostimento Minerali; Impianto Recupero Mercurio; Impianto Acido Solforico Nuovo Polo . (Schema di flusso 2f)



Impianto Lisciviazione (Schema di flusso 2g)

Il calcinato proveniente dall'Impianto Arrostimento viene solubilizzato con l'elettrolita esausto proveniente dalla sala celle dell'elettrolisi Zn. Tale processo è denominato "lisciviazione neutra".

Dalla lisciviazione neutra si ottiene una soluzione denominata "torbida neutra" ricca in solfato di Zinco adatta all'alimentazione delle celle elettrolitiche. Questa soluzione è depurata dal Fe(II) che viene precipitato, per ossidazione in ambiente acido ad opera della Pirolusite (MnO_2).

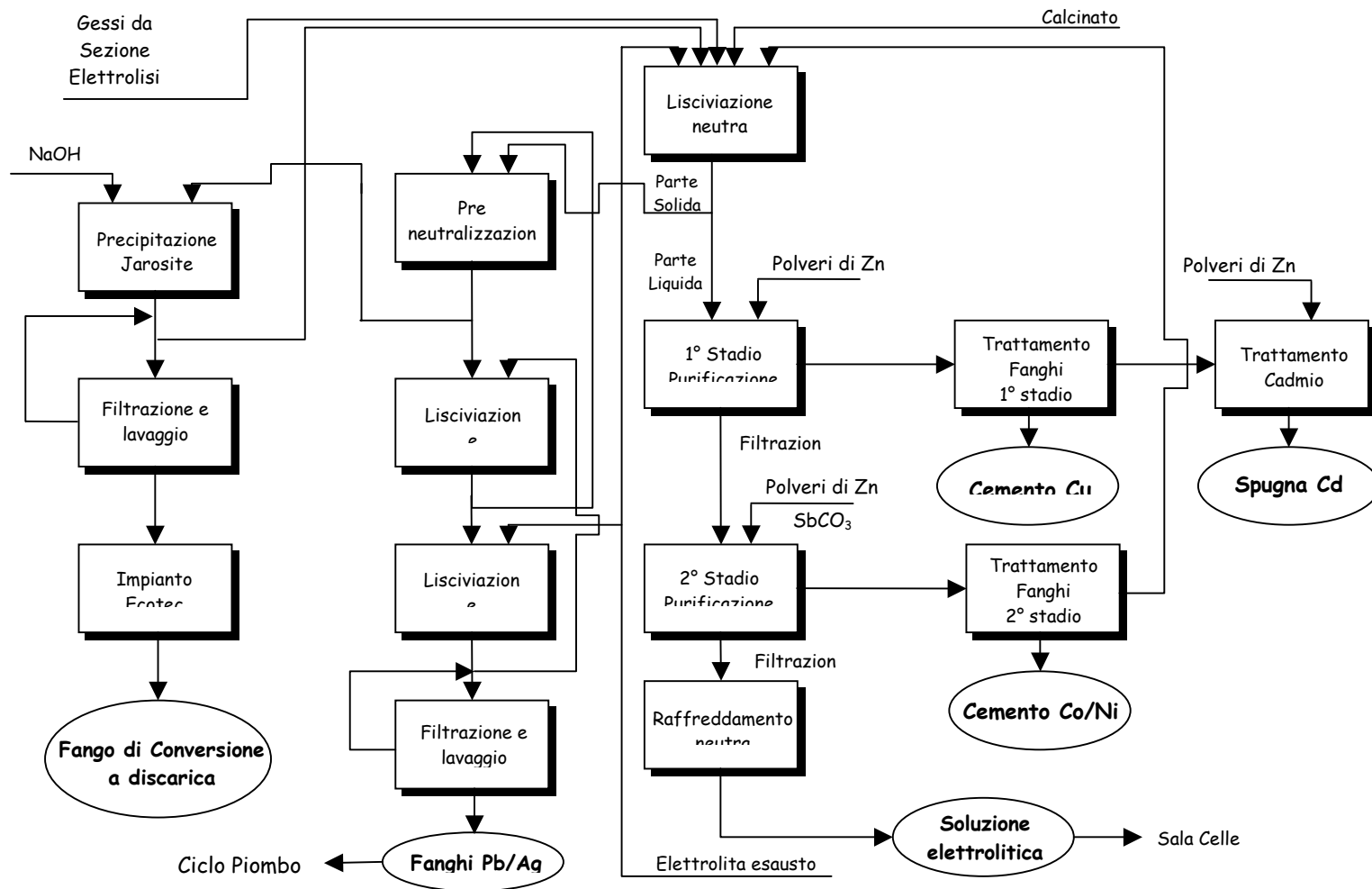
Quindi la torbida neutra subisce decantazione. La parte liquida, prima di entrare in sala celle subisce un trattamento di cementazione dei metalli pesanti presenti come impurezze.

Nel 1° stadio di purificazione Cu e Cd vengono cementati con polveri di Zn mentre nel 2° stadio di purificazione Co e Ni vengono cementati con polveri di Zn e Tartrato d'Antimonio e Potassio. I cementi ottenuti vengono inviati al recupero dei metalli presenti. La parte liquida rimanente viene quindi inviata alle celle di elettrolisi.

La parte solida della torbida neutra (Fanghi di neutra) subisce un attacco acido e superacido per solubilizzare lo Zn legato ai ferriti (lisciviazione acida e superacida). Il Fe solubilizzato viene precipitato con l'aggiunta di Soda (NaOH).

Il fango di Pb/Ag in uscita dall'Impianto Lisciviazione costituisce materia prima per l'alimentazione dell'impianto Kivcet.

Diagramma di Flusso Impianto Lisciviazione - Flusso 2g



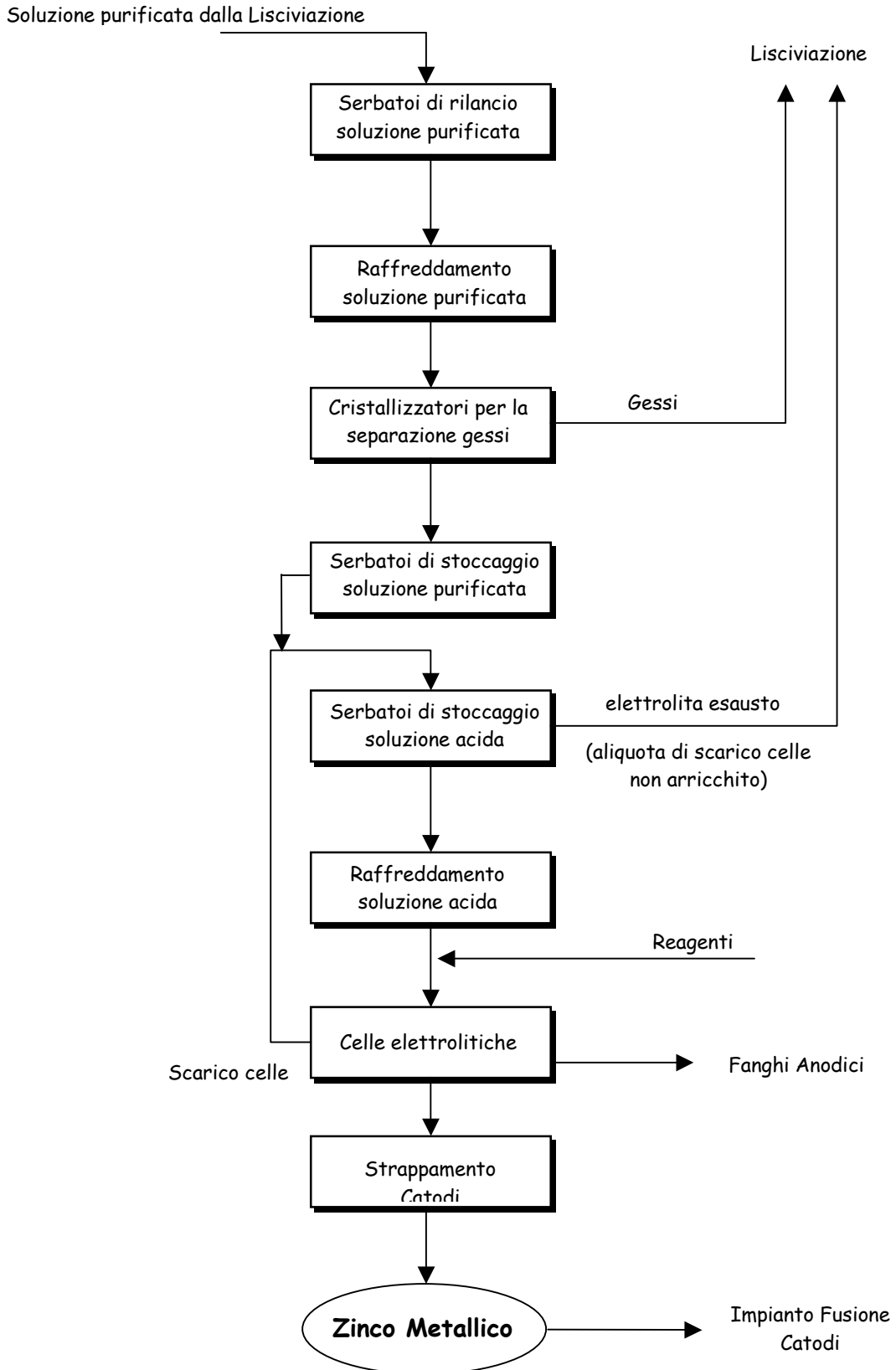
Impianto Elettrolisi Zinco (Schema di flusso 2h)

L'impianto produce Zn puro per deposizione su catodi di alluminio.

Può essere suddiviso in 4 diverse sezioni.

1. *Circolazione elettrolita*: la soluzione neutra purificata dall'Impianto Lisciviazione viene raffreddata. Da questa soluzione vengono separati i solidi sospesi (gessi) che vengono riciclati in Lisciviazione. La soluzione purificata e raffreddata viene stoccata e quindi miscelata alla soluzione di scarico delle celle e da qui, dopo un ulteriore raffreddamento, inviata alla sala celle per l'elettrolisi.
2. *Reagenti* : aggiunta di reagenti all'uscita delle torri ed invio in sala celle.
3. *Elettrolisi*: durante tale processo lo Zinco contenuto nella soluzione elettrolitica si deposita al catodo impoverendo la soluzione. La quantità dello Zn depositato è funzione dell'ampereaggio della corrente che attraversa le celle. In continuo si ha la formazione dei cosiddetti fanghi anodici, principalmente biossido di manganese (MnO_2), che si forma per ossidazione del Mn presente come solfato. Questi fanghi devono essere periodicamente rimossi per garantire un efficace svolgimento del processo di elettrolisi e vengono rialimentati all'impianto arrostitimento.
4. *Ciclo di strappamento dello Zn*: quando la crescita dello Zn sul supporto catodico di Al ha raggiunto lo spessore desiderato, lo Zn deve essere strappato. Questa operazione viene effettuata automaticamente ed è ciclica, ovvero si torna a strappare il materiale dallo stesso catodo una volta che è trascorso il tempo di deposizione stabilito. Le lastre così strappate vengono accatastate in attesa di passare all'Impianto Fusione Catodi.

Diagramma di Flusso Impianto Elettrolisi Zinco - Flusso 2h



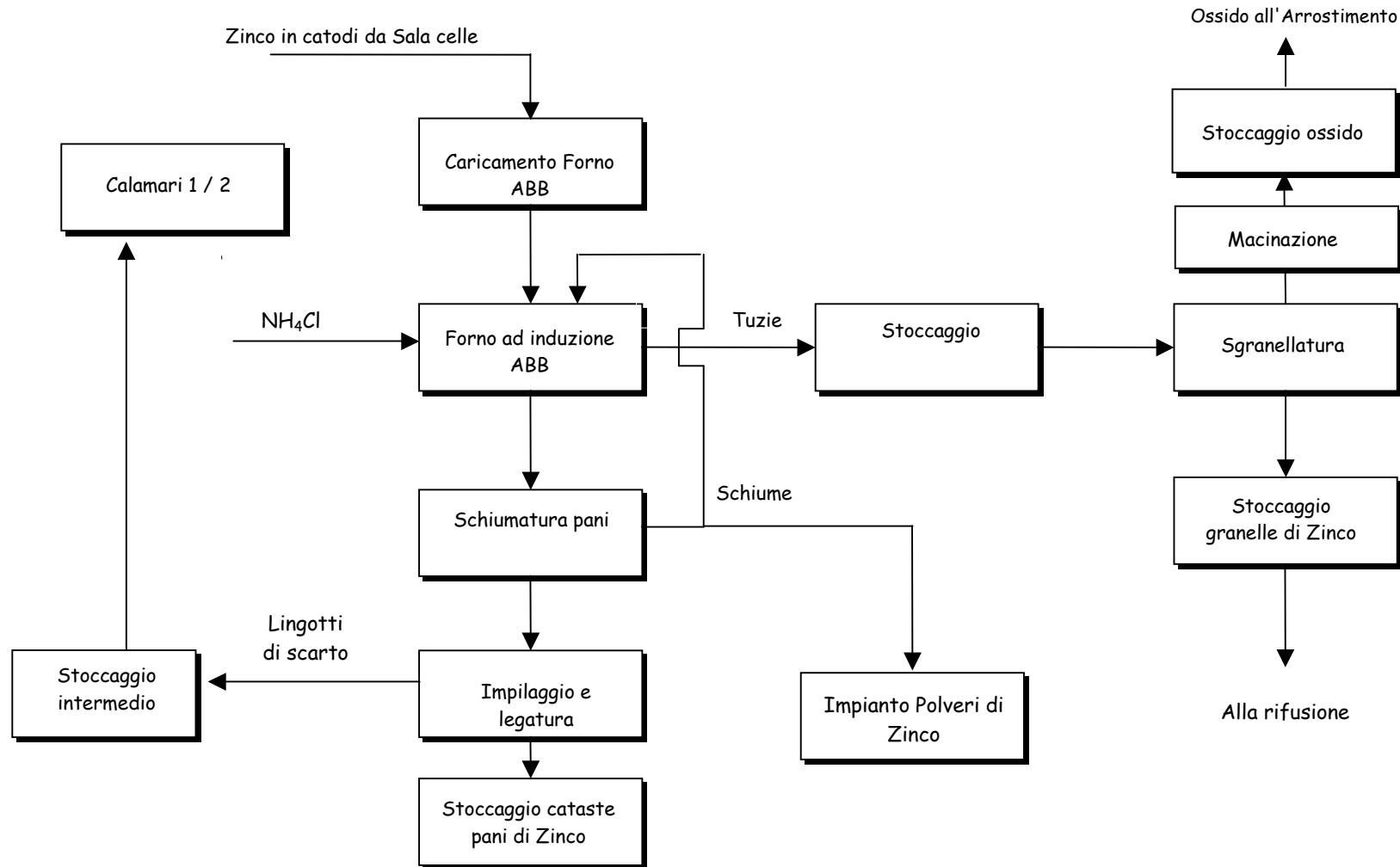
Impianto Fusione Catodi (Schema di flusso 2i)

L'impianto ha lo scopo di produrre lingotti di Zn, a partire dai catodi provenienti dallo strappamento, e polveri di Zn da utilizzare nella sezione di purificazione dell'Impianto Lisciviazione.

L'impianto è costituito da 2 sezioni.

1. *Fusione e colata*: lo Zn viene caricato in un forno elettrico (Forno ABB) assieme a cloruro d'ammonio (NH_4Cl), necessario alla fluidificazione delle scorie (tuzie) che si formano durante il processo di fusione. Durante la colata, nella fase di dosaggio, lo Zinco forma schiume che vengono asportate in automatico. Queste schiume in parte torneranno in testa all'impianto e in parte verranno avviate ad un Forno Calamari. Nella fase di stoccaggio i pani di Zinco che verranno scartati torneranno alla fusione.
2. *Trattamento tuzie e sgranellatura*: le tuzie vengono asportate in automatico dalla superficie del bagno fuso del forno e conservate in appositi cassonetti. Da questi vengono trasferite ad un mulino a sfere dove vengono macinate prima di subire un ulteriore trattamento di vagliatura della pezzatura.

Diagramma di Flusso Impianto Fusione catodi - Flusso 2i



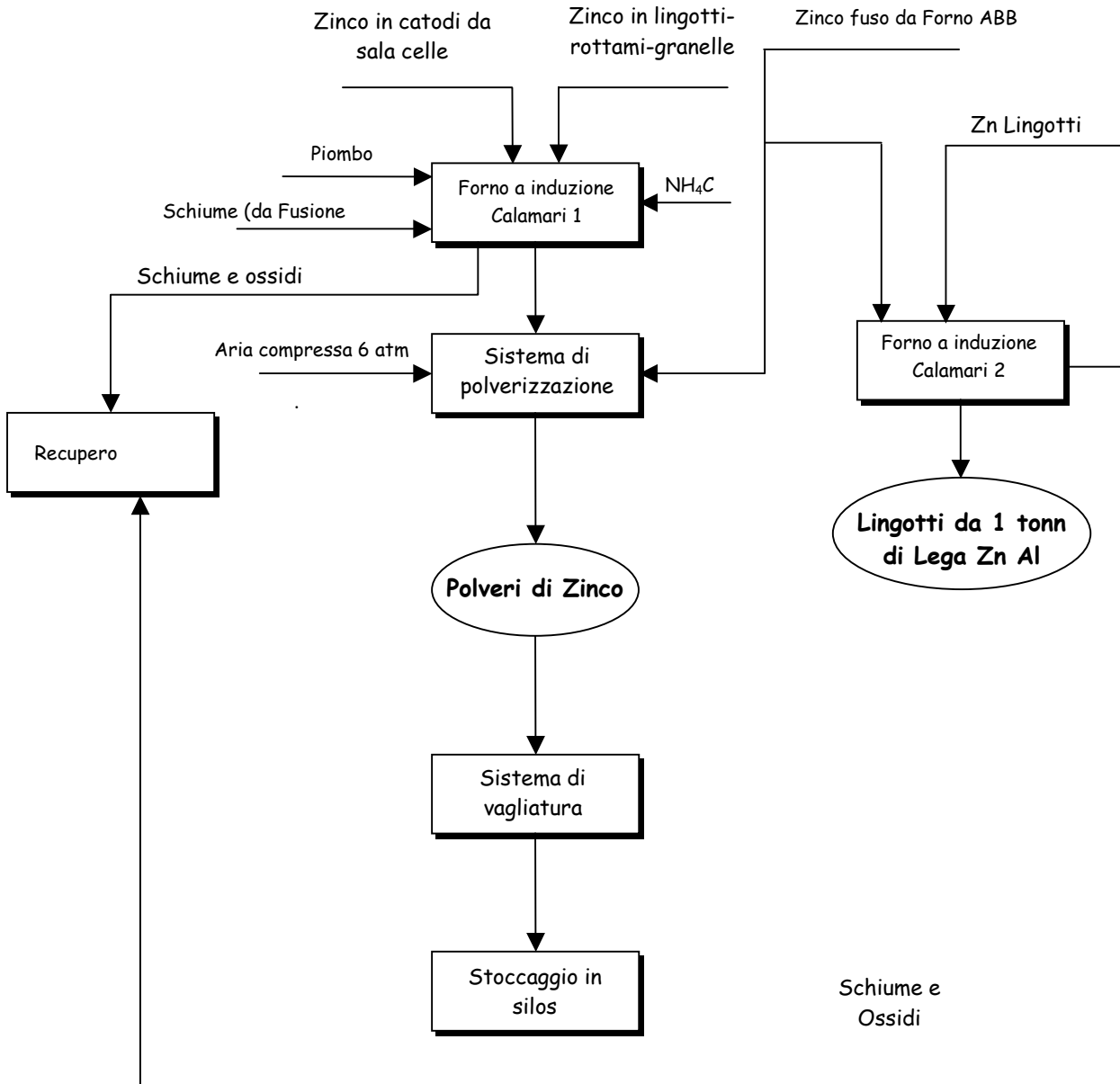
Impianto polveri di Zn (Schema di flusso 2l)

L'impianto ha lo scopo di produrre le polveri di Zn necessarie a favorire la cementazione dei metalli nella fase di Lisciviazione e del Cd per la produzione di spugna Cd.

E' diviso in tre sezioni, che non sempre lavorano contemporaneamente.

1. *Impianto Polveri*: un forno di fusione ad induzione denominato Calamari 1 viene alimentato con catoste di Zn e viene addizionato con Pb in concentrazione dell'1÷2% per favorire il processo di cementazione in Lisciviazione. Come nella sezione di fusione e colata, l'aggiunta di cloruro d'ammonio favorisce la separazione degli ossidi, che vengono recuperati e stoccati. Lo Zn fuso viene polverizzato finemente tramite un getto d'aria compressa. Le polveri vengono vagliate in funzione della pezzatura e stoccate.
2. *Produzione Leghe*: una parte dello Zn in fusione viene prelevato dal forno ad induzione Calamari e trasferito ad un altro forno dove avviene l'aggiunta di un quantitativo predeterminato di Al, unitamente a cloruro d'ammonio per facilitare la separazione e la successiva schiumatura degli ossidi. A seguito di un riscontro analitico favorevole si procede alla colata ed al raffreddamento dei lingotti che vengono quindi stoccati.
3. *Forno Calamari 2*: in caso di fuori servizio del forno Calamari 1, entra in funzione il forno Calamari 2, che riceve lo Zinco fuso dal forno ABB in cui si ha la fusione dello Zn in lingotti.

Diagramma di Flusso Impianto Polveri Zinco - Flusso 2I



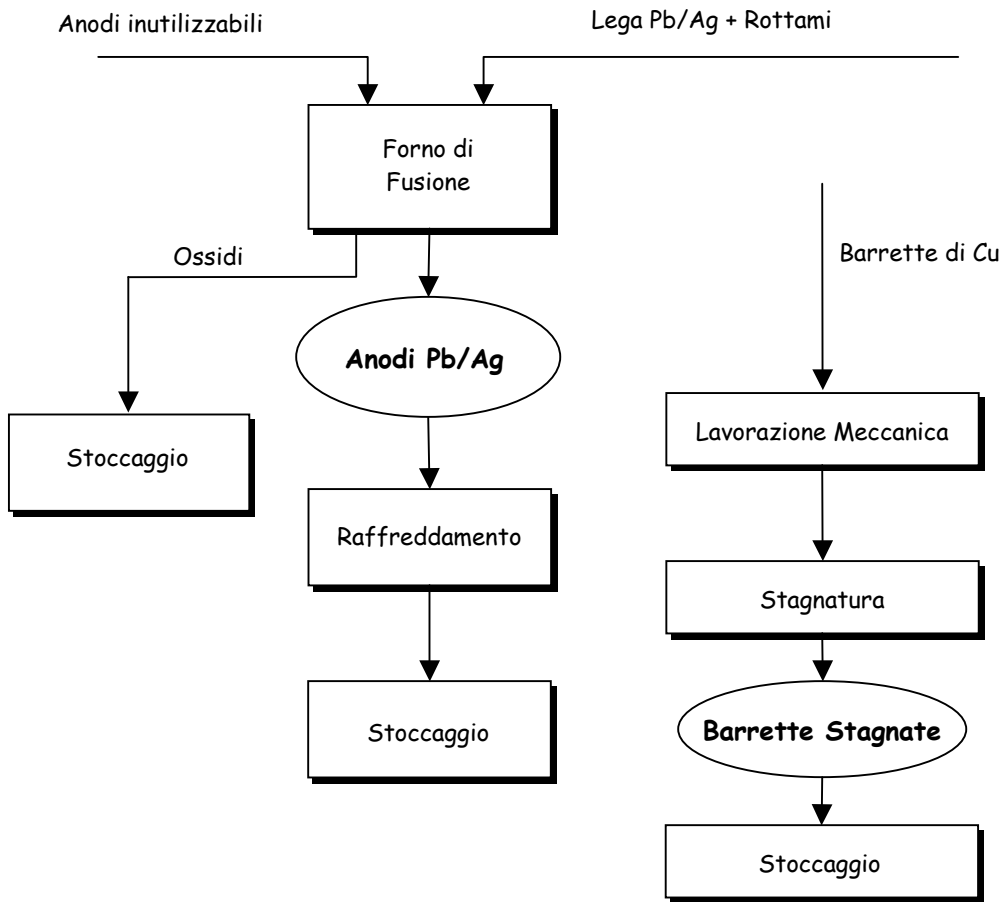
Impianto Produzione Anodi (Schema di flusso 2m)

Gli anodi necessari al processo di elettrolisi vengono preparati a partire da rottami di lega Pb-Ag e da anodi non più utilizzabili.

Questi materiali vengono caricati in un forno elettrico dove vengono fusi e quindi colati in appositi stampi di ghisa. Da qui vengono raffreddati in acqua, rifiniti e stoccati.

Le barrette in rame, recuperate all'atto della fusione dei rottami, vengono fresate ed eventualmente raddrizzate quindi immerse in un fornello elettrico dove subiscono la stagnatura. Una volta asciugate, vengono movimentate ad uno stoccaggio provvisorio dal quale saranno prelevate per il loro successivo utilizzo.

Diagramma di Flusso Impianto Produzione anodi - Flusso 2m



Ciclo Produzione Piombo (Schema di flusso 2n)

L'impianto Kivcet (KSS) per la produzione di Piombo è basato su un processo di ossidoriduzione diretta dei minerali di alimentazione, caratterizzato dall'elevato rendimento di trasformazione e dalla limitata quantità di inquinanti emessi

Tale ciclo prevede le tre seguenti sezioni:

1. *Miscelazione materie prime, preparazione carica ed essiccamento miscela*: la carica, costituita da coke, galene, scorie e fanghi Pb-Ag provenienti dall'Impianto Lisciviazione dello Zinco Elettrolitico, viene miscelata ed essiccata prima dell'invio al forno.
2. *Forno KIVCET, raffinazione e colata Piombo*: il forno di fusione è costituito da due sezioni, separate da una parete divisoria immersa parzialmente nel bagno fuso, in cui avvengono la fusione-reazione e la riduzione elettrotermica. Nella zona di fusione-reazione avviene l'ossidoriduzione dei solfuri e del coke con ossigeno tecnico come comburente e con coke in funzione di riducente. L'anidride solforosa prodotta viene inviata ad un impianto di produzione acido Solforico. Nel processo si producono essenzialmente tre componenti allo stato fuso:
 - Pb d'opera, periodicamente estratto da un sifone per essere inviato alla decuprazione;
 - Metallina, estratta in maniera discontinua e colata in siviere metalliche per la vendita;
 - Scoria KSS, inviata alla zona elettrotermica, in cui viene mantenuta ad alta temperatura mediante elettrodi di grafite, per la fumigazione di parte dei metalli ancora contenuti nella scoria, che vengono ossidati, raffreddati e inviati ad un impianto di recupero polveri.

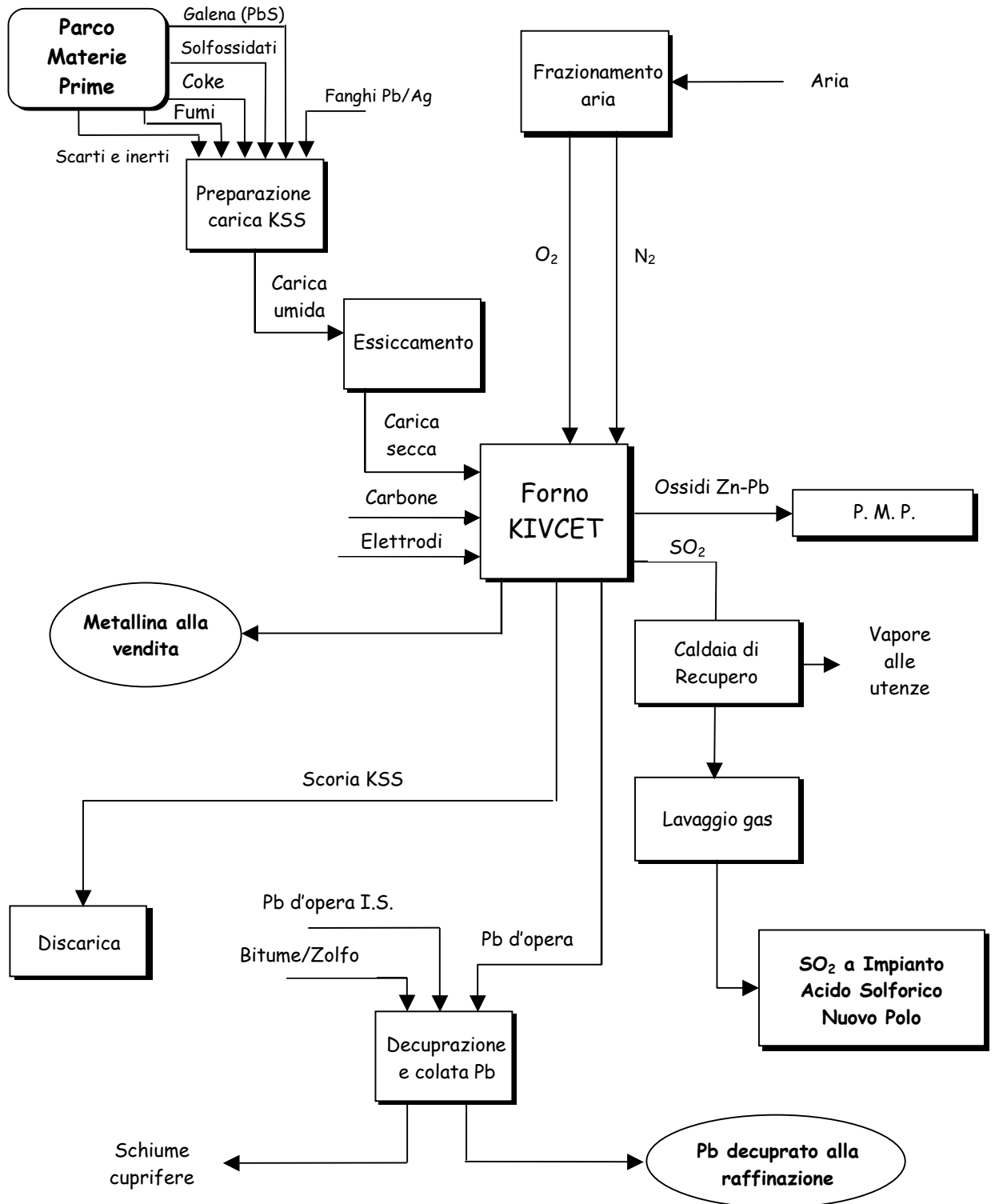
La scoria fusa granulata in acqua, si presenta come una graniglia vetrosa che viene estratta periodicamente dall'impianto per lo smaltimento controllato in discarica o per essere utilizzata come fondente in miscele di alimentazione ad impianti metallurgici quali il Waelz o l'Humboldt.

Il Pb fuso proveniente dal sifone viene decuprato tramite l'aggiunta di Zolfo granulare e bitume. Successivamente viene colato in lingotti e quindi trasferito a mezzo camion all'impianto di Raffinazione per la definitiva trasformazione a Pb commerciale.

Nel forno KIVCET si produce anche una certa quantità di ossidi di Zn e Pb che vengono inviati al forno Waelz.

3. *Frazionamento Aria*: nell'impianto di frazionamento aria si producono l'O₂ e l'N₂ necessari al processo Kivcet stesso.

Diagramma di Flusso Ciclo Piombo KSS - Flusso 2n



Analisi degli impatti ambientali

Gli impatti ambientali che potrebbero scaturire dai processi della produzione primaria Zn-Pb-Cd-Hg sono legati, principalmente, ai seguenti aspetti ambientali:

1. emissioni in atmosfera
2. effluenti liquidi
3. rifiuti/residui di processo

Tali aspetti ambientali significativi ciascuno in modo proprio relativamente ai processi suddetti, possono divenire impatti se non vengono correttamente gestiti.

Per ciascuno di essi, si riporta di seguito una breve descrizione e le misure adottate per la loro gestione in termini ambientali ottimali, con riferimento all'applicazione delle BAT.

Di seguito, per il settore della produzione primaria Pb-Zn, si presentano alcune tecniche che possono essere adottate per prevenire e ridurre sia le emissioni che la produzione di residui e rifiuti e sia per minimizzare i consumi energetici. Queste tecniche sono al momento disponibili ed applicate negli impianti italiani e consentono la gestione degli aspetti ambientali di pertinenza in modo ottimale con specifico riferimento all'applicazione delle BAT.

Captazione ed abbattimento delle emissioni atmosferiche

Tale impatto ambientale è legato a:

- emissioni convogliate degli impianti del processo produttivo;
- emissioni diffuse legate alle attività di stoccaggio e movimentazione delle materie prime e ad alcune fasi del processo;
- perdite dalle apparecchiature di processo.

Per quanto riguarda la minimizzazione dell'impatto ambientale legato alle emissioni convogliate, vengono posti in essere sistemi di abbattimento delle polveri a maniche filtranti o mediante venturi scrubber od elettrofiltri a secco e/o ad umido del tipo ad elevata efficienza. La gestione ed il controllo di tale impatto prevede un sistematico monitoraggio delle emissioni e dell'efficienza della strumentazione e delle apparecchiature utilizzate per il controllo dell'aspetto ambientale di pertinenza, finalizzata alla sua gestione onde evitare di trasformarlo in impatto.

La minimizzazione dell'aspetto ambientale legato alle emissioni diffuse prevede un controllo della disperdibilità del materiale conseguibile mediante controllo dell'umidità dei materiali in cumulo e una conseguente azione di filmatura degli stessi al fine di tenere sottocontrollo la dispersione di polveri. Il controllo della dispersione delle polveri lungo le strade interne di collegamento fra gli impianti, viene attuata mediante bagnatura della strada e successiva, raccolta delle acque utilizzate per tale dilavamento.

Le migliori tecniche disponibili sono quelle che consentono la captazione più efficace dell'inquinante in corrispondenza del/dei punti di emissione unita ad una tecnica di abbattimento dello stesso consona alla natura della corrente da depurare. Sistemi di

abbattimento polveri a maniche filtranti o mediante venturi scrubber od elettrofiltri a secco e/o ad umido ad alta efficienza presentano oggi pari validità dal punto di vista ambientale. Risultano preferiti i sistemi a secco per la semplicità e l'efficienza della gestione, mentre quelli ad umido risultano obbligati per l'abbattimento di talune correnti gassose.

Per le produzioni del settore Pb-Zn le principali tipologie di potenziali emissioni atmosferiche sono solo quelle riferibili a composti presenti o derivabili dai processi produttivi:

- SO_x ed aerosoli acidi
- NO_x
- Polveri contenenti metalli pesanti e loro composti
- COV e diossine.

La gran parte delle emissioni è dovuta a polveri, con l'eccezione di metalli quali cadmio, arsenico e mercurio, per i quali è possibile la rilevazione significativa dell'elemento in fase vapore.

Le principali potenziali fonti di emissione dai processi sono:

- impianto di arrostitimento/desolforazione (la maggior parte delle emissioni può verificarsi in occasioni di fermate non programmate);
- trasporto e manipolazione dei materiali;
- fusione e raffinazione;
- lisciviazione e purificazione;
- elettrolisi;
- colata;
- impianti acido solforico.

Componente	Arrostitimento, sinterizzazione, fusione	Lisciviazione e purificazione	Elettrolisi	Colata	Impianto acido solforico
SO _x	•• *	•	••	•	•••
NO _x	• *				•
Polveri e metalli pesanti	••• *	•		••	
COV e diossine	• **				

Nota: ••• maggiormente significativo, • meno significativo
 * Le emissioni dirette dai processi di arrostitimento o fusione sono abbattute direttamente o convertite nell'impianto acido solforico; le restanti emissioni di SO_x ed NO_x da impianto acido solforico sono ancora significative. Emissioni fuggitive o non captate da queste fonti possono essere ancora rilevanti.
 ** COV e diossine possono essere presenti se nei processi sono utilizzati materiali secondari che contengono diossine o sono contaminati da materiali organici.

Di seguito si riporta una sintesi delle emissioni atmosferiche del settore Pb-Zn-Cd-Hg.

SO₂

Processo	Prodotto	Produzione totale Ton/anno	SO ₂ emessa g SO ₂ /ton prodotto
Arrostimento ed elettrolisi	Zinco metallo	110,000	2,754
Kivcet	Piombo metallo	80,000	2,018
ISP	Zinco metallo	85,000	8,917
	Piombo metallo	35,000	
Waelz *	Ossido Waelz	61,000	1,395
* N.B.: per il processo Waelz gli indici sono riferiti alla produzione di ossido Waelz			

Polveri e metalli pesanti

Processo	Prodotto	Produzione totale Ton/anno	Zn emesso in g /ton prodotto	Pb emesso in g /ton prodotto
Arrostimento ed elettrolisi	Zinco metallo	110,000	6.18	1.546
Kivcet	Piombo metallo	80,000	6.75	15.25
ISF	Zinco metallo	85,000	77.77	37.77
	Piombo metallo	35,000		
Waelz *	Ossido Waelz	61,000	10.82	3.93
* N.B.: per il processo Waelz gli indici sono riferiti alla produzione di ossido Waelz				

COV e diossine

La produzione di diossine nelle zone di combustione e nelle zone di raffreddamento (de-novo sintesi) dei sistemi di trattamento dei gas di processo in uscita potrebbe essere possibile in taluni processi soprattutto se materie plastiche contenenti cloro sono alimentati all'impianto. Le diossine sono anche state riscontrate in alcune polveri da impianti Waelz alimentati da fumi di acciaieria. La loro presenza dipende non solo dalle caratteristiche dei fumi in alimentazione ma anche dalle caratteristiche dei forni Waelz cui sono alimentati (soprattutto tempo di permanenza della carica nelle varie sezioni del forno, velocità di raffreddamento delle correnti di processo).

Emissioni diffuse

Oltre alle emissioni da processo, sono possibili anche emissioni diffuse e fuggitive. Le principali sorgenti di emissioni fuggitive sono:

- polveri da stoccaggio e movimentazione di concentrati;
- perdite da impianti di arrostimento/desolforazione e impianti di fusione;

- polveri dai forni e dagli impianti di colata;
- emissioni gassose da torri di raffreddamento e dalle tine di lisciviazione e purificazione;
- emissioni gassose da torri di raffreddamento dei processi di elettrolisi.

A tutt'oggi esistono importanti difficoltà per la stima e/o la misura delle emissioni fuggitive e di quelle diffuse, a causa della indisponibilità di metodi standardizzati applicabili significativamente al settore.

Effluenti liquidi

Nel settore della metallurgia del Pb-Zn primario, la produzione di acque reflue da depurare prima dello scarico deriva da:

- depurazione ad umido di aeriformi di processo;
- processi metallurgici;
- granulazione scorie;
- acqua di raffreddamento;
- acque meteoriche e di dilavamento.

Queste acque, ad eccezione della acque di raffreddamento indiretto a circuito chiuso, possono essere contaminate da metalli pesanti ed altri elementi che occorre rimuovere a termini di legge prima dello scarico.

Effluenti da depurazione ad umido di aeriformi di processo

Nel campo della produzione primaria Pb-Zn, le tecniche di abbattimento ad umido sono correntemente utilizzate là dove costituiscono l'unica tecnica di abbattimento utilizzabile per la natura della corrente aeriforme da depurare e del processo. Venturi scrubber, elettrofiltri ad umido e torri di lavaggio, sono spesso le uniche apparecchiature in grado di depurare le correnti aeriformi proprie dei processi primari del piombo e dello zinco. Gli elettrofiltri ad umido sono spesso utilizzati per trattare gas umidi saturi ad alto contenuto di polvere. (per esempio i gas ricchi di polveri prodotti dalle fasi di granulazione delle scorie durante la produzione sia di piombo sia di zinco primario).

Gli effluenti liquidi da tali impianti di abbattimento richiedono appropriati trattamenti di depurazione prima dello scarico.

Effluenti dai processi metallurgici

Gli effluenti sono originati dalla depurazione ad umido delle correnti aeriformi da processo, da processi sia pirometallurgici - in misura minore - che idrometallurgici - in misura maggiore - quali impianti di lisciviazione e purificazione, elettrolisi. Tali acque, per la natura dei processi, risultano acide per acido solforico.

Effluenti da granulazione scorie

Le scorie prodotte dai processi primari dello Zn e del Pb possono essere granulate in acqua. Normalmente, l'acqua di granulazione è a circuito chiuso perché richiede specifici trattamenti chimici finalizzati a preservare l'efficienza della linea di granulazione stessa.

Gli effluenti liquidi, previa filtrazione, sono riciclati e gli spurghi sono inviati all'impianto di trattamento acque.

Acqua di raffreddamento

Nel campo della produzione primaria Zn-Pb l'acqua di raffreddamento è usata principalmente per raffreddamento di tipo indiretto. Per tale attività si utilizzano, là dove possibile, due tipi d'acqua: acqua dolce e acqua di mare a seconda delle portate necessarie al raffreddamento.

L'acqua di raffreddamento di tipo indiretto è usata per raffreddare reattori di conversione d'impianto acido solforico, forni - sia altiforni, che flash smelters e forni rotativi - impianti di colata. Normalmente l'acqua di mare è resa dopo l'utilizzo, mentre l'acqua dolce è riciclata, previo raffreddamento in torri.

Acque meteoriche e di dilavamento

Le acque meteoriche e di dilavamento dei piazzali e dei tetti contengono polveri con metalli pesanti. Data l'estensione degli impianti Pb-Zn primari, le acque dei primi congrui periodi di pioggia vengono depurate unitamente alle acque di processo, mentre quelle non di prima pioggia, se necessario, previa sedimentazione e trattamento chimico, possono essere scaricate direttamente previa verifica della composizione.

Fra le acque di dilavamento si annoverano quelle provenienti dalla bagnatura e pulizia di strade e piazzali, e dalla pulizia delle ruote degli automezzi. Tali acque sono raccolte dalla rete fognaria stradale e depurate.

Normalmente la tipologia degli impianti primari e di raffinazione, ha limitate produzioni di correnti liquide contenenti oli, per cui è normalmente possibile confinare le acque oleose a particolari zone dell'impianto, dalle quali viene emesso un refluo depurato dagli oli eventualmente presenti.

Definizione (sulla base dell'approfondimento e dell'estensione delle analisi svolte in sede comunitaria), della lista delle migliori tecniche per la prevenzione integrata dell'inquinamento dello specifico settore in Italia.

Di seguito, per il settore della produzione primaria Pb-Zn, si presentano alcune tecniche che possono essere adottate per prevenire e ridurre sia le emissioni che la produzione di residui e rifiuti e sia per minimizzare i consumi energetici. Queste tecniche sono al momento disponibili ed applicate negli impianti italiani.

Selezione dei processi

Nel settore della produzione Pb-Zn primaria è particolarmente importante la tipologia dei cicli di produzione presenti nel singolo insediamento produttivo. Infatti, la natura dei cicli stessi tende a produrre semilavorati e/o recuperi che devono poter essere rialimentati ad impianti produttivi al fine di minimizzare le quantità di materiali che potrebbero altrimenti costituire rifiuto ai sensi della vigente legislazione.

In particolare l'integrazione fra gli impianti presenti in un insediamento, consentendo la chiusura dei cicli di produzione, è un tema fondamentale per il settore dal punto di vista sia economico sia ambientale.

Inoltre, altra tematica fondamentale in tale ambito, è quella legata alla tipologia degli impianti produttivi, che se caratterizzati da alta flessibilità, consentono l'utilizzo di una ampia gamma di materie prime e di materiali secondari con sensibili vantaggi dal punto di vista ambientale. La possibilità di utilizzare residui di produzione quali fumi di acciaieria (EAF dusts) e/o fanghi da altri processi produttivi, consente vantaggi ambientali legati all'utilizzo di materiali a maggiore titolo metallico, minore disperdibilità del materiale per la sua maggiore umidità, minori consumi di energia per la assenza di alcuni inquinanti quali zolfo e, quindi, la possibilità di ridurre il numero degli stadi produttivi prima di finalizzare il metallo a prodotto mercantile.

Metallo	Tipologia di impianto applicato su scala industriale	Osservazioni
Piombo	Imperial Smelting Furnace (ISF) Kivcet Forno rotativo corto Coppelle riscaldate Macchina di agglomerazione	
Zinco	ISF e impianto di distillazione New Jersey Desolfatore a letto fluido, macchina di agglomerazione Forno elettrico ad induzione e forno a crogiolo Forni di fumigazione scorie, forni Waelz	Il controllo della temperatura della fusione è essenziale

Allo scopo si fornisce una tipica performance (riferimento BRef, capitolo 5.2) di un impianto Pb-Zn primario integrato - composto dai cicli Imperial Smelting, Kivcet e Zinco elettrolitico con desolfatore a letto fluido - con riferimento alle materie prime alimentate, ai prodotti mercantili e ai rifiuti prodotti dagli impianti produttivi.

Materiale in alimentazione	Ton/anno
Blende	228,585
Galene	104,109
Concentrati misti Pb/Zn	58,884
Pastello da batterie esauste	28,257
Ferriti Zn	27,270
Fumi di acciaieria	139,247
Totale materia prima alimentata	586,352

Prodotti mercantili	Ton/anno
Zinco	194,951
Piombo	114,668
Ossido Waelz	60,859
Acido Solforico	286,231
Cadmio metallico	410
Mercurio metallico	17.8
Totale materiali prodotti	657,136.8

Rifiuti dagli impianti produttivi	Ton/anno
Scorie ISF	55,000
Scorie KSS	31,000
Scorie Waelz	173,000
Fanghi da conversione	75,000
Totale rifiuti prodotti	334,000

Stoccaggio, movimentazione delle materie prime

Per la produzione del settore Pb-Zn, possono essere utilizzate diverse tipologie di materiali sia di origine naturale (minerali) che di recupero. Queste ultime sono caratterizzate dall'elevato contenuto in metallo e dalla presenza in forma minore, o anche dall'assenza in taluni casi, di alcuni inquinanti, ad esempio S, invece naturalmente presenti nei minerali. Tali caratteristiche influenzano sia le modalità di stoccaggio che le lavorazioni stesse.

Lo stoccaggio riguarda fundamentalmente tre tipologie di materiali:

- minerali;
- residui di produzione/rifiuti;
- rottami.

Per quanto attiene allo stoccaggio dei minerali, per le condizioni climatiche italiane, possono essere adottati sia stoccaggi all'aperto su aree pavimentate a protezione del suolo e delle falde, sia stoccaggi all'interno di capannoni o sotto tettoie.

Gli stoccaggi all'aperto possono richiedere in condizioni eoliche particolarmente intense, l'applicazione di sostanze filmanti (a tale proposito può utilizzarsi anche il semplice latte di calce) per prevenire e/o ridurre la dispersione dei materiali.

Gli stoccaggi di residui di produzione/rifiuti avvengono normalmente al coperto in aree pavimentate per prescrizione tecnica legata alla classificazione formale di rifiuto del materiale.

Per quanto attiene allo stoccaggio dei rottami, normalmente quelli del settore Pb-Zn sono privi di oli e quindi non richiedono particolari cautele per lo stoccaggio, non avendo neppure attitudine alla dispersione del materiale.

L' utilizzo di sistemi di stoccaggio e manipolazione delle polveri tali da prevenire la formazione di emissioni sono da considerare come tecniche BAT. Inoltre, sono considerate BAT tutte le tecniche di movimentazione e stoccaggio indicate precedentemente nell' analogo paragrafo del capitolo "Processi Comuni", intitolato "Ricezione, movimentazione e stoccaggio dei materiali grezzi e dei residui"

Selezione dei processi

Nel settore della produzione Pb-Zn primaria è particolarmente importante la tipologia dei cicli di produzione presenti nel singolo insediamento produttivo. Infatti, la natura dei cicli stessi tende a produrre semilavorati e/o recuperi che devono poter essere rialimentati ad impianti produttivi al fine di minimizzare le quantità di materiali che potrebbero altrimenti costituire rifiuto ai sensi della vigente legislazione.

In particolare l'integrazione fra gli impianti presenti in un insediamento, consentendo la chiusura dei cicli di produzione è un tema fondamentale per il settore dal punto di vista sia economico sia ambientale.

Inoltre, altra tematica fondamentale in tale ambito è quello legato alla tipologia degli impianti produttivi, che se caratterizzati da alta flessibilità, consentono l'utilizzo di una ampia gamma di materie prime e di materiali secondari con sensibili vantaggi dal punto di vista ambientale. La possibilità di utilizzare residui di produzione quali fumi di acciaieria e/o fanghi da altri processi produttivi, consente vantaggi ambientali legati all'utilizzo di materiali a maggiore titolo metallico, minore disperdibilità del materiale per la sua maggiore umidità, minori consumi di energia per la assenza di alcuni inquinanti quali zolfo e quindi la possibilità di ridurre il numero degli stadi produttivi, prima di finalizzare il metallo a prodotto mercantile.

Captazione ed abbattimento delle emissioni di processo

Le migliori tecniche disponibili sono quelle che consentono la captazione più efficace dell'inquinante in corrispondenza dei punti di emissione unita ad una tecnica di abbattimento dello stesso consona alla natura della corrente da depurare. Sistemi di abbattimento a polveri a maniche filtranti o mediante venturi scrubber od elettrofiltri a secco e/o ad umido ad alta efficienza presentano oggi pari validità dal punto di vista ambientale.

In tale ambito si evidenzia che attualmente deve essere considerata BAT l'adozione di sistemi di abbattimento ad umido (elettrofiltri ad umido) sulla linea di granulazione scorie sia degli impianti ISF che KSS con valori in emissioni per le polveri pari a 15 mg/Nm³ con un contenuto in Pb inferiore od uguale a 5 mg/Nm³.

Per quanto attiene alle emissioni di SO₂, BAT fondamentale è costituita dagli impianti acido solforico a doppia catalisi e catalizzatore ad alta efficienza, applicata negli impianti acido solforico legati agli impianti primari sia ISF che KSS, con valori in emissione di SO₂ non superiori agli 800 – 1200 mg/Nm³.

La tabella seguente riassume le tecniche e le emissioni atmosferiche dagli smelters primari, desolforatori ed impianti agglomerazione, associati con l'utilizzo delle BAT nel settore Pb-Zn:

Inquinante	Range associato all'utilizzo delle BAT	Tecniche che possono essere utilizzate per raggiungere questi livelli	Commenti
Correnti di gas povero di SO ₂ (~ 1-4%)	> 99.1	Impianti acido a singolo contatto o WSA, (il tenore di SO ₂ nei gas in uscita dipende dalla concentrazione del gas in alimentazione)	Per gas poveri di SO ₂ . Combinato con sistemi scrubber a secco o semi secco per ridurre le emissioni di SO ₂ , produce gessi da collocare sul mercato
Correnti si SO ₂ ricche (> 5%)	Fattore di conversione > 99.7%	Impianti acido solforico a doppio contatto. (Il tenore di SO ₂ nei gas in uscita dipende dalla concentrazione del gas in alimentazione). Un de-mister può risultare appropriato per la rimozione finale delle nebbie di SO ₃	La corrente gassosa deve essere depurata da altri contaminanti prima di passare alla fase di contatto (scrubber ad umido, elettrofiltri ad umido e se necessario rimozione del Hg per la produzione di H ₂ SO ₄ a specifica commerciale
<p>Nota Solo per le emissioni convogliate</p> <p>Le emissioni associate sono indicate come medie giornaliere sulla base del monitoraggio continuo durante il periodo operativo. In casi in cui il monitoraggio continuo non è praticabile, si applica il valore medio relativo al periodo di campionamento.</p> <p>Per il sistema di abbattimento usato, le caratteristiche del gas e polvere e la corretta temperatura operativa saranno prese in considerazione nella progettazione del sistema.</p>			

La tabella seguente riassume le tecniche e le emissioni nell'aria da pretrattamento materiali, fusione secondaria, raffinazione termica, fumigazione scorie e forni Waelz, associate con l'uso delle BAT nel settore Pb-Zn primario

Inquinante	Range associato all'utilizzo delle BAT	Tecniche che possono essere usate per raggiungere questi livelli	Commenti
Polvere	1-5mg/Nm ³	Filtri in tessuto, elettrofiltri ad umido. (Un elettrofiltro ad umido può essere applicabile alla	Filtri in tessuto ad alta performance possono raggiungere bassi livelli di emissione di metalli pesanti.

		depurazione dei gas da granulazione scorie o per raffreddamento di gas umidi)	La concentrazione di metalli pesanti è legata alla concentrazione della polvere ed al contenuto di metalli pesanti della polvere
SO ₂	50-200 mg/Nm ³	Scrubber alcalina. Scrubber alcalina semi secca e filtro in tessuto.	
NO _x	<100 mg/Nm ³ 100-300 mg/Nm ³	Bruciatore a basso NO _x , Bruciatore con aggiunta di ossigeno (Oxy fuel burners).	Valori più elevati sono associati con l'arricchimento di ossigeno per ridurre l'uso di energia. In questi casi viene ridotta l'emissione del volume e massa del gas.
CO e vapori di metalli	Non emessi	Scrubber ad umido	Per raffreddare e depurare i gas dell'ISF prima di usarli come combustibile
Carbonio organico totale come C	5-15 mg/Nm ³ 5-50 mg/Nm ³	Post combustione. Combustione ottimizzata.	Pretrattamento di materiale secondario per rimuovere rivestimenti organici se necessario.
Diossine	< 0,5 ng TEQ/Nm ³	Sistema di rimozione polveri ad alta efficienza (i.e. filtro in tessuto), postcombustione seguita da raffreddamento. Sono disponibili altre tecniche (es.: adsorbimento su carboni attivi, iniezione di carbone e calcare)	
<p>Note: Solo emissioni convogliate. Le emissioni associate sono indicate come medie giornaliere sulla base del monitoraggio continuo durante il periodo di esercizio. In casi in cui il monitoraggio continuo non è praticabile, si applica il valore medio relativo al periodo di campionamento. Per il sistema di abbattimento usato, le caratteristiche del gas e della polvere saranno prese in considerazione nella progettazione del sistema e della corretta temperatura operativa utilizzata. Per SO₂ o rimozione totale di carbonio, la variazione in concentrazione del gas grezzo durante i processi discontinui, potrebbe influenzare il rendimento del sistema di abbattimento.</p>			

Effluenti liquidi

I sistemi di trattamento acque reflue devono essere caratterizzati da elevate capacità di abbattimento degli inquinanti da rimuovere. Per il settore Pb-Zn primario, e con l'eccezione del settore raffinazione, tale risultato è conseguibile solo con impianti di depurazione acque di tipo chimico fisico, munite di unità finale di finissaggio al solfuro di sodio per l'abbattimento costante dei metalli pesanti all'interno dei limiti di legge attualmente in vigore.

Gli impianti trattamento effluenti liquidi installati negli impianti di raffinazione, sono in grado di raggiungere i limiti di legge senza l'installazione della stazione di finissaggio al solfuro di sodio. Tale situazione è determinata dalla qualità (reflui meno concentrati nei metalli pesanti e con una varietà di metalli inferiore rispetto al primario) e quantità dei reflui da depurare per tale tipologia di impianti (normalmente per una raffineria con una capacità produttiva superiore alle 100.000 ton/anno di Pb raffinato in pani è

sufficiente un impianto trattamento acque da 20 m³/h per circa 8 h/giorno, contro gli impianti da 600-1200 m³/h nelle 24h richiesti per i primari).

Normalmente la tipologia degli impianti primari e di raffinazione, ha limitate produzioni di correnti liquide contenenti oli, per cui è normalmente possibile confinare le acque oleose a particolari zone dell'impianto, dalle quali viene emesso un refluo depurato dagli oli eventualmente presenti.

Per il conseguimento di una depurazione sistematicamente ottimale, costituisce migliore tecnica disponibile la disponibilità di bacini di accumulo di acque di processo, tali da consentire l'attenuazione di picchi sia di concentrazione che di portata degli effluenti da depurare, consentendo la massima stabilizzazione del trattamento effluenti stesso e la migliore performance da parte di tale tipologia di impianti.

Tabella di potenziali fonti di acque reflue e delle possibilità di utilizzo/trattamento

Unità di processo	Attività/origine	Opzioni di utilizzo/trattamento
Generali	Acque meteoriche di ruscellamento da strade, piazzali, tetti Attività di bagnatura di strade Lavaggio camion	Depurazione /riutilizzo Depurazione acque Depurazione acque
Processi di fusione	Acque di raffreddamento da forni, macchine ed apparecchiature	Riciclo
Granulazione scorie	Impianti di granulazione e raffreddamento scorie in acqua Reflui da elettrofiltri ad umido	Riciclo Depurazione/riutilizzo Depurazione acque
Impianti lavaggio gas	Condensato da raffreddamento gas Reflui da elettrofiltri ad umido	Rimozione del articolato solido ed invio ad impianto depurazione acque
Impianti acido solforico	Perdite Acqua da apparecchiature di raffreddamento	Depurazione acque Riciclo
Impianti Cadmio	Perdite Soluzioni dopo la rimozione del cadmio	Riciclo all'impianto Cd o all'impianto depurazione acque
Stoccaggi materie prime	Acque di ruscellamento superficiale meteoriche, bagnatura cumuli	Depurazione acque
Impianto agglomerazione	Scrubber per raffreddamento sinter	Depurazione acque
Lavaggio gas desolfatore	Lavaggio gas ad umido	Depurazione acque
Forno IS	Lavaggio gas Lavaggio gas riscaldatori coke	Depurazione acque; riciclo Riciclo
Granulazione scorie	Acque reflue da granulazione scorie	Riciclo, depurazione acque

Di seguito si riporta una tabella di sintesi delle emissioni in acqua associate con l'uso delle BAT nel settore Pb-Zn primario.

	Prestazioni conseguibili per le emissioni in acqua (mg/l)				
	Pb	As	Hg	Cd	Zn
Refluo depurato	< 0.2	< 0.5	< 0.005	< 0.02	< 0.5
<p>Nota: Le emissioni associate all'acqua sono basate su campione casuale rappresentativo o su un campione composito raccolto nelle 24h. Il limite del trattamento dell'acqua reflua dipende dalla origine dell'acqua e dai metalli in essa contenuti</p>					

Residui di processo

La tematica dei residui di processo ha per il settore Pb-Zn primario, una particolare valenza. I residui di processo cui il settore è interessato sono infatti sia quelli di produzione propria che quelli di ricevimento al fine del loro riutilizzo come materia prima nei cicli di produzione.

I residui decadenti dalle lavorazioni del settore Pb-Zn primario, sue leghe e raffinazione derivano principalmente da:

- linee di processo
- utilizzo di apparecchiature/macchinari
- conduzione della attività sia produttiva sia di servizio (impianti ausiliari ed attività di manutenzione).

Tra le principali tipologie di rifiuti prodotti elenchiamo:

Tipologia di rifiuto/residuo	Destinazione
Scorie di fusione: <ul style="list-style-type: none"> • Scorie di fusione da ciclo IS; • Scorie di fusione da ciclo Waelz; • Scorie di fusione da ciclo KSS; • Fanghi da conversione; • Scorie di fusione da forno Humbolt (forno rotativo). 	Smaltimento/ recupero
Polveri e/o fanghi da sistemi di abbattimento emissioni convogliate	Smaltimento/ recupero
Fanghi e residui da pulizia di strade e/o piazzali, banchina porto, impianti di colata ed altre sezioni di lavorazione	Recupero
Fanghi da impianto trattamento acque reflue	Recupero
Rivestimenti refrattari dei forni	Recupero
Maniche filtranti	Recupero
Oli e grassi esausti	Smaltimento
Assimilabili agli urbani, comprendenti carta, legno, plastica	Smaltimento
Materiale vario da demolizioni edifici e scavi per realizzazioni nuovi impianti o ristrutturazioni impiantistiche	Smaltimento/ recupero
Rottami ferrosi da demolizioni impianti o ristrutturazioni/manutenzioni impiantistiche	Recupero

Per quanto attiene alla classificazione dei rifiuti prodotti, si riporta quella più comune per la tipologia di rifiuto maggiormente significativa in termini di quantità, le scorie di fusione. Tali materiali possono essere classificati nel modo seguente:

- Scorie di fusione da ciclo IS, rifiuto non pericoloso
- Scorie di fusione da ciclo Waelz, rifiuto non pericoloso
- Scorie di fusione da ciclo KSS, rifiuto pericoloso
- Fanghi da conversione, rifiuto non pericoloso
- Scorie di fusione da forno Humbolt (forno rotativo), rifiuto pericoloso

È onere del produttore procedere alla classificazione del rifiuto. Per una medesima tipologia di processo, le classificazioni dei rifiuti dalla lavorazione, possono differire in base a caratteristiche specifiche dell'impianto, quali l'alimentazione e parametri specifici operativi dell'impianto stesso.

Le scorie da ISF, forni Waelz e forno Kivect normalmente contengono quantità molto basse di metalli che possono essere rilasciate. Tali materiali possono essere considerati idonei per la realizzazione di manufatti.

I residui suddetti sono considerati rifiuti quando, in accordo con la vigente legislazione, sono destinati allo smaltimento finale o in discarica controllata propria o presso impianti di smaltimento di terzi; mentre non sono considerati rifiuti se destinati al recupero/riutilizzo all'interno del medesimo stabilimento in cui sono stati generati.

Il recupero è finalizzato al recupero di materia, sia metallo o silice/calcare, ad esempio, necessari per i processi produttivi in cui tali materiali possono essere impiegati in sostituzione di una materia prima e/o reagente, fondente etc. di origine naturale. L'attività di recupero è normalmente realizzata in base alla percentuale di metallo recuperabile e/o dalla mancanza di componenti inquinanti. A tale fine, al momento di produzione del rifiuto si attua una selezione alla fonte in sottocategorie di rifiuti per poter destinare al recupero la maggior quantità dei suddetti materiali.

Fanno parte del ciclo di lavorazione tutti gli sfridi di metallo e tutti i semilavorati e/o residui costituiti da polveri e/o fanghi captati nel processo, composti contenenti metallo in una forma chimica che ne favorisce il recupero/riciclo in alimentazione agli impianti produttivi, e che pertanto vengono riavviati alle operazioni di fusione per loro riutilizzo.

Lo scopo del riutilizzo come materia prima dei rifiuti e dei flussi di materiali laterali dei processi (semilavorati e recuperi) è quello di massimizzare la resa diretta degli impianti produttivi, favorendo l'integrazione spinta di vari processi presenti nel singolo stabilimento produttivo, minimizzando al tempo stesso le quantità di materiale/rifiuto che altrimenti dovrebbe essere avviato a smaltimento finale in discarica controllata o in impianto di termodistruzione. La maggior parte dei residui decadenti dalle attività metallurgiche possono essere riutilizzati all'interno dei cicli di produzione da cui derivano, conseguendo in modo efficace il ciclo virtuoso della produzione dei metalli (Life Cycle Assessment, LCA).

In particolare la possibilità di alimentare gli impianti produttivi con materiali di recupero provenienti anche da altri settori produttivi, consente di realizzare efficacemente la minimizzazione dei rifiuti da inviare ad impianti di discarica e di

ridurre sensibilmente le quantità di materie prime di origine naturale da alimentare agli impianti produttivi, con evidenti vantaggi di tipo ambientale.

Nella tabella seguente si riporta un quadro di sintesi dei prodotti intermedi, sottoprodotti e residui dalla produzione del settore Pb-Zn-Cd-Hg

Fase del processo produttivo	Prodotto o residuo	Utilizzo/trattamento
<i>Produzione Zn elettrolitico</i>		
Impianto Arrostimento e acido solforico	Acido solforico Vapore Mercurio metallico Melme anodiche	Vendita Produzione EE Vendita Smaltimento controllato o riciclo al desolforatore
Impianto Lisciviazione	Residuo di lisciviazione neutra Goethite o Jarosite Fanghi di conversione Fanghi Pb-g	All'ISF, o ad impianto Waelz o a lisciviazione acida a caldo Smaltimento controllato/riciclo al Waelz Smaltimento controllato Riciclo ad impianto Kivcet per recupero Ag
Purificazione	Cadmio Cementi Cu	Vendita Vendita
Trattamento acque reflue	Fanghi	Smaltimento controllato o riciclo a smelter Pb-Zn (ISP / Waelz)
<i>ISP</i>		
Impianto Agglomerazione / impianto acido solforico	Fanghi acidi Hg metallico Polveri da ESP Acido solforico	Smaltimento controllato/riciclo agli impianti produttivi Vendita, Ad impianto cadmio Vendita
Impianto cadmio	Cadmio metallo Residuo di lisciviazione Soluzione scadmiata	Vendita All'impianto agglomerazione All'impianto agglomerazione
Imperial Smelting Furnace	Scoria ISF	Smaltimento in discarica controllata, riutilizzo come carica incrostante o per la produzione di manufatti
Impianto trattamento acque	Fanghi	Riciclo all'impianto agglomerazione/smaltimento controllato
<i>Kivcet</i>		
Forno	Scoria Ossidi Zn-Pb Vapore Metallina	Smaltimento in discarica controllata, riutilizzo come carica incrostante o per la produzione di manufatti Riciclo agli impianti produttivi (Waelz) Alle utenze Alla vendita

	Piombo metallo Schiume cuprifere (copper drosses)	Alla raffinazione per la vendita Al riutilizzo
Impianto acido solforico	Acido solforico	Vendita
Impianto trattamento acque	Fanghi	Riciclo a smelter/ smaltimento controllato
<i>Waelz</i>		
Forno	Ossido Waelz Scoria Waelz	Utilizzo/vendita Smaltimento in discarica controllata, riutilizzo come carica incrostante o per la produzione di manufatti

Monitoraggio

Il piano di monitoraggio ha lo scopo di:

- fornire le informazioni atte a documentare l'attuazione del livello di protezione ambientale richiesto dall'autorizzazione integrata IPPC;
- fornire indicazioni sulle misure ambientali previste per il controllo delle emissioni nell'ambiente, al fine di verificare condizioni di conformità rispetto ai Valori Limite di Emissione (VLE);
- fornire indicazioni in merito alle prestazioni ambientali delle tecniche adoperate ed al loro possibile miglioramento;
- fornire dati utili alle comunicazioni aziendali per la costruzione dei registri nazionali e comunitari delle emissioni;
- fornire indicazioni specifiche (frequenze, elaborazione e valutazione dati) sulle modalità di effettuazione delle misure di monitoraggio ambientale.

In generale la scelta dei parametri da monitorare dipende dai processi produttivi, dalle materie prime e dai prodotti chimici usati nel singolo insediamento.

Devono pertanto essere considerati soltanto gli elementi e/o composti significativamente presenti nel ciclo di lavorazione.

I parametri di impatto ambientale relativi ai vari metalli non ferrosi sono riportati nei capitoli specifici della presente Linea Guida e in generale si riferiscono ad aria, acqua, suolo e rumore.

Il piano di monitoraggio, nella selezione dei parametri da considerare e nella formulazione del programma, deve tenere presente i livelli di rischio potenziale di danno ambientale, la probabilità del superamento dei valori limiti di emissione (VLE) e la gravità delle conseguenze dell'eventuale superamento dei limiti nel contesto del singolo insediamento.

Occorre inoltre considerare, in particolare nella determinazione delle frequenze:

- le caratteristiche tecniche specifiche dell'impianto in questione, la sua ubicazione geografica e le condizioni locali dell'ambiente;

- le condizioni operative del processo produttivo (ad es. processi continui o discontinui) ed i cicli delle varie operazioni;
- l'importanza di situazioni non di regime, quali l'avviamento e l'arresto;
- l'esistenza di un adeguato sistema di gestione ambientale a supporto di una generale affidabilità delle misure.

Le modalità specifiche di monitoraggio possono inoltre essere diverse ed in particolare seguire diversi approcci operativi, anche in funzione dell'affidabilità delle misure stesse e dei relativi tempi e costi.

Si possono in particolare avere.

- Misure dirette
- Parametri sostitutivi
- Calcoli
- Fattori di emissione

Occorre comunque tenere presente che ogni metodo tra quelli sopra indicati, non esclude gli altri e che una eventuale contemporaneità può rafforzare la attendibilità delle rilevazioni.

Gli impianti produttivi normalmente eseguono con opportuna frequenza una serie di controlli su parametri caratteristici del processo produttivo nel suo complesso. L'adozione di misure in continuo deve essere valutata caso per caso in funzione delle specificità ambientali locali ed impiantistiche.

In relazione alle specifiche caratteristiche di ogni singolo insediamento, sarà opportuno che l'autorità competente per il rilascio dell'autorizzazione integrata ambientale ricerchi con l'azienda interessata la soluzione ottimale per definire un corretto, efficace e realistico piano di monitoraggio e di trasmissione dati.

Alcune indicazioni preliminari da prendere come riferimento possono essere formulate sulla base di quanto riportato nella presente Linea Guida e nello stesso documento BRef originale, tenendo comunque presente alcuni aspetti particolari:

- occorre ad esempio distinguere tra esigenze di confronto tecnologico, tipiche delle performance ambientali riportate nel BRef, e le esigenze di monitoraggio ambientale specifiche degli organi di controllo e delle stesse aziende;
- alcuni dei parametri utilizzati dal BRef non sono necessariamente significativi, come nel caso del monitoraggio dell'SO_x nelle emissioni in aria, nel caso di combustione di gas naturale, o di altro combustibile a basso tenore di zolfo.

Le tabelle che seguono riassumono i parametri più significativi e le frequenze (puramente indicative) utilizzabili come riferimento di partenza nella definizione del piano di monitoraggio. Le frequenze di monitoraggio qui proposte corrispondono a situazioni operative standard ed a normale prassi industriale. Esse non devono essere intese come la soluzione migliore per ogni situazione, sono modificabili in ragione di specifiche condizioni locali e prescindono da prescrizioni specifiche contenute nella normativa ambientale (attuale e futura) che deve essere, in ogni caso, rispettata.

Le tabelle seguenti, infine, riguardano le sole emissioni convogliate. Anche le emissioni diffuse e fuggitive costituiscono un aspetto rilevante e dovranno essere monitorate, in funzione dell'efficienza dei sistemi di prevenzione e captazione, tenendo presente che allo stato attuale non esiste un metodo unico e condiviso per la loro valutazione.

EMISSIONI ATMOSFERICHE CONVOGLIATE

Parametri emissioni in aria		Unità di misura	Frequenza
NO _x		mg/Nm ³	6÷12 mesi
SO _x		mg/Nm ³	6÷12 mesi
Polveri		mg/Nm ³	6÷12 mesi
Metalli nelle polveri: Zn Pb, Cd		mg/Nm ³	6÷12 mesi
Diossine		ng/Nm ³	vedi note a seguire

Si ritiene opportuno evidenziare che:

- metalli e sostanze tipiche della produzione possono avere tempistiche di monitoraggio diverse da quelle sopra riportate qualora specificamente indicate nella normativa nazionale e regionale;
- altri parametri previsti dal BRef e dalle liste EPER (vedi paragrafo monitoraggio nel capitolo di questo documento dedicato all'analisi dell'applicabilità ad impianti esistenti delle tecniche di prevenzione integrata dell'inquinamento) potrebbero essere presenti in funzione delle sostanze/preparati utilizzati, e delle caratteristiche del processo e pertanto potrebbero essere oggetto di monitoraggio delle emissioni secondo una tempistica da valutare nel caso specifico; in tale ambito ricade anche il monitoraggio delle diossine, la cui formazione dipende dalle caratteristiche dell'alimentazione, dalla tipologia delle apparecchiature, dal processo;
- il monitoraggio in continuo può essere valutato dal gestore, ed eventualmente concordato con l'autorità competente, per una sua applicazione, in casi particolari, ai punti di emissione di maggiore rilevanza ambientale (sia in termini di portata degli effluenti che di pericolosità degli inquinanti presenti) anche al fine di documentare e garantire il rispetto dei limiti di emissione che saranno fissati per l'impianto.

SCARICHI IDRICI

Parametri emissioni in acqua		Unità di misura	Frequenza
Materiali grossolani			1÷3 mesi
Colore			1÷3 mesi
pH			1÷3 mesi
Temperatura		°C	1÷3 mesi
Metalli tipici della produzione (es.: Pb, Zn, Cd, Cu, As, Hg)		mg/l	1÷3 mesi
Parametri della tabella 3 all. 5 del D Lgs 152/99			
BOD 5		mg/l	1÷3 mesi

COD	mg/l	1÷3 mesi
Solidi sospesi totali	mg/l	1÷3 mesi
Ferro	mg/l	1÷3 mesi
Cloruri	mg/l	1÷3 mesi
Solfati espressi come SO ₄	mg/l	1÷3 mesi
Altri parametri previsti dal decreto legislativo 152/99 e dalla lista EPER, di cui sia ammissibile riscontrare la presenza	mg/l	3÷12 mesi
Metalli e sostanze tipiche della produzione possono avere tempistiche di monitoraggio diverse da quelle riportate qualora specificamente indicate nella normativa nazionale		

Nel caso degli effluenti liquidi il monitoraggio in continuo può essere valutato e può essere applicato a parametri quali pH, temperatura e conducibilità, mentre non è tecnicamente attuabile per le determinazioni sui parametri chimici, quali metalli pesanti, solfati e cloruri.

MONITORAGGIO DEI RIFIUTI

I residui decadenti dalle lavorazioni del Pb-Zn primario, sue leghe e raffinazione derivano principalmente da:

- linee di processo;
- utilizzo di apparecchiature/macchinari e conduzione della attività sia produttiva sia di servizio (impianti ausiliari ed attività di manutenzione).

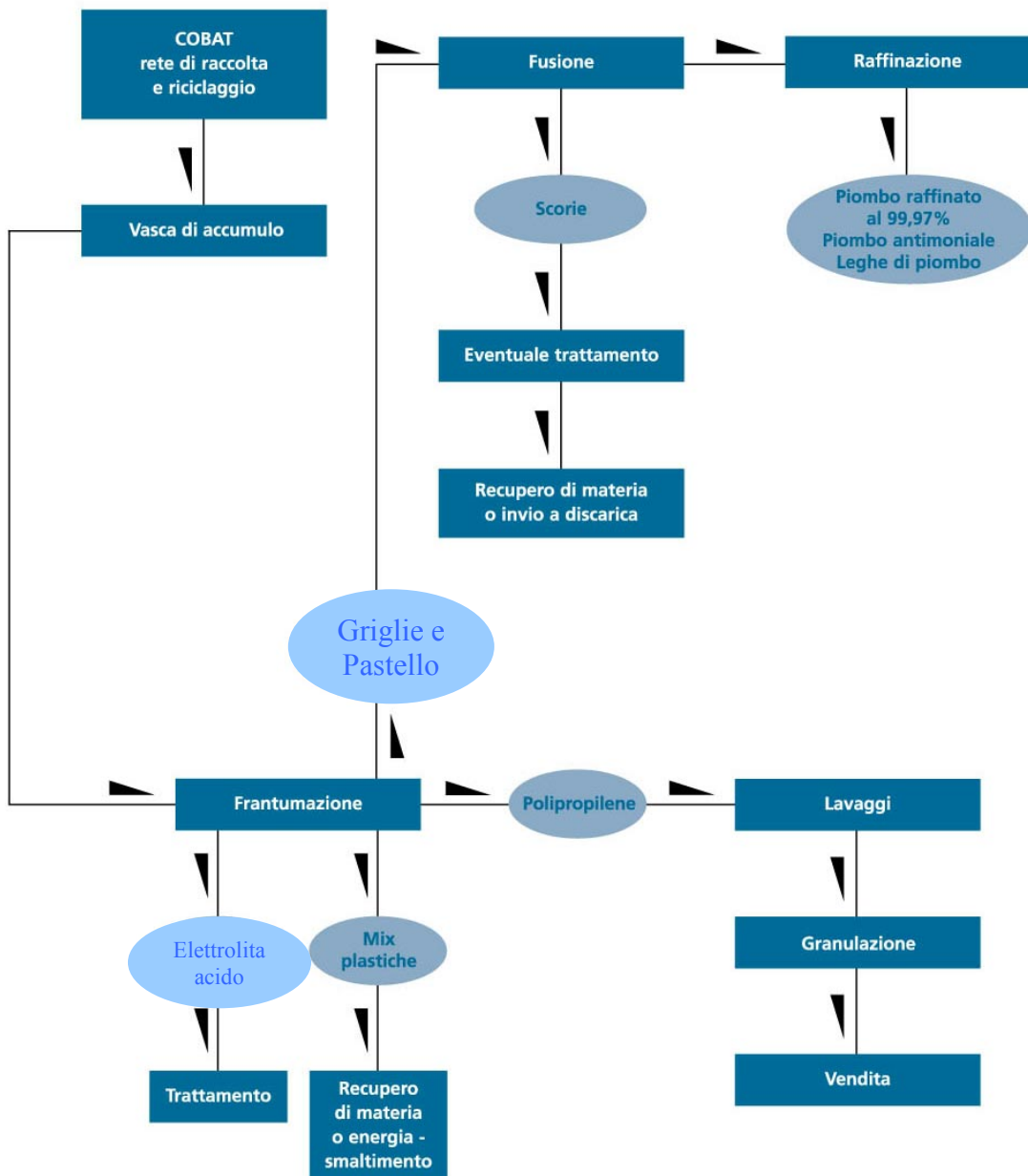
Ai fini del monitoraggio, per i rifiuti prodotti dall'impianto oppure in ingresso all'impianto autorizzato, il gestore provvede a registrare e detenere, per un adeguato periodo di tempo, i seguenti elementi:

- la composizione;
- la migliore stima/pesata della quantità prodotta;
- i percorsi dello smaltimento;
- la migliore stima della quantità inviata al recupero;
- registri di carico e scarico, formulari di identificazione dei rifiuti, autorizzazioni degli impianti di smaltimento.

PRODUZIONE DI PIOMBO SECONDARIO

Descrizione del processo di produzione, degli eventuali sottoprocessi e degli impianti per i quali sono analizzate le migliori tecniche disponibili anche con riferimento alle analisi comunitarie descritte nel BRef

Lo schema di flusso sotto riportato illustra le principali fasi che compongono il processo di trasformazione delle batterie esauste per la produzione di piombo secondario.



Il sistema industriale degli impianti nazionali utilizza un processo piro – metallurgico molto diffuso a livello mondiale nel settore specifico del riciclaggio dei rottami di batterie. Sommariamente, il processo si basa sulla riduzione ad alta temperatura dei composti del piombo, ossidi e solfati, ad opera di riducenti classici quali il carbone o il coke.

L'impianto può essere schematizzato in tre macrofasi, di seguito descritte in dettaglio.

- Macinazione con selezione, separazione e stoccaggio dei diversi componenti della batteria;
- Riduzione – fusione, con produzione del cosiddetto “piombo d'opera”;
- Raffinazione e lingottatura.

Selezione, macinazione e separazione dei componenti

Le batterie esauste, giunte agli stabilimenti di riciclaggio, vengono scaricate dagli automezzi di trasporto su un'area adibita ad una prima selezione e controllo del carico. Tale fase è volta a verificarne la rispondenza ai requisiti ambientali e di sicurezza ed a rimuoverne eventuali materiali non conformi¹.

Le batterie vengono quindi movimentate per facilitare gli sversamenti dell'acido ancora contenuto. Questo avviene in zone con un'adeguata pendenza o, in alternativa, in vere e proprie vasche, isolate con cemento antiacido e dotate di canalette di raccolta. Mediante tramoggia sono quindi avviate ai mulini di frantumazione dove, previa deferrizzazione, sono macinate, permettendo così la successiva separazione dei vari componenti della batteria esausta.

E' da ricordare che le batterie esauste vengono consegnate dal sistema di raccolta gestito dal Cobat (Consorzio Obbligatorio delle batterie al piombo esauste e dei rifiuti piombosi; istituito dalla legge n. 475/88, articolo 9 quinquies), agli impianti consortili nazionali, con il loro contenuto di acido. Il Cobat infatti incentiva i raccoglitori ad evitare che in tutte le operazioni precedenti la consegna delle batterie rottamate l'acido venga disperso. Questo qualifica ulteriormente l'attenzione per l'ambiente del sistema italiano che, nello specifico, comporta un aggravio dei costi per il trattamento dell'acido per i riciclatori nazionali.

Sul mercato europeo infatti le batterie sono valorizzate sul loro peso secco scoraggiando di fatto il raccoglitore dall'evitare che l'acido venga disperso prima della consegna.

Al termine della fase descritta, si ottengono: pastello, griglie e poli, polipropilene e mix plastico.

Il pastello, in forma di fango, viene recuperato mediante vagliatura e successiva filtropressatura. L'abituale contenuto in piombo di circa il 70% su secco, viene normalmente recuperato con trattamento di ossi-riduzione in forni fusori rotativi.

Le griglie e i poli vengono caricati nei forni di fusione.

Il polipropilene, in uscita dal separatore, viene prelevato per mezzo di coclee ed inviato alla macinazione per la riduzione in pezzatura fine.

Del mix plastico, una parte, lavata, pulita e depurata da materiali residui, viene venduta come prodotto ai costruttori di materiali plastici mentre la restante, costituita in massima parte da polietilene, è inviata a recupero o a discarica. L'acido solforico è convogliato in una vasca di raccolta ed inviato al trattamento.

¹ Per materiali non conformi si intendono altre tipologie di accumulatori, rottami ferrosi, rifiuti vari.

Le varie fasi del ciclo descritto possiedono un certo grado d'automazione, secondo il quale ogni macchina può essere comandata in modo locale (per mezzo di pulsantiera) o remoto (tramite comando a video gestito da un operatore situato in cabina di comando). La presenza dell'operatore è, ad ogni modo, necessaria poiché la variabilità delle caratteristiche dei materiali trattati implica degli interventi sui parametri standard del ciclo.

Fusione e riduzione dei componenti metalliferi

Il pastello, le parti metalliche in piombo, insieme ad altri rifiuti piombosi anche provenienti da cicli interni di lavorazione, sono dosati e miscelati con i composti riducenti quali: carbone, ferro e carbonato sodico.

La carica premiscelata viene trasportata in opportuni contenitori atti ad essere introdotti dentro il forno rotativo. Le varie fasi sono condotte in modo tale da evitare al massimo il rilascio di gas e fumi all'interno dello stabilimento, consentendo il raggiungimento dei severi limiti imposti dalle normative di qualità dell'aria.

Dal forno di fusione e riduzione vengono estratti in sequenza il piombo e la scoria; l'estrazione avviene da un opportuno foro di colata posto sulla mezzeria del forno.

I processi che avvengono in questa fase possono essere sintetizzati in:

- riduzione degli ossidi e solfati di piombo tramite carbone;
- liberazione del piombo, presente in forma di solfato, mediante l'utilizzo di carbonato sodico e ferro.

Le temperature di esercizio per questa fase sono superiori ai 1100 °C in funzione delle particolari condizioni d'esercizio.

Raffinazione e lingottatura

Il piombo, spillato dal forno alla temperatura di circa 900° C, come "piombo d'opera", deve essere raffinato per raggiungere il grado di purezza voluto, o altrimenti alligato secondo la qualità richiesta dai vari committenti.

A tal fine, il processo si svolge secondo le seguenti fasi.

- Rimozione degli ossidi superficiali;
- Decuprazione per la totale o controllata eliminazione del rame;
- Destagnazione, per la rimozione totale o parziale dello stagno;
- Disantimonizzazione per la rimozione totale o parziale dell'antimonio;
- Alligazione per l'aggiunta controllata di elementi metallici necessari per ottenere la lega prescelta.

Dopo aver superato il controllo della composizione chimica, la lega viene colata negli stampi dei pani di piombo sia meccanicamente, attraverso una lingottatrice, sia manualmente. Anche la fase di raffinazione è dotata di cappe di aspirazione dei fumi generati durante le operazioni di raffinazione, che vengono depurati prima di essere immessi in atmosfera.

Il bilancio ambientale degli impianti di riciclaggio

I dati necessari alla redazione del bilancio ambientale relativo all'esercizio 2002 sono stati elaborati mediante il coinvolgimento diretto di tutti gli stabilimenti consorziati. Ciascuno provvede ad effettuare un continuo monitoraggio dei principali flussi in entrata e in uscita dal sito mediante opportune rilevazioni strumentali, che consentono di valutare la prestazione ambientale ottenuta e definire nuovi obiettivi di miglioramento in linea con quanto previsto dai sistemi di gestione ambientale.

La tabella successiva riporta il bilancio di materia e di energia relativo al complesso degli stabilimenti aderenti al COBAT nell'anno 2002. Tutti i dati relativi ai flussi in entrata ed in uscita sono stati quantificati per singolo impianto e successivamente aggregati nello schema che segue.

Input		Prodotti e coprodotti (t)	
Batterie (t)	187.443	Piombo e leghe	121.690
Altri input (t)	46.800	Pastello	33.466
Consumi energetici (GJ)	773.059	Polipropilene	8.750
Consumi idrici (m ³)	202.180		
		Emissioni in atmosfera (t)	
		Emissioni SO ₂	966
		Emissioni NO _x	145
		Emissioni CO	0,50
		Emissioni CO ₂	59.637
		Emissioni PST	12,9
		Emissioni Pb	5,9
		Emissioni in acqua (m³)	
		Scarichi idrici (m ³)	146.180
		Evaporazione umidità residua (m ³)	+ 56.000
		Rifiuti (t)	
		Pericolosi	42.863
		Non pericolosi	6.028
		Rumore (Db)	
		Diurni	<70
		Notturni	<60

Materiali di processo*
*non quantificati

Per ogni voce di input e di output sono stati calcolati gli indici per unità di peso di batteria lavorata l'omogeneità dei dati a disposizione consente, sia di ottenere un quadro completo dell'intera attività del Consorzio, e quindi di confrontare le performance realizzate nelle fasi di raccolta, trasporto e riciclaggio delle batterie, sia di verificare i

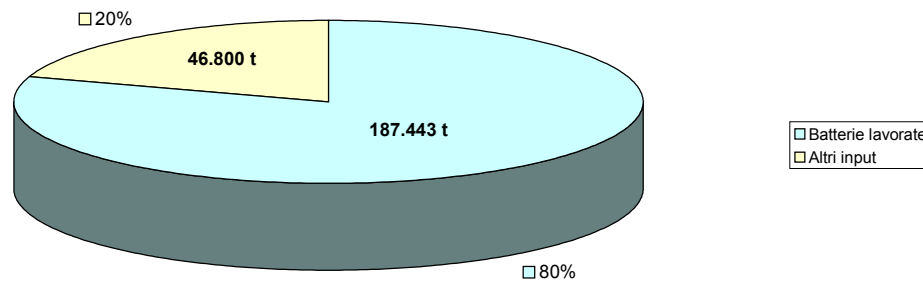
valori ottenuti con le performance realizzate nell'anno precedente e pertanto valutare l'efficienza del sistema consortile nel raggiungere gli obiettivi prefissati.

Input ed output di produzione

Rispetto all'esercizio 2002, le quantità lavorate sono rimaste pressoché costanti, pari a circa 234.000 tonnellate. L'80% dei materiali in ingresso è costituito da batterie esauste mentre il restante 20% è rappresentato da altri rifiuti piombosi. Le rese in piombo medie dalle batterie e dai rifiuti metallici sono state, rispettivamente, di circa il 55% e l'87%.

Input di produzione

Complessivamente sono state prodotte nell'anno 121.690 tonnellate di piombo e leghe

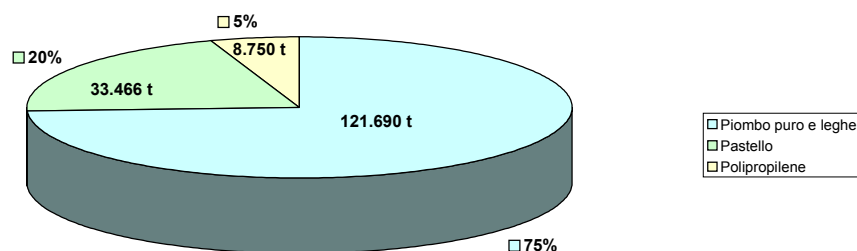


di piombo, ed oltre 33.000 tonnellate di pastello che non è stato trattato presso gli impianti consortili ma ceduto all'impianto di produzione di piombo primario a Portovesme.

L'altro coprodotto di lavorazione, il polipropilene, ha trovato impiego presso le aziende produttrici di materiali plastici.

L'81% del piombo e delle leghe di piombo ottenuti è stato mediamente reimpiegato nell'industria delle batterie per la produzione di nuovi accumulatori.

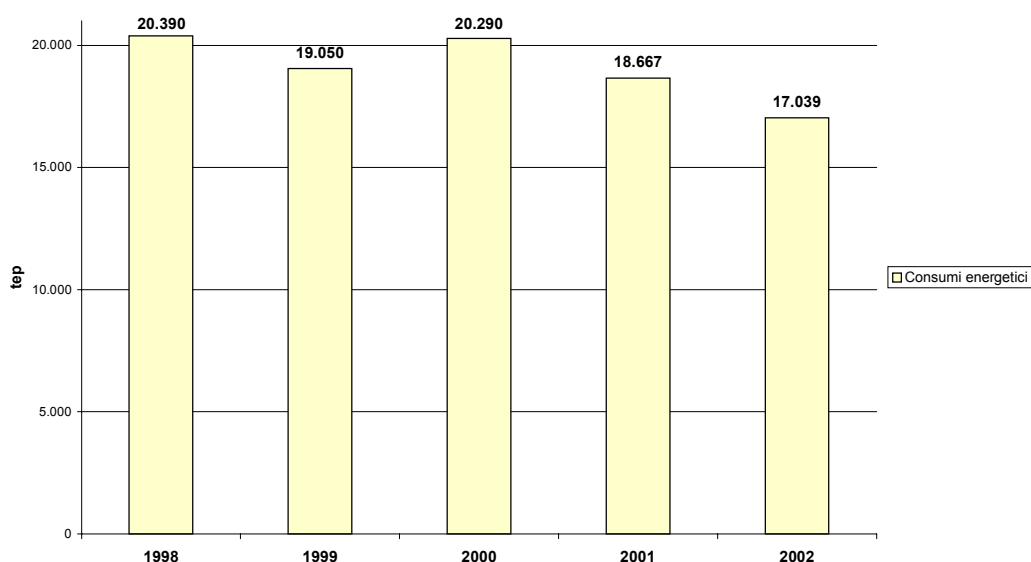
Output di produzione



Consumi energetici

I principali consumi di energia, nei processi di produzione di piombo secondario, sono legati all'alimentazione dei forni di fusione e degli altri impianti, al riscaldamento degli ambienti di lavoro, oltre all'illuminazione dei locali ed al riscaldamento dell'acqua per usi sanitari.

Le due fonti energetiche principalmente utilizzate, per il recupero del piombo contenuto nei vari materiali trattati (rottami di batterie ed altri rifiuti piombosi), sono metano ed energia elettrica. Nel 2002 gli impianti consorziati hanno consumato circa 17.000 tep, con un risparmio del 9% rispetto all'anno precedente. Tale risparmio è riscontrabile mediamente su tutti gli impianti consortili. In primis è dovuto alla maggiore attenzione degli operatori verso la riduzione dei costi, al rifacimento ed ammodernamento di alcune linee, ed infine alla messa a regime dell'ultimo impianto consortile entrato in produzione.



Oltre agli indicatori presentati nel grafico precedente, sono stati calcolati gli indici di intensità energetica, con riferimento, sia alle batterie in ingresso agli stabilimenti, sia al piombo in uscita.

Gli indici sono espressi in MegaJoule (e cioè in energia) per unità di peso di batteria lavorata e di piombo prodotto, utilizzando il seguente rapporto di conversione rispetto alle tonnellate equivalenti di petrolio: 1 tep= 45.370 MJ.

Come si nota dalla tabella successiva, l'andamento che si osserva è caratterizzato da una progressiva riduzione nel tempo dell'energia consumata in termini unitari.

MJ/kg di batteria lavorata					MJ/kg di piombo prodotto				
2002	2001	2000	1999	1998	2002	2001	2000	1999	1998
4,1	4,6	5,0	5,1	5,4	6,4	6,9	7,8	8,0	8,2

Emissioni atmosferiche

Le principali emissioni atmosferiche monitorate sono quelle caratteristiche di processi di combustione più quelle di piombo. I valori sono controllati mediante misura delle emissioni convogliate nei camini degli impianti.

La tabella seguente riporta i valori relativi all'ultimo anno, posti a confronto con quelli rilevati negli esercizi precedenti. Come già effettuato per i consumi energetici, i dati sono riportati, sia in valore assoluto (tonnellate/anno), sia per unità di peso di batteria lavorata.

Inquinanti	t/anno					g/kg batteria				
	2002	2001	2000	1999	1998	2002	2001	2000	1999	1998
SO ₂	966	1.150	1.250	1.175	1.182	5,15	6,30	6,79	6,95	6,95
NO _x	145	460	500	468	473	0,77	2,52	2,71	2,77	2,78
CO	0,50	0,50	0,55	0,52	0,51	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
CO ₂	59.637	63.919	69.477	65.200	64.600	318	350	377	385	380
PST	12,9	13,6	14,8	14,1	14,2	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08
Pb	5,9	6,8	7,4	7,1	7,1	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04

Dall'analisi della tabella emerge quanto segue.

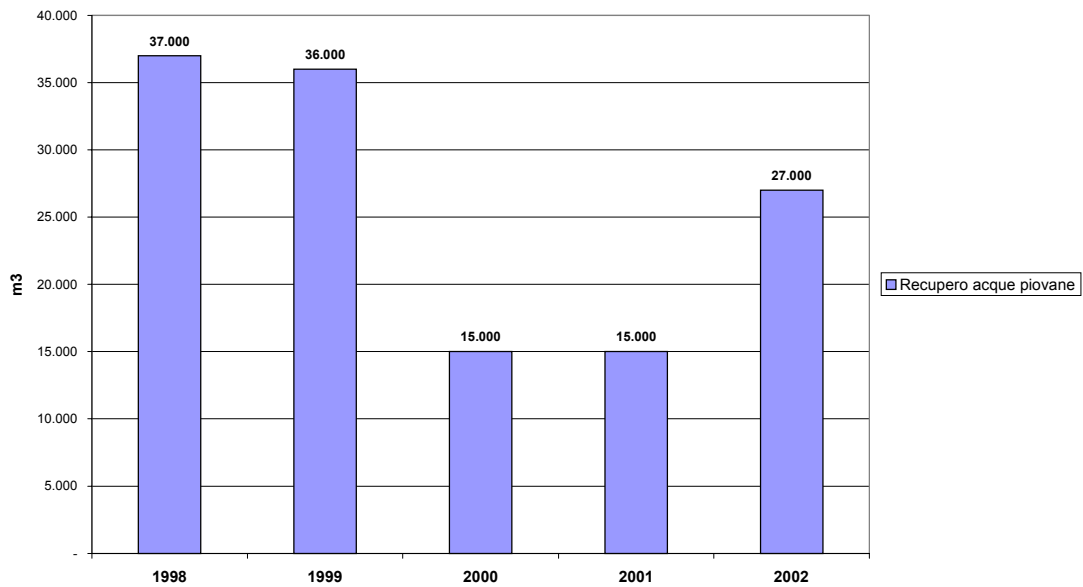
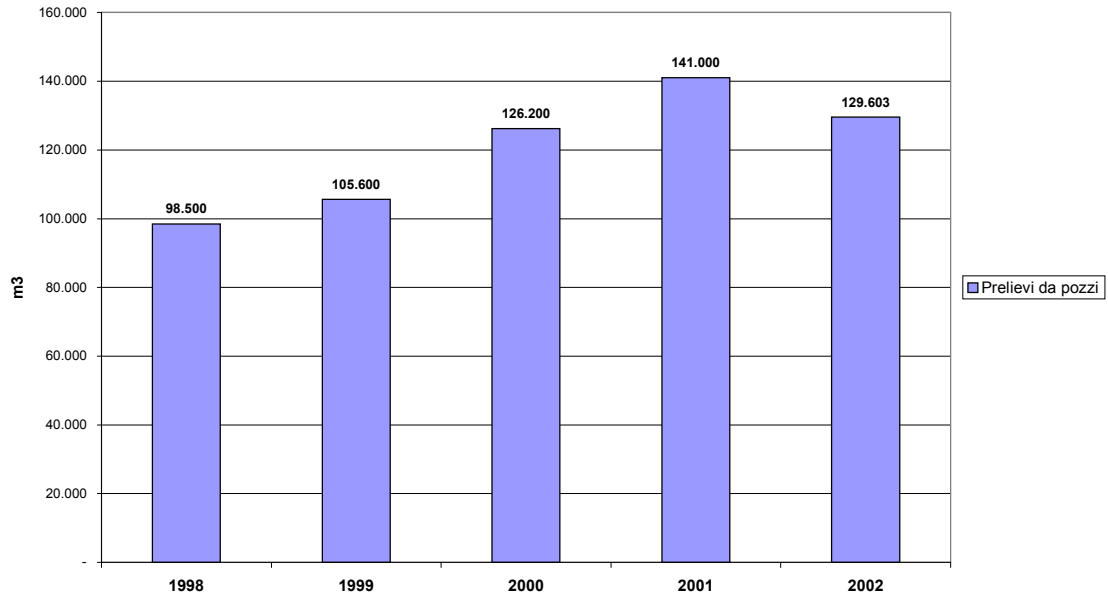
- una sostanziale riduzione del diossido di zolfo (SO₂), che ha raggiunto un valore inferiore del 19% rispetto al 2001. Tale risultato è stato possibile grazie all'avvio presso due impianti consorziali del processo di carbonatazione del pastello solfato. Con tale processo il pastello solfato (PbSO₄) si trasforma in carbonato di piombo (PbCO₃) consentendo una sostanziale riduzione delle emissioni al camino degli ossidi di zolfo;
- una diminuzione ancor più significativa degli ossidi di azoto (NO_x), che sono meno di un terzo rispetto all'anno precedente;
- una riduzione del 7% del diossido di carbonio (CO₂) rispetto ai valori raggiunti nel 2001, determinata da una maggiore efficienza dei bruciatori in uso e dal minore utilizzo del carbonio nella carica di fusione, grazie anche al sopra menzionato impianto di carbonatazione avviato presso due impianti;
- una riduzione del particolato sospeso, ottenuta grazie alle modifiche degli impianti di captazione polveri.

Bilancio idrico

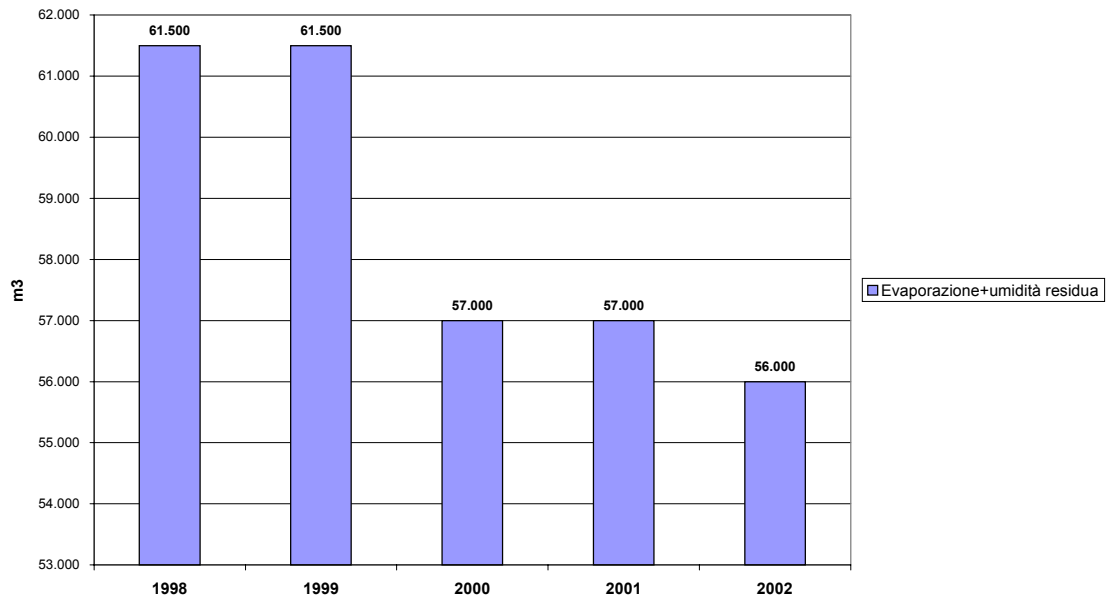
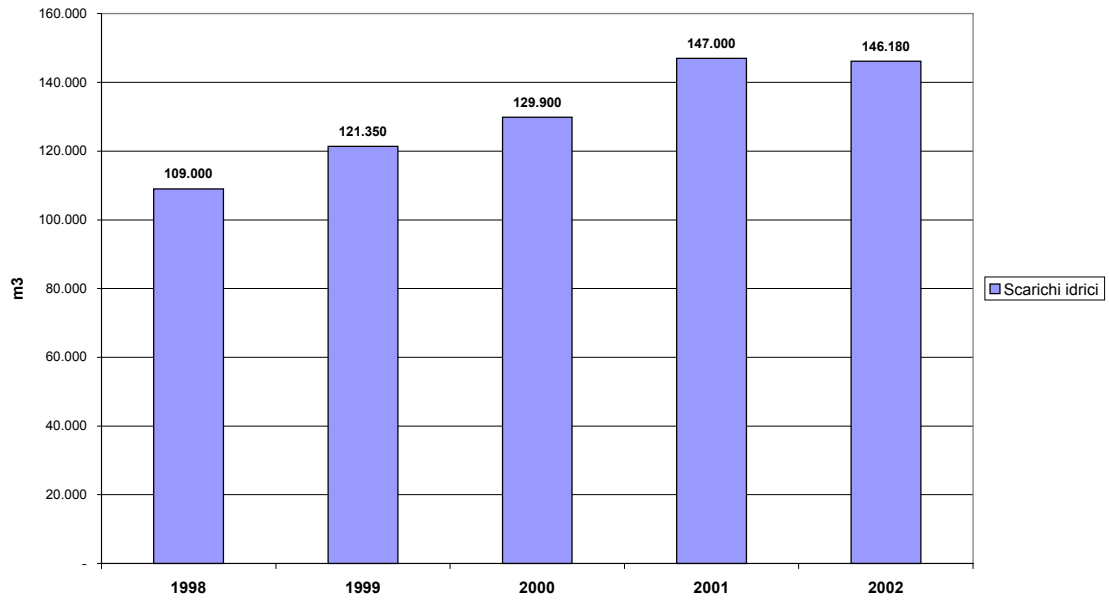
I grafici che seguono illustrano le diverse fonti di approvvigionamento idrico a cui fanno mediamente ricorso gli stabilimenti consorziati. La parte più consistente dei consumi complessivi è rappresentata da prelievi dai pozzi. Nel 2002 sono stati il 64% degli approvvigionamenti idrici totali (circa 130.000 metri cubi). Ciò nonostante, tali quantità sono diminuite dell'8% rispetto all'anno precedente. E' tornato infatti a crescere il volume delle acque piovane recuperate ed utilizzate nel processo produttivo e questo principalmente da parte di uno degli impianti consorziati che a tale problematica ha riservato particolare attenzione.

L'indice di consumo idrico nel 2002 è stato di 1,08 l/kg di batteria in ingresso, con un decremento del 4% rispetto all'anno precedente.

La risorsa idrica trova principale impiego per il raffreddamento dei gas di scarico dei forni. Una quota residua viene utilizzata acqua di processo, per il lavaggio dei piazzali e degli impianti e per usi sanitari.



LG MTD Metalli non ferrosi - 4 giugno 2004



Rifiuti e coprodotti

Dalla trasformazione delle batterie e degli altri rifiuti piombosi si ottengono i seguenti sottoprodotti.

- Acido solforico
- Scorie di lavorazione
- Componenti plastiche

Alcuni di questi componenti possono essere riutilizzati, sia durante lo stesso processo di trasformazione delle batterie, sia in altri processi industriali. Le parti non valorizzabili, costituite essenzialmente da scorie di lavorazione e da plastiche di scarso valore utilizzate per i separatori interni dell'accumulatore, devono essere invece adeguatamente smaltite in discariche autorizzate. A seguire, sono pertanto illustrati i quantitativi di rifiuti e coprodotti in uscita dagli stabilimenti nel 2002, i principali trattamenti ai quali sono stati sottoposti e le rispettive destinazioni finali.

L'acido solforico

Tutte le batterie esauste recuperate sul territorio dai raccoglitori incaricati COBAT vengono conferite agli impianti consorziati nazionali con il loro contenuto di acido. Il COBAT, infatti, incentiva i raccoglitori ad evitare che in tutte le operazioni precedenti alla consegna delle batterie da riciclare, la parte mobile dell'elettrolita acido contenuto negli accumulatori venga dispersa, con evidenti benefici dal punto di vista ambientale.

Le batterie esauste in ingresso agli stabilimenti, prima di essere immesse nel ciclo produttivo, devono essere sgocciolate dell'acido libero presente nei mezzi di trasporto. Vengono successivamente schiacciate tramite mezzo meccanico per liberare l'acido ancora contenuto al loro interno. L'acido solforico percolato dalle batterie viene quindi raccolto in appositi serbatoi e può subire diverse destinazioni:

- utilizzo nel ciclo di carbonatazione per la correzione del pH delle soluzioni inviate al cristallizzatore;
- neutralizzazione e successivo conferimento a terzi autorizzati;
- vendita;
- neutralizzazione con latte di calce, ulteriore trattamento e riutilizzo interno.

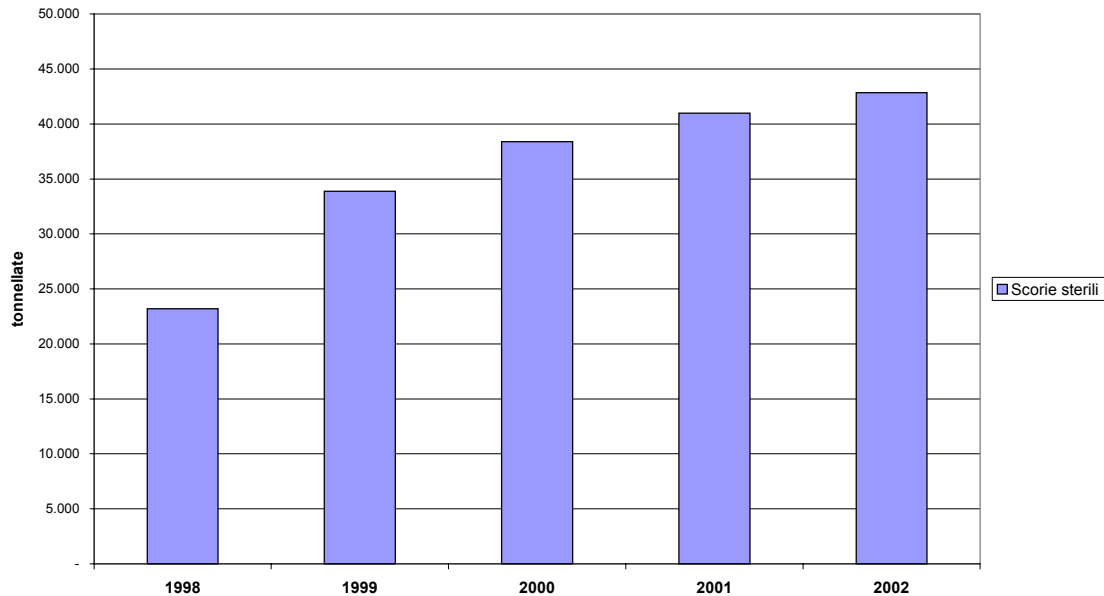
Con riferimento alle sole quantità smaltite, che quindi non hanno trovato altri impieghi produttivi, nel 2002 queste sono state 2.202 tonnellate, corrispondenti soltanto al 5% dell'intero contenuto di acido nelle batterie trattate.

Le scorie di lavorazione

Grazie alla costante attenzione alle innovazioni tecnologiche ed all'adozione di migliori impiantistiche, gli stabilimenti consorziati si sono sempre contraddistinti per il rispetto di elevati standard di efficienza ambientale. In particolare, come già accennato precedentemente, sono stati realizzati sistemi di frantumazione delle scorie provenienti dai forni rotativi per il recupero di parte del piombo in esse contenuto. Questi impianti, oltre ad ottenere una migliore resa produttiva, consentono di ridurre il piombo contenuto nelle scorie. Tali rifiuti, catalogati come pericolosi, devono essere infatti conferiti presso discariche autorizzate. Data la loro natura, le scorie sono sottoposte a controlli analitici presso laboratori specializzati prima dell'invio a discarica.

Nel 2002 tali rifiuti sono stati pari a 42.863 tonnellate con un incremento del 5% rispetto all'anno precedente.

Il grafico successivo mostra l'andamento delle quantità smaltite dal 1998 al 2002. E' opportuno ricordare che le quantità di rifiuti avviati a discarica in un anno non trova una diretta correlazione con le batterie lavorate nello stesso periodo di riferimento a causa degli stoccaggi, che determinano uno slittamento temporale del momento dello smaltimento rispetto a quello dell'effettiva produzione del rifiuto.



I materiali plastici

I materiali plastici che compongono un accumulatore sono costituiti essenzialmente da polipropilene, un polimero utilizzato in numerose applicazioni industriali che, grazie alle sue caratteristiche di lavorabilità, può essere facilmente reimpiegato in altri cicli di lavorazione e viene pertanto destinato alla vendita;

Un mix costituito da plastiche di scarso valore commerciale, utilizzate per i separatori interni della batteria, le quali sono necessariamente inviate a discarica.

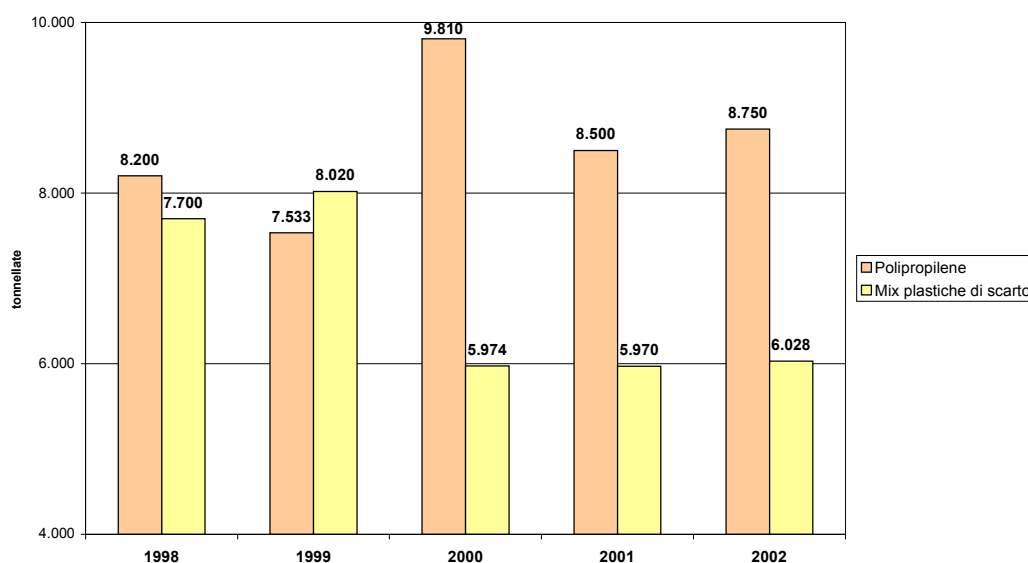
Il problema dello smaltimento delle plastiche, che rappresenta un onere gravoso per gli impianti di riciclaggio, seppur lentamente, sta tuttavia trovando una progressiva soluzione per effetto del sempre minore contenuto plastico delle batterie di nuova generazione, che riduce le quantità da inviare a discarica.

La tabella seguente riporta il contenuto di materiale plastico nelle batterie trattate dagli stabilimenti consorziati. Si può già notare una riduzione di un punto e mezzo percentuale nel quinquennio 1998-2002, che si traduce in oltre 1.000 tonnellate di materiale plastico in meno da smaltire. Questo risultato è ancora più importante se si osserva l'evoluzione delle plastiche impiegate nella produzione delle batterie, in cui trova sempre maggiore impiego il polipropilene mentre si riduce sensibilmente l'uso del PVC, particolarmente problematico in fase di riciclaggio per il rischio di sviluppo di diossina, e di altri materiali nocivi. Ulteriori miglioramenti in questo senso sono previsti mano a mano che le nuove batterie poste in circolazione giungeranno a fine vita.

1998	1999	2000	2001	2002
9,35%	9,19%	8,57%	7,93%	7,88%

A queste importanti considerazioni, si deve aggiungere il beneficio in termini ambientali ed economici derivante dalla sempre più accurata selezione dei materiali in ingresso agli stabilimenti di riciclaggio ed al potenziamento dei sistemi di separazione delle plastiche, che consentono al contempo una riduzione del mix destinato alla discarica ed un ulteriore recupero del piombo presente.

Anche in questo caso, l'andamento apparentemente discontinuo che si riscontra a cavallo del periodo 1999-2001 è da attribuire agli stoccaggi del materiale prima del conferimento alle destinazioni finali.



Rumore

Le emissioni sonore diurne e notturne si mantengono solitamente al di sotto dei limiti previsti dalla legge. Tutti gli insediamenti, inoltre, sorgono in aree esclusivamente industriali, distanti pertanto dal centro abitato.

Db emessi	Leq (A)	Leq (A) limite
Diurno (h 6/22)	< 70	70
Notturmo (h 22/6)	< 60	70

Ambiente, salute e sicurezza negli impianti

L'attività di riciclaggio delle batterie piombo-acido esauste, comporta l'impiego di procedimenti e di tecnologie in grado di ridurre la loro pericolosità e non solo nell'ambiente di lavoro. Per tale motivo, l'attenzione verso le migliori tecniche disponibili ha rappresentato, negli anni, la principale preoccupazione degli impianti consortili. Il rispetto delle sempre più severe normative ambientali ha comportato ingenti investimenti, sia nel campo della prevenzione, che delle migliorie impiantistiche.

La tabella seguente sintetizza i principali dispositivi di controllo e le infrastrutture ambientali presenti presso gli stabilimenti produttivi. Ovviamente, ciascuno presenta proprie peculiarità derivanti dagli adeguamenti tecnico-impiantistici necessari per rispondere alle specifiche esigenze produttive. Conseguentemente, a seguire sono riportati soltanto i principali dispositivi adottati negli stabilimenti per garantire lo svolgimento delle operazioni di lavoro nel pieno rispetto dei vincoli di natura ambientale e della salute degli operatori.

Principali dispositivi ambientali	Descrizione
Sistemi di abbattimento polveri e fumi	Impianti di filtrazione e di raffreddamento dei fumi provenienti dai forni Impianti di filtrazione gas di raffinazione Impianti di abbattimento polveri zona frantumazione
Trattamento effluenti liquidi	Raccolta dell'acido solforico e delle acque di processo Riciclo degli effluenti liquidi di processo
Sistema di smaltimento rifiuti	Sezione trattamento rifiuti plastici per il recupero del piombo metallico e del polipropilene contenuto Stoccaggi di scorie e materiali esclusivamente su pavimentazione cementata e protetti
Sistema di pulizie industriali interne	L'attenzione al mantenimento di un elevato standard igienico dei locali di lavoro è volta a ridurre al minimo la dispersione di piombo nell'aria e si traduce in una costante pulizia degli ambienti, nell'utilizzo di impianti di aspirazione nei locali produttivi ed in una rigida separazione dei luoghi di ricreazione dagli ambienti di lavoro.

Definizione (sulla base dell'approfondimento e dell'estensione delle analisi svolte in sede comunitaria), della lista delle migliori tecniche per la prevenzione integrata dell'inquinamento dello specifico settore in Italia

Ricevimento, stoccaggio, movimentazioni delle materie prime

Le batterie piombo-acido esauste costituiscono la larga parte delle materie prime utilizzate

dal settore, rappresentando mediamente l'80 % di quanto viene alimentato agli impianti di riciclo. Altri materiali sono i rottami di piombo metallo, sfridi, scorie o altri rifiuti piombosi con percentuali tra loro flessibili in ragione delle disponibilità del mercato.

I rottami di batterie, sono consegnati alla rinfusa, su pallets o contenitori, con mezzi a tenuta stagna. Alcune tipologie di altri rifiuti piombosi, con possibilità di rilascio di polveri, dovranno essere per lo più ricevuti in contenitori a tenute.

La possibile produzione di polveri nel corso delle varie movimentazioni dei materiali e delle fasi di frantumazione delle batterie potrà rendere necessario l'impiego di sistemi di abbattimento con spray di acqua. Nel caso dovrà essere previsto il trattamento di tali acque prima della loro evacuazione.

Le fasi di frantumazione e macinazione dovranno prevedere adatti sistemi di abbattimento e raccolta delle polveri che dovranno essere stoccate e movimentate evitando che in tali fasi si generino altre polveri. Tali materiali potranno essere miscelate o agglomerate per essere reimmesse nel ciclo produttivo del metallo.

Lo stadio di pre-trattamento è usato per frantumare i contenitori di batterie e procedere alla separazione delle parti recuperabili (piombo metallo, pastello (ossidi e solfato di piombo), plastiche e acido).

Si dovrà tener conto dell'acido residuo contenuto nelle batterie esauste sia nelle fasi di stoccaggio che di movimentazione; altrettanto dei fanghi che potranno formarsi nel corso di tali operazioni.

L'acido dovrà essere recuperato e stoccato in appositi contenitori resistenti agli attacchi acidi. Il trattamento della soluzione acida ricavato dipenderà dalle possibilità di trattamento in impianto, la sua neutralizzazione o il recupero.

Lo stoccaggio delle materie prime, dei prodotti intermedi e dei rifiuti dovrà prevedere ambienti protetti.

Tali fasi del ciclo sono schematizzate come segue:

Materiale/ Materie prime	Stoccaggio	Movimentazione	Pre - trattamento
Polveri fini	Contenute in luoghi chiusi.	Nastri trasportatori chiusi o contenitori chiusi	
Polveri grosse (Scorie granulate e di pezzatura)	Stalli coperti	Con pale meccaniche	
Rottami vari	Stalli coperti o all'aperto	Con pale meccaniche	
Batterie piombo-acido	Stoccaggi resistenti agli attacchi acidi	Con pale meccaniche, gru con benne, nastri.	Macinazione delle batterie tal-quali e rimozione delle plastiche
Prodotti e rifiuti			
Acidi : Acidi rifiuti Acidi prodotti	Stoccaggi resistenti agli attacchi acidi Stoccaggi resistenti agli acidi		Riuso nel processo o Neutralizzazione e o recupero. Vendita
Prodotti: Piombo e sue leghe in formati commerciali Pastello Solfato sodico Polipropilene e/o plastiche varie	All'aperto o coperto su pavimenti cementati In stalli al coperto In silos In silos, al coperto o all'aperto in stalli	Mezzi meccanici Mezzi meccanici Mezzi meccanici Mezzi meccanici	Vendita Vendita Vendita Vendita
Residui di processo destinati al recupero interno Rifiuti per	Al coperto o in stalli chiusi a seconda della tipologia. Al coperto o in	Mezzi meccanici, secondo le situazioni	

discarica	stalli chiusi a seconda delle tipologie		
-----------	---	--	--

Recupero del piombo dai rottami di batterie e rifiuti piombosi.

Per la produzione di piombo secondario da rottami di batterie e rifiuti piombosi, varie tecniche sono elencate tra le BAT e tra questi quella dei i forni rotativi - tecnica prevalentemente usata in Italia.

Di seguito si elencano le principali con i relativi commenti.

Tecnica applicata	Materie prime	Commenti
Forni elettrici ad arco	Materiali con contenuti di rame e piombo	Forni sigillati con basse emissioni di gas
ISA Smelt	Materiali secondari ad alto contenuto metallico	Problematico il trattamento delle scorie
Forni rotativi	Materiali secondari	Processo che offre grande flessibilità per varie tipologie di materiali.
Forni ad aria	Materiali secondari.	Alta efficienza energetica. Richiede livelli alti di controlli, post combustori, abbattimento e recupero delle emissioni.
Forni a crogiuolo	Rottami di piombo puliti ed ad alto contenuto	Necessità di controllo sulle temperature delle caldaie.

Nei forni rotativi le parti metalliche in piombo, il pastello, insieme ad altri rifiuti piombosi anche provenienti da cicli interni di lavorazione sono dosati e miscelati con composti riducenti e lussanti. In particolare, il pastello se precedentemente carbonatato, riduce notevolmente la quantità di scorie prodotte e l'emissione di So2 nell'aria. La carica pre-miscelata viene trasportata con opportuni mezzi adatti alla carica diretta dei forni. Le varie fasi sono condotte in modo da evitare al massimo il rilascio di gas all'interno degli ambienti di lavoro mantenendo nei limiti normativi il livello delle emissioni.

I forni rotativi utilizzano bruciatori alimentati da combustibili gassosi arricchiti ad ossigeno.

Sinteticamente nelle fasi di fusione, avviene la riduzione degli ossidi e solfati di piombo tramite il carbone contenuto nella miscela di carica; la liberazione del piombo, sotto forma di solfato, con l'utilizzo del carbonato sodico e del ferro. La temperatura di esercizio per questa fase sono mediamente superiori ai 1.100 gradi. La scoria ed il

piombo metallo sono estratti separatamente. Il piombo colato in stampi e le scorie in conchiglie

Raffinazione e lingottatura

Il piombo spillato dal forno, detto anche piombo grezzo, viene raffinato per raggiungere il grado di purezza voluto. Questa fase tende a rimuovere le impurezze a secondo delle tipologie di prodotti da ottenere. La raffinazione avviene con processi termici passando il materiale in varie caldaie dalle quali vengono progressivamente eliminate le impurezze. Il piombo raffinato viene colato nelle forme usualmente commercializzate sotto forma di piombo puro o piombo in leghe con altri metalli.

Le schiumature ottenute nel processo di raffinazione vengono riciclate nei forni rotativi.

Recupero dei gas e abbattimento delle polveri

Il sistema di raccolta dei fumi deve essere progettato per evitare perdite ed emissioni diffuse.

Tecniche BAT per il trattamento dei gas e dei fumi sono quelle che impiegano raffreddamento con o senza recupero di calore prima dei filtri a tessuto. I filtri utilizzati devono essere fatti con materiali di alta resistenza, di buona manifattura e manutenzione.

Nei vari stadi di processo il loro uso viene riassunto schematicamente come segue:

Stadio del processo	Composti dei gas di emissione	Tecniche possibili di abbattimento
Movimentazioni delle materie prime	Polveri metalliche	Corretto stoccaggio Convogliamento delle polveri con filtri a tessuto
Pre-trattamento dei rottami di batterie.	Polveri metalliche	Corretto pre-trattamento e convogliamento delle polveri con filtri abbattimento ad umido o a tessuto.
Fusione di materiali piombiferi	Polveri metalliche e sostanze organiche SO ₂ (1)	Attività di processo. Convogliamento delle polveri ai filtri a tessuto Abbattimento alcalino e filtri a manica
Raffinazione termica, fusione, alligazione, colata.	Polveri metalliche	Attività di processo. Convogliamento delle polveri, ai filtri a tessuto
(1) potrebbe essere presente nel pastello delle batterie		

Emissioni in aria

Le emissioni in aria comprendono quelle convogliate / abbattute così come generate nei vari stadi di processo. Anche le emissioni diffuse /fuggitive, hanno una incidenza rilevante e dovranno essere monitorate in funzione dei sistemi di captazione tenendo comunque presente che allo stato attuale non esiste un sistema consolidato per la loro valutazione. Sistemi moderni e ben gestiti possono ridurre di molto le quantità di inquinanti emessi specialmente per quelle fuggitive che risultano rappresentare una larga percentuale sul totale delle emissioni.

La tabella che segue riporta schematicamente per tipologia di inquinante i livelli e le tecnologie di settore utilizzabili.

Inquinante	Migliori prestazioni con l'uso di BAT (1)	Migliori prestazioni attuali riscontrabili mediamente nel settore	Tecniche che possono essere usate per il raggiungimenti di tali livelli	Commenti
Polveri	1-5 mg/Nm ³	< 7 mg/Nm ³ (limiti dpr 203/88 10mg/Nm ³)	Filtri a tessuto	Filtri a tessuto ad alta efficienza per raggiungere bassi livelli di metalli pesanti nelle emissioni.
SO ₂	< 50 – 200 mg/Nm ³	< 300 mg/Nm ³ (limiti dpr 203/88 10mg/Nm ³)	Abbattimenti alcalini e filtri a tessuto	L'abbattimento dello zolfo nei materiali di carica ai forni (pastello).
NO _x	100-300 mg/Nm ³		Bruciatori a basso NOx Bruciatori metano Ossigeno	Alte prestazioni sono associate con l'arricchimento di ossigeno.
CO		800/1.000 mg/Nm ³	Lavaggi ad umido	L'emissione di CO è conseguente alle operazioni di riduzione effettuata con aggiunta di carbone dei sali metallici presenti nella carica
Diossine	< 0,1-0,5 ng/Nm ³			Possibili nella fase di fusione e riduzione dei componenti metallici ma abbattute per l'alta temperatura di esercizio che in tale fase supera i 1.100 °C.

Nota: solo emissioni convogliate.

Le emissioni associate sono indicate come medie giornaliere sulla base del monitoraggio continuo durante il periodo operativo. In casi in cui il monitoraggio continuo non è praticabile, si applica il valore medio relativo al periodo di campionamento.

Trattamento acque

Tutte le acque dovranno essere opportunamente trattate per la rimozione delle tracce di metalli e per essere possibilmente riutilizzate in impianto o evacuate prive di sostanze inquinanti.

Nella tabella che segue si riassumono brevemente le varie origini ed utilizzi.

Origine delle acque da scarica	Utilizzo	Metodi che ne riducano l'impatto	Metodi di trattamento
Acque di processo	Frantumazione delle batterie esauste	Ritorno al processo per quanto possibile	Neutralizzazione e precipitazione
Acque di raffreddamento	Raffreddamento dei forni	Uso in impianti di raffreddamento chiusi	Decantazione
Acque per abbattimenti polveri	Lavaggi ad umido	Raccolta in bacini e riuso interno	Settlement ?
Acque per abbattimento polveri diffuse.	Lavaggio strade e piazzali	Raccolta in bacini e riuso interno	Decantazione

Per l'individuazione della miglior tecnica BAT che riduca al massimo l'impatto delle acque di scarica varie metodi possono essere individuati e ciascuno in combinazione con altri deve mirare a ridurre la quantità in scarica e la presenza di inquinanti.

Le tecniche BAT applicate nel settore sono elencate di seguito.

Tecnica di trattamento	Vantaggi	Svantaggi
Precipitazione	Tecnica semplice ed economica Adatta ad una vasta gamma di metalli.	
Sedimentazione	Tecnica consolidata, semplice ed economica	Può solo rimuovere particelle grosse. Per particelle a bassa densità sono necessari grandi bacini e molto tempo
Filtrazione	Tecnica consolidata, semplice ed economica	Può solo rimuovere particelle solide. L'efficienza si riduce su particelle fini e se si aumenta eccessivamente la velocità di filtrazione
Filtrazione su resine a scambio ionico	Annullamento di tutti i metalli pesanti	Costo rilevante

Monitoraggio

Il piano di monitoraggio ha lo scopo di:

- fornire le informazioni atte a documentare l'attuazione del livello di protezione ambientale richiesto dall'autorizzazione integrata IPPC;
- fornire indicazioni sulle misure ambientali previste per il controllo delle emissioni nell'ambiente, al fine di verificare condizioni di conformità rispetto ai Valori Limite di Emissione (VLE);
- fornire indicazioni in merito alle prestazioni ambientali delle tecniche adoperate ed al loro possibile miglioramento;
- fornire dati utili alle comunicazioni aziendali per la costruzione dei registri nazionali e comunitari delle emissioni;
- fornire indicazioni specifiche (frequenze, elaborazione e valutazione dati) sulle modalità di effettuazione delle misure di monitoraggio ambientale.

In generale la scelta dei parametri da monitorare dipende dai processi produttivi, dalle materie prime e dai prodotti chimici usati nel singolo insediamento.

Devono pertanto essere considerati soltanto gli elementi e/o composti significativamente presenti nel ciclo di lavorazione.

I parametri di impatto ambientale relativi ai vari metalli non ferrosi sono riportati nei capitoli specifici della presente Linea Guida e in generale si riferiscono ad aria, acqua, suolo e rumore.

Il piano di monitoraggio, nella selezione dei parametri da considerare e nella formulazione del programma, deve tenere presente i livelli di rischio potenziale di danno ambientale, la probabilità del superamento dei valori limiti di emissione (VLE) e la gravità delle conseguenze dell'eventuale superamento dei limiti nel contesto del singolo insediamento.

Occorre inoltre considerare, in particolare nella determinazione delle frequenze:

- le caratteristiche tecniche specifiche dell'impianto in questione, la sua ubicazione geografica e le condizioni locali dell'ambiente;
- le condizioni operative del processo produttivo (ad es. processi continui o discontinui) ed i cicli delle varie operazioni;
- l'importanza di situazioni non di regime, quali l'avviamento e l'arresto;
- l'esistenza di un adeguato sistema di gestione ambientale a supporto di una generale affidabilità delle misure.

Le modalità specifiche di monitoraggio possono inoltre essere diverse ed in particolare seguire diversi approcci operativi, anche in funzione dell'affidabilità delle misure stesse e dei relativi tempi e costi.

Si possono in particolare avere.

- Misure dirette
- Parametri sostitutivi
- Calcoli
- Fattori di emissione

Occorre comunque tenere presente che ogni metodo tra quelli sopra indicati, non esclude gli altri e che una eventuale contemporaneità può rafforzare la attendibilità delle rilevazioni.

Gli impianti produttivi normalmente eseguono con opportuna frequenza una serie di controlli su parametri caratteristici del processo produttivo nel suo complesso. L'adozione di misure in continuo deve essere valutata caso per caso in funzione delle specificità ambientali locali ed impiantistiche.

In relazione alle specifiche caratteristiche di ogni singolo insediamento, sarà opportuno che l'autorità competente per il rilascio dell'autorizzazione integrata ambientale ricerchi con l'azienda interessata la soluzione ottimale per definire un corretto, efficace e realistico piano di monitoraggio e di trasmissione dati.

Alcune indicazioni preliminari da prendere come riferimento possono essere formulate sulla base di quanto riportato nella presente Linea Guida e nello stesso documento BRef originale, tenendo comunque presente alcuni aspetti particolari:

- occorre ad esempio distinguere tra esigenze di confronto tecnologico, tipiche delle performance ambientali riportate nel BRef, e le esigenze di monitoraggio ambientale specifiche degli organi di controllo e delle stesse aziende;
- alcuni dei parametri utilizzati dal BRef non sono necessariamente significativi, come nel caso del monitoraggio dell'SOx nelle emissioni in aria, nel caso di combustione di gas naturale, o di altro combustibile a basso tenore di zolfo.

Le tabelle che seguono riassumono i parametri più significativi e le frequenze (puramente indicative) utilizzabili come riferimento di partenza nella definizione del piano di monitoraggio. Le frequenze di monitoraggio qui proposte corrispondono a situazioni operative standard ed a normale prassi industriale. Esse non devono essere intese come la soluzione migliore per ogni situazione, sono modificabili in ragione di specifiche condizioni locali e prescindono da prescrizioni specifiche contenute nella normativa ambientale (attuale e futura) che deve essere, in ogni caso, rispettata.

Le tabelle seguenti, infine, riguardano le sole emissioni convogliate. Anche le emissioni diffuse e fuggitive costituiscono un aspetto rilevante e dovranno essere monitorate, in funzione dell'efficienza dei sistemi di prevenzione e captazione, tenendo presente che allo stato attuale non esiste un metodo unico e condiviso per la loro valutazione.

EMISSIONI CONVOGLIATE IN ATMOSFERA

PARAMENTRO	UNITA' DI MISURA	REPARTO	FREQUENZA DI MONITORAGGIO
Polveri	mg/Nm ³	Frantumazione	6- 12 mesi
		Fonderia	in continuo

		Raffineria	6- 12 mesi
Metalli Pb	mg/Nm ³	Frantumazione	6- 12 mesi
		Fonderia	6- 12 mesi
		Raffineria	6- 12 mesi
SOx/NOx/COx	mg/Nm ³	Frantumazione	6- 12 mesi
		Fonderia	6- 12 mesi
		Raffineria	6- 12 mesi

Si ritiene opportuno evidenziare che:

- metalli e sostanze tipiche della produzione possono avere tempistiche di monitoraggio diverse da quelle sopra riportate qualora specificamente indicate nella normativa nazionale e regionale;
- altri parametri previsti dal BRef e dalle liste EPER (vedi paragrafo monitoraggio nel capitolo di questo documento dedicato all'analisi dell'applicabilità ad impianti esistenti delle tecniche di prevenzione integrata dell'inquinamento) potrebbero essere presenti in funzione delle sostanze/preparati utilizzati, e delle caratteristiche del processo e pertanto potrebbero essere oggetto di monitoraggio delle emissioni secondo una tempistica da valutare nel caso specifico; in tale ambito ricade anche il monitoraggio delle diossine, la cui formazione dipende dalle caratteristiche dell'alimentazione, dalla tipologia delle apparecchiature, dal processo;
- il monitoraggio in continuo può essere valutato dal gestore, ed eventualmente concordato con l'autorità competente, per una sua applicazione, in casi particolari, ai punti di emissione di maggiore rilevanza ambientale (sia in termini di portata degli effluenti che di pericolosità degli inquinanti presenti) anche al fine di documentare e garantire il rispetto dei limiti di emissione che saranno fissati per l'impianto.

EMISSIONI IN ACQUA

PARAMENTRO	UNITA' MISURA	DI	REPARTO	FREQUENZA DI MONITORAGGIO
Temperatura	°C		Imp. Depurazione	Trimestrale
Solidi sospesi totali	mg/l		Imp. Depurazione	Trimestrale
pH	mg/l		Imp. Depurazione	Trimestrale
COD	mg/l		Imp. Depurazione	Trimestrale
Grassi e olii animali e vegetali	mg/l		Imp. Depurazione	Trimestrale
Metalli (Pb,Cu,Zn,Fe,Ni,Cd,Sn)	mg/l		Imp. Depurazione	Trimestrale
Solfati	mg/l		Imp. Depurazione	Trimestrale

Nel caso degli effluenti liquidi il monitoraggio in continuo può essere valutato e può essere applicato a parametri quali pH, temperatura e conducibilità, mentre non è tecnicamente attuabile per le determinazioni sui parametri chimici, quali metalli pesanti, solfati e cloruri.

RIFIUTI

Dalla trasformazione delle batterie e degli altri rifiuti piombosi i materiali che non possono essere riutilizzati nelle varie fasi del processo di trasformazione vengono smaltiti in discarica o ceduti. La tabella seguente mostra una sintesi di tali materiali destinati allo scarto

Scorie da forno / di lavorazione	Discarica
Mix plastiche di scarto	Discarica / Riutilizzo
Elettrolita acido debole	Neutralizzazione e conferimento a terzi autorizzati / Riuso

Ai fini del monitoraggio, per i rifiuti prodotti dall'impianto oppure in ingresso all'impianto autorizzato, il gestore provvede a registrare e detenere, per un adeguato periodo di tempo, i seguenti elementi:

- la composizione;
- la migliore stima/pesata della quantità prodotta;
- i percorsi dello smaltimento;
- la migliore stima della quantità inviata al recupero;
- registri di carico e scarico, formulari di identificazione dei rifiuti, autorizzazioni degli impianti di smaltimento.

PRODUZIONE DI ALLUMINA

L'ossido di alluminio, commercialmente indicato col nome di allumina, derivato dalla lavorazione della laterite bauxite, viene principalmente destinato alla successiva produzione di alluminio metallico, mediante processo elettrolitico. Quote minori dell'ossido, generalmente ancora in forma idrata, vengono indirizzate alla produzione di vari composti, quali i fluorurati destinati alla metallurgia dell'Alluminio stesso (criolite Na_3AlF_6 e fluoruro AlF_3), il Policloruro di Al, detersivi, o altri, oppure, in forma anidra, per la produzione di abrasivi, refrattari, in campo ceramico, ecc. La produzione di allumina cosiddette speciali (generalmente per purezza e finezza), realizzata in alcuni impianti, rappresenta una nicchia del settore, con produzioni minime ad alto valore aggiunto, destinate ad impieghi di pregio, quali isolatori di alto potere dielettrico o materiali di supporto per catalizzatori.

Le raffinerie di allumina in attività nel mondo negli anni recenti sono 50, per una produzione complessiva di allumina prossima ai 55 Mt/anno.

In Europa sono attive 6 raffinerie, per un totale di circa 6,4 Mt/anno, così distribuite:

Nazione	Impianto/ Società	Località	Produzione Ton/anno
Irlanda	AAL	Aughinish	1.500.000
Germania	AOS	Stade	900.000
Spagna	Alcoa	S.Ciprian	1.200.000
Francia	Pechiney	Gardanne	1.040.000
Grecia	AdG	Distomon	700.000
Italia	Eurallumina	Portoscuso	1.020.000
Totale produzione europea			≈ 6,4 Mton/anno

di cui circa l'87 % destinato ad uso metallurgico.

Descrizione del processo di produzione, degli eventuali sottoprocessi e degli impianti per i quali sono analizzate le migliori tecniche disponibili anche con riferimento alle analisi comunitarie descritte nel BRef

Il processo Bayer

L'allumina è estratta dalla bauxite mediante il processo Bayer, consistente in una lisciviazione della bauxite a pressione e temperatura elevate, con soda caustica in soluzione, per estrarre l'allumina presente nella bauxite in forma idrata, portandola in soluzione come alluminato di sodio nella liscivia di attacco. La liscivia porta anche in sospensione solido-liquido i residui della bauxite rimasti indisciolti, costituiti da una miscela di ossidi metallici ($\text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{TiO}_2, \text{SiO}_2, \text{CaO}, \text{Na}_2\text{O}$ combinato, ed altri), che, una volta separati dal processo, vanno a costituire i residui di lavorazione, chiamati "fanghi rossi", allocati in apposito bacino di contenimento.

Una volta separati dal processo i fanghi rossi, la soluzione di alluminato di sodio viene raffreddata ed inviata in appositi serbatoi di precipitazione, o cristallizzazione, dove riceve l'aggiunta di idrato di alluminio che ha la funzione di innesco germinativo. In questa fase l'alluminato di sodio si decompone, portando alla cristallizzazione di allumina idrata ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), o idrato, in parte riciclato come innesco e in parte usato come prodotto. L'idrato prodotto, dopo filtrazione e lavaggio, viene calcinato in forni rotativi o a letto fluido a $1000 - 1100^\circ\text{C}$ ottenendo allumina anidra di elevata purezza (99% Al_2O_3) in forma di solido cristallino bianco di dimensione granulometrica pari a circa 90 *micron*.

Le materie prime – fonti di approvvigionamento

Bauxite

La bauxite alimentata alla raffineria operante in Italia deriva dalla miniera australiana di Weipa (Capo York, golfo di Carpentaria), trasportata a mezzo navi. Elementi qualificanti di una bauxite, per determinare la convenienza al suo impiego nel processo di produzione allumina, sono il più alto contenuto di allumina, il tipo di allumina-idrata contenuto nella bauxite (meglio se triidrata, o gibbsite, perché più solubile rispetto alla forma monoidrata, o boehmite), e una bassa presenza di silice, perché la reazione di questa nella fase di attacco consuma soda, causando una diseconomia al processo. Le bauxiti normalmente in uso contengono ~ il 50 % di allumina e il 5 % di silice.

Soda caustica

La soda caustica necessaria per la lisciviazione della bauxite viene fornita alla raffineria come soluzione acquosa al 50 % a mezzo di navi.

Olio combustibile

L'energia termica richiesta dal ciclo di lavorazione viene fornita da vapor d'acqua prodotto da caldaie alimentate ad olio combustibile denso. Lo stesso combustibile viene bruciato nei forni di calcinazione dell'idrato. La fornitura, a mezzo di navi, proviene da raffinerie del Mediterraneo.

Calce

La calce rappresenta il maggior correttivo chimico del processo di attacco chimico. La fornitura avviene generalmente a mezzo camion da fornitori locali.

Acqua industriale ed energia elettrica

Il ciclo richiede l'approvvigionamento di acqua industriale e di energia elettrica.

Flocculanti e additivi

Prodotti vari usati per la sedimentazione dei fanghi e il miglioramento di alcune fasi del processo vengono forniti da ditte specializzate nel settore dei chemicals.

Acidi (solforico e cloridrico)

Per la neutralizzazione finale dei residui e lavaggi chimici di scambiatori di calore e filtri, vengono forniti generalmente da produttori locali.

Le unità dell'impianto di produzione Allumina

Il processo Bayer, ormai universalmente adottato per l'estrazione dell'allumina (idrata) dalla bauxite (roccia a maggior contenuto di allumina) consta di alcune fasi ed unità operative molto simili nei vari impianti, pur esistendo tra una raffineria e l'altra differenze a volte sostanziali dovute a diversa tecnologia, spesso in relazione all'età dell'impianto ed anche in funzione della materia prima trattata. Si riporta di seguito una breve descrizione delle varie fasi di lavorazione del processo estrattivo, come è realizzato nell'unica raffineria di allumina in Italia.

Stoccaggio e manipolazione bauxite

La bauxite scaricata dalle navi e trasportata a mezzo nastri viene accumulata in un parco a cielo aperto, della capacità di 300.000 ton. Da qui viene inviata giornalmente all'impianto di macinazione e pompaggio del relativo slurry alle autoclavi di attacco.

Produzione vapore

Il regime termico del ciclo produttivo è assicurato dal vapor d'acqua prodotto da caldaie a 50 bar (*n°3 caldaie installate, da 170 t/h ciascuna*), alimentate dalla condensa del processo. Il ciclo caustico infatti è costituito da una serie di evaporazioni, diluizioni, e successive riconcentrazioni, con immissione di acqua industriale nel ciclo e produzione di condensato successivo alle evaporazioni, utilizzato per l'alimento alle caldaie oltre che per il lavaggio degli effluenti (fango e idrato). Per le caldaie, così come per i forni di calcinazione idrato, viene utilizzato olio combustibile denso ATZ.

Attacco bauxite

La bauxite macinata viene messa in contatto con la liscivia per l'attacco caustico. La concentrazione caustica della liscivia è intorno al 15 % NaOH, e la temperatura nella fase di attacco è di circa 250 °C, alla relativa pressione di 38 bar. In dette condizioni l'allumina della bauxite passa in soluzione combinandosi ad alluminato di sodio, e nello stesso tempo anche altre reazioni hanno luogo. La fase di attacco è seguita da una fase di depressurizzazione della liscivia (ora liscivia carica + solidi di bauxite inerte in sospensione) fino alle condizioni atmosferiche, con produzione di vapore di flash recuperato in batterie di scambiatori-condensatori nei quali si pre-riscalda la liscivia prima dell'attacco stesso. La temperatura della liscivia scende quindi intorno a 107 °C.

Chiarificazione liscivia carica

In questa fase i residui dell'attacco bauxite, o *fanghi*, vengono separati dalla liscivia carica che li porta in sospensione dalla fase precedente. La separazione avviene a mezzo di decantazione dei fanghi in larghi sedimentatori, con l'ausilio di flocculanti specifici; la liscivia viene anche sottoposta a filtrazione per una ulteriore chiarificazione, mentre i fanghi vengono convogliati al circuito di lavaggio, per il recupero della soluzione caustica che ad essi si accompagna.

Recupero calore

La liscivia chiarificata deve poi essere raffreddata alla temperatura ottimale per la fase di precipitazione (~75°C), in una unità di *flash* sottovuoto in cui il calore sviluppato dal raffreddamento della liscivia carica viene recuperato in larga parte dal pre-riscaldamento della liscivia scarica di ritorno dal ciclo precedente.

Precipitazione idrato

Alla liscivia carica, ormai giunta ad un alto grado di sovrassaturazione per il suo contenuto di allumina in soluzione, viene aggiunta la carica seme, per l'innesco e la guida del processo di precipitazione, essendo l'innesco costituito da idrato di varia granulometria riciclato indietro dalla classificazione. In questa fase l'alluminato subisce idrolisi restituendo soda caustica in soluzione ed idrato di alluminio che precipita in fase solida. La liscivia perde parte del suo contenuto di allumina in soluzione diventando quella che si definisce liscivia scarica, recante in sospensione solido-liquido sia l'idrato della carica seme che il nuovo idrato precipitato, da separare dalla liscivia nella fase successiva.

Classificazione idrato

La sospensione solido-liquido (*liscivia scarica + idrato*) viene inviata poi in 3 stadi di classificazione a gravità ed a batterie di ciclonatura per suddividere l'idrato circolante in classi granulometriche (*idrato primario, secondario e terziario*), così da riciclarne gran parte come seme d'innesco ed avanzare l'idrato a granulometria più grossa (*l'idrato primario*) come prodotto.

Calcinazione idrato

L'idrato primario viene quindi sottoposto a lavaggio e filtrazione, producendo un *cake* a bassa umidità (3-4%), che viene o alimentato ai forni di calcinazione o accumulato in capannoni. La calcinazione avviene in 2 forni rotativi, di installazione originaria, ed 1 forno statico a letto sospeso (il Gas Suspension Calciner), di più recente installazione, nei quali alla temperatura di 1000-1100 °C l'idrato perde l'acqua di cristallizzazione e attraversa varie fasi cristalline di transizione fino al prodotto finito, caratterizzato da una limitata presenza della fase *alfa-allumina* (*la fase di massima calcinazione e la più stabile*), come richiesto dagli utilizzi successivi. Il grado di calcinazione dell'idrato ad allumina deve infatti assicurare alla allumina un buon potere adsorbente, dato il suo impiego nell'operazione di *dry-scrubbing* per la successiva purificazione dei fumi prodotti dalle celle di elettrolisi, oltre al richiesto grado di reattività, tale da non creare effetti anodici nella cella di elettrolisi.

Nota sulla qualità allumina

Il rispetto della specifica prevista per il prodotto allumina, oltre ad avere degli ovvii risvolti di natura contrattuale con i clienti ricevitori, riveste anche molta importanza ai fini della protezione ambientale, particolarmente per la granulometria :

soglia granulometrica da specifica: il passante al vaglio dei 44 micron non deve superare il 10 %, e nei contratti di fornitura si inizia a fissare un limite anche per la soglia dei 20 micron . L'importanza della granulometria sta nella minor tendenza a generare polvere, sia durante il trasporto (carico e scarico navi) che nella fase di utilizzo (carico celle).

Stoccaggio e spedizione allumina e idrato

Dell'idrato accumulato nei capannoni la parte destinata alle spedizioni viene caricata a mezzo pala meccanica su camion per raggiungere il porto, in caso di spedizione via nave, o direttamente la località di destinazione, sia in Sardegna che nella penisola . Altrimenti l'idrato viene ripreso ed inviato ai forni per essere calcinato.

L'allumina, trasferita a mezzo di trasporto pneumatico in 3 silos di stoccaggio, con capacità massima prossima a 100.000 ton, viene poi estratta per essere inviata agli usi finali (in Italia per circa il 30 % all' impianto di elettrolisi locale e per la parte restante spedita via nave verso società dell'est europeo site in Slovenia, Slovacchia, Croazia, e a volte in Russia).

Il trasporto avviene con nastri trasportatori siti in camminamenti chiusi, e la caricazione delle navi a mezzo di un apposito caricatore munito di braccio flessibile (*a proboscide*), sottovuoto, per raggiungere le stive e minimizzare i fenomeni di spolverio.

Lavaggio e filtrazione residui

I fanghi separati dal processo, sottoforma di torbida (*o slurry*) al 30 % solidi, vengono avviati ad una serie di decantatori di lavaggio, dove incontrano in controcorrente un flusso di acqua di lavaggio, per il recupero della liscivia che ad essi si accompagna. Al termine di tale fase i fanghi vengono filtrati in filtri a tamburo (*drum fillters*) e rilasciati come torta (*o cake*) al 60 % solidi, con un basso contenuto di liquido alcalino residuo. Al cake viene aggiunta acqua per rendere i fanghi pompabili con pompe centrifughe. Come acqua per la veicolazione dei fanghi viene usata la stessa acqua riciclata dal bacino fanghi, chiarificata dalla decantazione dei fanghi in apposita area di calma.

Desolforazione fumi con i residui

Allo scopo di abbattere il contenuto di SO₂ nei fumi prodotti dalla combustione dell'olio ATZ, la società operante in Italia (Eurallumina) ha optato per la soluzione di installare due unità di desolforazione, nelle quali trattare separatamente i fumi prodotti dalle caldaie-vapore e dai forni-allumina, adottando la tecnologia brevettata dalla società giapponese Sumitomo, consistente nel far adsorbire la SO₂ dei fumi dal fango stesso del processo Bayer. Tale proprietà dei fanghi è dovuta alla presenza in essi della molecola complessa Sodio-silico-alluminato o sodalite (Na₂O_xAl₂O_{3x2}SiO_{2x}(Na₂CO₃, .), derivante dalla reazione della silice presente nella bauxite con la soda e l'allumina della liscivia nella fase di attacco. La reazione della sodalite con la SO₂ dei fumi produce solfito e bisolfito, ossidati poi a solfato di sodio che resta nei fanghi.

In questa reazione si ottiene il duplice risultato, di purificare i fumi dalla SO₂ e di portare a neutralità completa (pH 5-7) circa il 50 % del fango prodotto.

Neutralizzazione e messa a dimora dei residui

I fanghi usati per la desolforazione dei fumi prodotti da caldaie e forni vengono poi riuniti al resto del fango per essere pompati al bacino, dopo il controllo della alcalinità residua al limite fissato di pH 10,2, operato in parte con aggiunta di acqua-mare (*per il suo effetto di neutralizzazione ad opera della reazione del MgCl₂ con la soda, a dare Mg(OH)₂, che precipita*), e in parte, a complemento, con H₂SO₄.

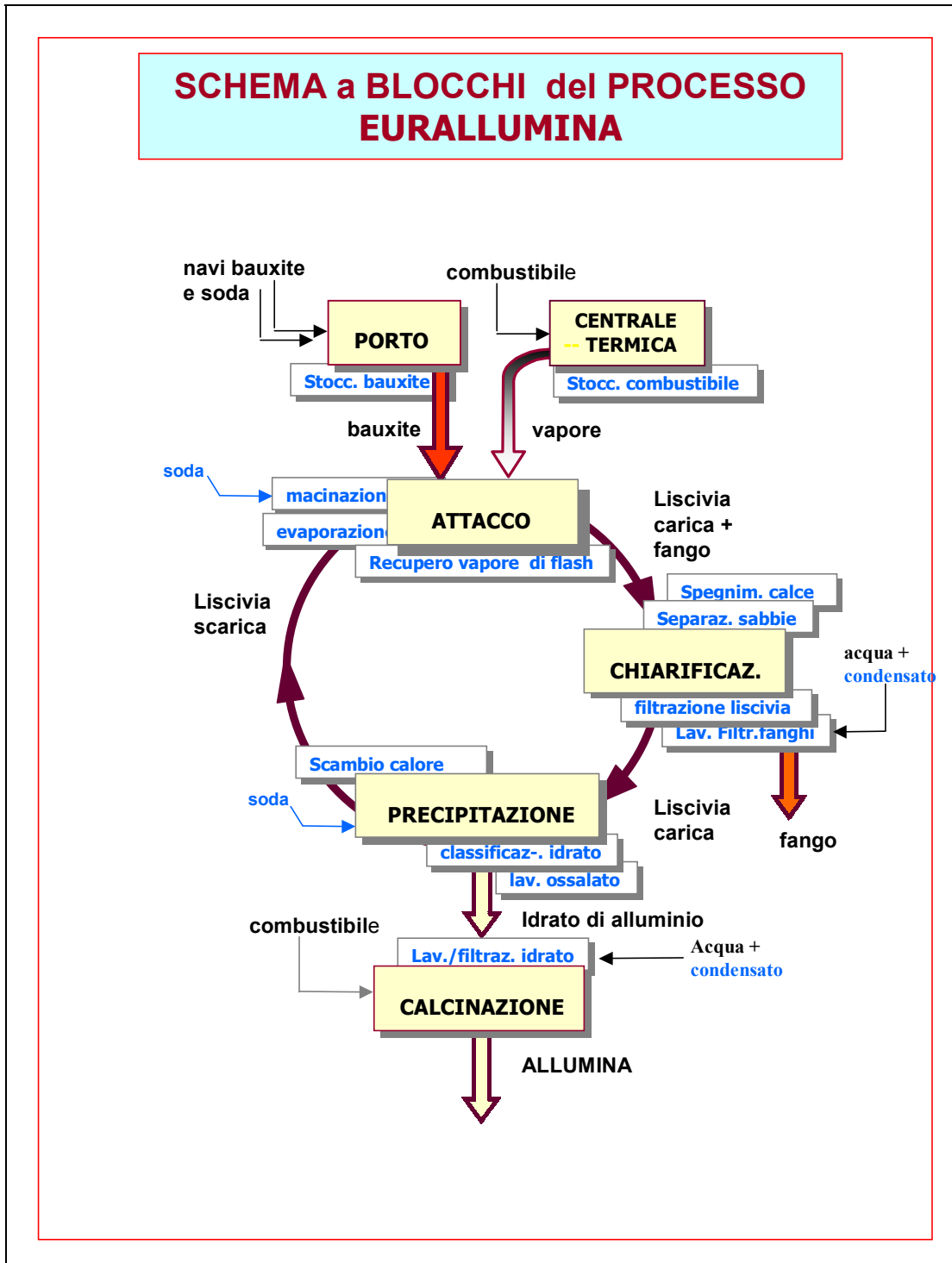
Il fango viene quindi pompato al bacino ad un tenore di solidi del 20-25 %.

Bacino Fanghi

Il bacino di contenimento dei residui di processo, sito ad una distanza di circa 3 km dall'impianto di produzione, consiste in un argine originariamente costruito su un'area di 120 ha, per una altezza di 10 m, ad immediata adiacenza alla costa, protetto da una scogliera antistante la linea di mare. Il fango inviato come slurry al bacino si separa dall'acqua di convogliamento, compattandosi al 60 e fino al 70 % solidi, mentre l'acqua surnatante viene in parte riciclata, ed in parte evapora, mentre una quota di acqua mare

fresca viene introdotta nel circuito. A riempimento dell'argine originario, il deposito è stato progressivamente ampliato con anelli concentrici costruiti sul fango addensato secondo la tecnica cosiddetta "upstream", e cioè con progressione verso l'interno del deposito. Allo stato attuale il bacino, è stato ampliato fino al 7° anello in elevazione, fino all'altezza di 22,5 m.

Un esempio delle attività sopra descritte è illustrato nel diagramma di flusso seguente.



I consumi di materie prime e utilities

Espresso come consumo specifico riferito alla tonnellata di allumina prodotta, l'utilizzo delle materie prime si riassume come segue :

bauxite	t/t	2,14	in funzione della qualità della bauxite
olio combustibile	kg/t	270	di cui 180 alle caldaie e 90 ai forni
soda (NaOH)	kg/t	60-120	dipende dalla bauxite trattata
calce (CaO 85%)	kg/t	35 - 40	"
acqua	m ³ /t	2,5	
additivi	kg/t	1,0	complessivamente tra flocculanti e chemicals
energia elettrica	kWh/t	240	
acidi	kg/t	18	

Note sui consumi

Bauxite : il consumo, espresso come materiale secco, può variare, in funzione della qualità della bauxite, e quindi del suo tenore di allumina , superando anche il valore di 2,2 t/t.

Olio combustibile: nell'esperienza italiana, l'installazione di unità di recupero aggiuntive (*scambiatori di calore*) e la sostituzione di un forno rotativo con un calcinatore statico a letto fluidizzato hanno fatto diminuire il consumo negli anni del 10-15 %.

Soda caustica: del consumo complessivo di soda circa 15 kg/t sono le *perdite controllabili*, date dalla soda residua negli effluenti, mentre tutto il resto (*perdite non controllabili*) è costituito dalla soda combinata nella reazione con la silice della bauxite, la quale può variare sensibilmente da una bauxite all'altra (es. dal 3 al 7 %), tale da far anche raddoppiare il consumo.

Calce: numerose reazioni della chimica della calce fanno dipendere in parte il consumo della calce dalla qualità della bauxite alimentata al processo.

Acqua: nell'esperienza italiana, l'installazione della unità di filtrazione fanghi, come variante al progetto originario dell'impianto, già nei primi anni di marcia, valse una riduzione del consumo di acqua di più del 30%. Dell'attuale consumo circa il 30 % finisce negli effluenti, come umidità del cake di fango filtrato, umidità dell'idrato filtrato e acqua di cristallizzazione dell'idrato, ed il restante 70 % perso all'atmosfera come evaporazione dalle torri di raffreddamento del ciclo, evaporazione naturale dei molti serbatoi dell'impianto, e vapore esausto rilasciato dalle unità evaporative dopo vari recuperi.

Energia Elettrica: nell'esperienza italiana, l'installazione di variatori di frequenza su numerosi motori per azionamento di pompe, in sostituzione di controllo portata a mezzo di valvole regolatrici, riducendo la perdita di energia per perdite di carico, ha contribuito a ridurre i consumi. Una riduzione di velocità operata sui numerosi agitatori dei serbatoi di precipitazione ha portato lo stesso risultato.

Acidi: l'acido impiegato è essenzialmente acido solforico, sia per il neutralizzo dei residui prima di inviarli al bacino, che per la pulizia chimica degli scambiatori di calore della fase di attacco, soggetti ad incrostazione lato tubi per deposizione di silice alle alte temperature.

Il consumo di energia termica

Nell'esperienza italiana, dati i consumi di combustibile indicati, si hanno i seguenti consumi energetici:

alle caldaie-vapore	7,2	GJ/t
ai forni di calcinazione	3,6	GJ/t
consumo totale Energia termica	10,8	GJ/t

Le emissioni dall'impianto (aria, acqua, suolo, rumore)

ARIA

Le emissioni in atmosfera dall'impianto sono quelle prodotte dalle 4 ciminiere esistenti, 3 separate per le 3 caldaie ed 1 unico camino per i 3 forni. I principali inquinanti emessi sono quelli tipici di un processo di combustione, vale a dire SO₂, NO_x e particolato.

Controlli sulle polveri diffuse: in periodo estivo e per effetto di ventosità locale, si possono creare fenomeni di polverosità dovuta alla movimentazione di idrato e allumina, o anche di polveri generate dalle operazioni di pale meccaniche al parco bauxite. Polveri comunque inerti, la cui concentrazione resta ampiamente al disotto dei 10 mg/ Nm³.

Nell'esperienza italiana, alcuni monitoraggi fatti sul PM₁₀ (particelle a dimensione <10micron) non fanno riscontrare particolari problemi in nessuna parte dell'impianto.

Lo stoccaggio della bauxite in parco scoperto e il suo trasporto con nastri solo in parte coperti non provoca fenomeni di polverosità, essendo l'umidità della bauxite australiana, (usata da diversi anni al 100 %) sempre intorno al 10%, e data la sua pezzatura, per lo più compresa tra 3 e 13 mm e in pratica esente da polveri.

ACQUA

Le immissioni nelle acque riguardanti una raffineria di allumina per lo più sono relative a possibili infiltrazioni di liquido caustico nelle acque sotterranee fluenti nel terreno sottostante alla raffineria, a seguito di operazioni di drenaggio linee e pompe in platee, se non propriamente ricoperte. Allo scopo di tenere il fenomeno sotto controllo è fondamentale il controllo continuo, ed il risanamento ove necessario, dell'integrità delle platee cementate sulle quali sono disposti i serbatoi contenenti la liscivia sodata che realizza il processo produttivo.

Le platee costruite negli ultimi anni sono realizzate con rete sotterranea di captazione di eventuali nuove percolazioni e con pozzi spia per la relativa segnalazione e captazione a mezzo pompa con controllo di avvio in automatico.

Nei periodi in cui si verifichi un eccesso nel bilancio idrico al bacino, a seguito di ridotta evaporazione per agenti atmosferici o di forte piovosità, è possibile lo scarico a mare di una quota dell'acqua surnatante al bacino fanghi, dopo suo opportuno trattamento.

L'acqua interessata a tale operazione in effetti viene "*restituata al mare*" perché per la neutralizzazione dei fanghi (*in parte*) e la loro veicolazione dall'impianto al bacino, si utilizza proprio acqua di mare.

SUOLO

Oltre alla allocazione dei residui di processo in apposito bacino di contenimento, di solito non vengono effettuate altre operazioni che coinvolgano il terreno. I materiali derivanti dalle operazioni di disincrostazione di tutti i serbatoi soggetti a pulizia manuale, consistenti in crostame e scaglie costituiti da bauxite, o fango, sabbie, silicati, idrato e allumina, vengono trasportati allo stesso bacino fanghi, così come i teli filtranti usati per operazioni a umido e a secco in filtri di vario tipo, incrostati da fango, silicati, idrato e allumina.

Altri materiali solidi di scarto, consistenti in:

- refrattari di demolizione mantello forni
- oli esausti derivati dai cambi di lubrificanti d'impianto
- oli dei trasformatori elettrici
- materiali in gomma
- rottami di ferro

vengono ritirati da ditte specializzate per l'attribuzione degli stessi materiali in discariche specifiche autorizzate.

RUMORE

Nell'esperienza italiana, una mappatura del carico espositivo al rumore nei luoghi di lavoro, ha mostrato come la maggior parte dell'impianto sia al di sotto degli 80 dB(A).

I livelli di rumorosità registrati all'esterno dello Stabilimento sono sempre risultati entro i limiti normativi e dunque il rumore non sembra essere un impatto prevalente.

Definizione (sulla base dell'approfondimento e dell'estensione delle analisi svolte in sede comunitaria), della lista delle migliori tecniche per la prevenzione integrata dell'inquinamento dello specifico settore in Italia

Tecniche BAT per le operazioni di processo

La tabella seguente mostra una sintesi (estratta dal Bref comunitario) delle migliori tecniche disponibili per la riduzione degli impatti dovuti alle operazioni di processo.

Area impianto	Parametro	Tecnica BAT per la riduzione dei consumi
Ciclo termico	Consumo energia	Utilizzo dei <i>digestori tubolari</i> con la tecnologia del "riscaldamento indiretto dello slurry bauxite". <i>Purificazione liscivia</i> dalle impurezze del sodio (maggior produttività). ----- Tecnologie adottabili per impianti di nuova installazione
Gestione residui	Consumo acqua	Utilizzo acqua mare e riciclo acqua dal bacino per il convogliamento dei residui.
Bilancio idrico	Consumo acqua	Filtrazione fanghi (residui). Riutilizzo acque degli scarichi igienici e ripresa acque meteoriche dalle aree di impianto per usi di processo.
Calcinazione	Consumo energia ed emissioni	Uso di calcinatori a letto fluido per la loro miglior efficienza termica rispetto ai rotativi convenzionali e per il miglior recupero delle polveri di allumina.
Stoccaggio materie prime e prodotti	Polveri	Utilizzo di capannoni e nastri coperti, sistemi pneumatici sottovuoto, filtri a maniche, ed ESP per materiali polverosi.
Qualità allumina	Polveri	Una buona granulometria è da considerare BAT perché garanzia contro la polverosità <ul style="list-style-type: none"> • - 44 µm ≤ 8 % • - 20 µm ≤ 1 %

Tecniche BAT per le emissioni all'aria

La tabella seguente mostra una sintesi (estratta dal Bref comunitario) delle migliori tecniche disponibili per la riduzione degli impatti dovuti alle emissioni atmosferiche.

Area impianto	Inquinante	Tecniche BAT per la riduzione delle emissioni
Camini caldaie produzione vapore	SO ₂	Opportuna scelta del combustibile Utilizzo di tecniche di desolforazione fumi (in Italia con processo di desolforazione fumi a mezzo della tecnologia Sumitomo)
	NO _x	Impiego di bruciatori a basso NO _x

	Polveri	Utilizzo di filtri a maniche, di elettrofiltri, e del wet scrubbing sui fumi (<i>processo Sumitomo</i>)
Camino forni di calcinazione	SO ₂	Opportuna scelta del combustibile Utilizzo di un processo di desolfurazione fumi, se prodotti da combustibile ATZ (<i>wet scrubbing con i fanghi prodotti dal ciclo Bayer</i>)
	NO _x	Impiego di bruciatori a basso NO _x
	Polveri di allumina	Utilizzo del forno a letto fluido, a maggior capacità di captazione fini, di Filtri a maniche, di Elettrofiltri, e del wet scrubbing sui fumi (<i>processo Sumitomo</i>)
Caricamento navi	Polveri di allumina	Uso di sistema di carico previsto per la riduzione della polverosità. Uso di filtri a maniche

Tecniche BAT per le platee impianto e rumore

La tabella seguente mostra una sintesi (estratta dal Bref comunitario) delle migliori tecniche disponibili per la riduzione degli impatti dovuti alle emissioni atmosferiche.

Area impianto	Inquinante	Tecniche BAT per la riduzione o il controllo delle emissioni
Tutte le aree	Rumore	<p>Approntamento di una mappa dell'impianto area per area con i relativi livelli di rumore in dB(A)</p> <p>Interventi di riduzione della emissione sonora ove fattibile</p> <p>Cartellonistica di segnalazione del livello sonoro e prescrizione d'uso di protezioni individuali ove necessario</p>
Platee d'impianto	Rilascio di soluzione alcalina nella falda	<p>Assicurare mantenimento di aree cementate (platee) sotto le apparecchiature contenenti soda in soluzione.</p> <p>Evitare le operazioni di drenaggio soda in platea.</p> <p>Provvedere una rete di pozzi piezometrici nelle aree d'impianto per il controllo sistematico della falda acquifera.</p> <p>Il collocamento di una raffineria in prossimità della costa rappresenta una garanzia da eventuali effetti negativi derivanti dall'uso, per usi civili, di acque sotterranee interessate da infiltrazioni.</p>

Produzione dei rifiuti a partire dalla Bauxite - Caratterizzazione

a) Produzione di rifiuti – volume di allocazione

Il processo Bayer per la produzione di allumina a partire dalla bauxite comporta la produzione di una quantità di residui dello stesso ordine di grandezza dell'allumina estratta. Il fattore residui derivante dall'uso della bauxite australiana, ad esempio, è intorno a 0,78 (ton-residui/ton-allumina), valutato sul secco, che in termini di fango addensato, umido, al bacino diventano ~ 1,3 t/t, per un impegno di volume al bacino pari a ~0,8 m³/t-allumina. Questo rende conto di come, per una produzione di allumina intorno a 1 Mton/anno occorra un volume di allocazione residui di ~1 Mm³ all'anno.

Le varie raffinerie allumina nel mondo dispongono i loro residui generalmente in bacini a terra, e solo alcune raffinerie li scaricano nel fondale marino.

b) Caratteristiche chimiche della Bauxite

Al fine di poter introdurre una caratterizzazione dei rifiuti è opportuno esaminare prima la qualità della materia prima che li genera, e cioè la *bauxite*. Questo materiale viene chiamato come “*roccia*” oppure, in termine geologico, *laterite*, come roccia di natura vulcanica o sedimentaria sottoposta nelle ere geologiche ad un processo di arricchimento naturale nel suo contenuto di alluminio. Essa è compresa nella famiglia delle *terre ferro-silico-alluminose*, comprendenti anche le argille, le quarziti e le terre refrattarie, rispetto alle quali si distingue per avere un maggior contenuto di Al, il che la rende più indicata per il processo di estrazione di tale metallo.

Nei vari continenti della terra si trovano numerosi giacimenti di bauxite di diverso tipo, contenenti allumina sotto forma di triidrato di Alluminio e monidrato. Le miniere di maggior utilizzo sono quelle di grandi giacimenti a cielo aperto, tra le quali quella africana di Boké (Guinea) che alimenta gran parte degli impianti europei, e quella australiana di Weipa, utilizzata soprattutto in Australia ed anche nella raffineria italiana, oltre a molte altre in Brasile, Venezuela, ecc. Per una visione della qualità di una bauxite tipica si riporta nella tabella seguente quella della bauxite australiana, nelle 3 varianti di materiale *Standard Metallurgical Grade*, del *Grade A* e del *Grade D*, identificanti una miscela e due filoni di estrazione.

Composizione della Bauxite Weipa

Costituenti	<i>Bx weipa Std Metal. Grade</i>	<i>Weipa. Grade-D</i>	<i>Weipa. Grade-A</i>	<i>Note</i>
Al ₂ O ₃ totale	54,76	57,30	53,70	Costituenti principali
Fe ₂ O ₃	12,28	7,10	15,8	
TiO ₂	2,58 %	2,40 %	2,8 %	
SiO ₂ totale	5,62	6,80	3,3	
L.O.I. 1150°C (²)	24,47	26,40	24,4	
P ₂ O ₅	0,07	} ~0,3 %	} ~0,3 %	Costituenti minori
V ₂ O ₅	0,06			
CaO	0,01			
MnO	0,01			
Cr ₂ O ₃	0,05			
ZrO ₂	0,10			
Ga ₂ O ₃	0,01			
TIC	0,5 kg/t (come C)		Carbonio di origine vegetale e inorganico	
TOOC	1,9 kg /t (inclusi nel LOI)			

 c) *Caratteristiche chimiche dei residui*

Dell'Allumina totale indicata per ciascuna bauxite quella effettivamente estraibile col processo Bayer è intorno al 50 %, perché una quota dell'allumina totale resta combinata con la silice, più o meno sempre presente nella bauxite, e quindi la si ritrova nei residui, assieme a tutti gli altri costituenti della bauxite, dei quali solo una traccia resta nell'allumina prodotta, e tutto il resto finisce nei residui. Per definire l'essenza dei residui stessi, si può dire che essi sono costituiti da una sorta di bauxite alla quale è stata sottratta gran parte del suo contenuto di Al₂O₃, con l'aggiunta di una quantità di ossido di sodio, combinato nel cosiddetto "prodotto di desilicatazione", molecola complessa di silico-alluminato di Sodio, composto di tipo zeolitico presente anche in natura, o neutralizzato come solfato, e di ossido di calcio, usato per la preparazione del filter-aid (*Ca-alluminato*) e dosato come correttivo in diverse reazioni chimiche del processo, ritrovato poi nei residui. Tutti gli altri costituenti minori, presenti come ossidi nella bauxite, taluni avendo reagito con la calce aggiunta al processo e trasformati nei relativi sali, si ritrovano nei residui, concentrati del fattore dato dal valore inverso del rapporto residui/bauxite, che per la bauxite descritta è pari a 0,365 (ton-residui/ton-bauxite), quindi concentrati di un fattore 2,7 circa.

² Il contenuto del L.O.I. (Loss on Ignition) è dovuto principalmente all'acqua di cristallizzazione dell'allumina, presente nella bauxite come triidrato e monoidrato.

Per la caratterizzazione dei residui prodotti, trattando le bauxiti di origine australiana, si riportano nella tabella seguente le concentrazioni tipiche dei vari costituenti (*valutate sul residuo secco*).

Composizione dei residui prodotti dalla Bauxite Weipa

Costituenti	Weipa. Grade-D	Weipa. Grade-A	Note
Al ₂ O ₃ totale	25,0	19,8	Costituenti principali
Fe ₂ O ₃	19,5	43,5	
TiO ₂	6,6 %	8,1 %	
SiO ₂ totale	18,6	9,3	
L.O.I.1000°C ⁽³⁾	9,6	7,4	
P ₂ O ₅ } V ₂ O ₅ } MnO } Cr ₂ O ₃ } ZrO ₂ } Ga ₂ O ₃ }	~0,7 %	~0,7 %	Costituenti minori
Na ₂ O	12,0 %	5,9 %	Costituenti aggiunti
CaO	7,8	5,2	

d) Ricerche sul possibile utilizzo dei residui

La produzione di una significativa quantità di rifiuti connessa al processo di produzione allumina costituisce da sempre un problema di massima rilevanza, ancor più quando la raffineria si trovi in aree di possibile urbanizzazione, o comunque vicine a centri abitati. Il possibile riutilizzo di tali residui costituisce pertanto da anni argomento di numerosi lavori di ricerca, condotti da istituti o enti interessati al settore.

Numerose ricerche su eventuali utilizzi di tale materiale hanno mostrato possibili applicazioni nella produzione di laterizi, in mescola con argilla, di ceramiche colorate per uso edilizio, nel campo dei coloranti, e mediante calcinazione per produzione di aggregati induriti tipo ciottoli. Per tutti questi possibili impieghi non si incontra tuttavia un rapporto costi/benefici economicamente valido, per il costo associato ai trattamenti necessari per l'utilizzo del materiale, per cui allo stato attuale le possibilità di impiego su scala significativa sono soggette all'esito positivo di qualche ricerca che individui bassi costi di trattamento.

³ Il contenuto del LOI è dovuto all'acqua di cristallizzazione di vari composti presenti in forma idrata

e) *Utilizzo del fango come ammendante*

Una tecnologia al momento emergente su un possibile impiego dei residui è basata sulle proprietà alcaline dei fanghi, opportunamente trattati, di neutralizzare gli eluati acidi derivanti da attività minerarie, spesso associati agli accumuli di residui prodotti da attività di estrazione e trattamento minerali (i noti Acid Rock Drainage, o ARD, citati nella letteratura comunitaria). Oltre a questo i fanghi del processo Bayer hanno la caratteristica di intrappolare ioni metallici nel reticolo cristallino dei loro costituenti, sottraendoli in modo stabile dall'ambiente circostante, acqua o suolo, esercitando quindi una azione di ricondizionamento sia su acque che su terreni contaminati.

f) *Tecniche di gestione residui (tailings management)*

A valle della fase di lavaggio dei fanghi per il recupero delle acque madri o liscivia di processo che ad essi si accompagna, i fanghi possono essere o no sottoposti a filtrazione, per un recupero finale di acqua e soda. Quindi in genere vengono inviati al bacino o laguna di contenimento. L'operazione di messa a dimora dei residui di processo in bacino a terra comporta sempre l'impiego di una certa quantità di acqua per la veicolazione degli stessi. Si utilizza allo scopo acqua-mare, per sfruttare la sua capacità neutralizzante sulla soda residua nei fanghi ad opera del $MgCl_2$ (reazione di doppio scambio con $NaOH$).

Due tecniche possono essere utilizzate per il conferimento dei fanghi al bacino, così brevemente descritte.

Dry stacking o Thickened tailings: tecnica basata sull'impiego di sedimentatori a forte addensamento (*deep thickeners*) e di pompe volumetriche (*a membrana*) per il pompaggio del fango sotto forma di torbida ad alta densità ($\cong 40\%$ solidi). Tecnica possibile per bacini adiacenti all'impianto di produzione, ed inoltre tecnica consigliabile in aree con clima piovoso, per la gestione dell'acqua al bacino.

Slurried tailings: tecnica basata sulla manipolazione dei residui sotto forma di torbida più diluita ($\cong 20\%$ solidi). Ciò dovuto sia alla maggior distanza del bacino dall'impianto, che proibisce alte densità di pompaggio, che ad altre manipolazioni del fango, come quella del *wet-scrubbing* dei fumi, che necessita di uno slurry diluito. Il fango comunque trasferito al bacino si addensa mentre l'acqua surnatante viene riciclata, in parte evaporata, e, se necessario per la chiusura del bilancio idrico al bacino, trattata in piccola parte per essere restituita a mare.

Monitoraggio

Nel seguito sono riassunti i parametri più significativi e le frequenze (puramente indicative) utilizzabili come riferimento di partenza nella definizione del piano di monitoraggio. Le frequenze di monitoraggio qui proposte corrispondono a situazioni operative standard ed a normale prassi industriale. Esse non devono essere intese come la soluzione migliore per ogni situazione, sono modificabili in ragione di specifiche condizioni locali e prescindono da prescrizioni specifiche contenute nella normativa ambientale (attuale e futura) che deve essere, in ogni caso, rispettata.

Le considerazioni seguenti, infine, riguardano le sole emissioni convogliate. Anche le emissioni diffuse e fuggitive costituiscono un aspetto rilevante e dovranno essere monitorate, in funzione dell'efficienza dei sistemi di prevenzione e captazione, tenendo presente che allo stato attuale non esiste un metodo unico e condiviso per la loro valutazione.

Emissioni in atmosfera

Nell'esperienza italiana, le emissioni dai camini sono controllate da un sistema di monitoraggio in continuo (*per SO_x, NO_x, CO e polveri*). Accanto alle misure fatte ai punti di emissione è utile una rete pubblica di monitoraggio che sorvegli le immissioni nel territorio sottoposto ai controlli.

Immissioni nelle acque

Per il controllo delle acque sotterranee è possibile l'utilizzo una rete di pozzetti-piezometrici, disposti in stabilimento, attorno al bacino-fanghi, esterni allo stabilimento, nei quali su base mensile si rilevi il pH e la conducibilità dell'acqua, e il livello di falda. Nei piezometri attorno al bacino-fanghi è opportuno controllare mensilmente anche il contenuto in ferro e ogni 6 mesi tutti i metalli pesanti; con stessa periodicità è opportuno controllare le pozze d'acqua di falda affioranti in vicinanza al bacino.

Rifiuti

Ai fini del monitoraggio, per i rifiuti prodotti dall'impianto oppure in ingresso all'impianto autorizzato, il gestore provvede a registrare e detenere, per un adeguato periodo di tempo, i seguenti elementi:

- la composizione;
- la migliore stima/pesata della quantità prodotta;
- i percorsi dello smaltimento;
- la migliore stima della quantità inviata al recupero;
- registri di carico e scarico, formulari di identificazione dei rifiuti - quando applicabili - autorizzazioni degli impianti di smaltimento.

PROCESSI PER LA PRODUZIONE DI ALLUMINIO PRIMARIO

L'alluminio è un materiale che ha una vasta gamma di applicazioni nel campo dei trasporti, nell'edilizia, nel settore degli imballaggi, nel settore elettrico, nei sistemi di distribuzione dell'elettricità ad alta tensione, nel settore meccanico ed agricolo e per i beni di consumo. E' leggero e, avendo una elevata affinità per l'ossigeno, si ricopre rapidamente di una patina protettiva di ossido di alluminio che ne impedisce una ulteriore corrosione. L'alluminio è altamente reattivo, in particolar modo nella forma di polvere, e viene usato nelle reazioni allumino-termiche per produrre una varietà di altri metalli.

L'alluminio primario è prodotto dalla bauxite la quale è convertita in allumina (Al_2O_3). Cento tonnellate di bauxite producono 40-50 tonnellate di allumina, che a sua volta produce 20-25 tonnellate di alluminio.

L'alluminio secondario è condizionato dalla disponibilità di rottami (materie prime secondarie) che vengono generati dal riciclo di prodotti contenenti alluminio. Si parla di "rottami vecchi" se provengono dalla raccolta di manufatti arrivati al termine del loro ciclo di vita, di "rottami di produzione" o "rottami nuovi" se provengono da scarti di produzione e da sfridi di lavorazione.

Nel 2002 il settore dell'alluminio primario era costituito da 21 smelters operanti nell'UE ed altri 17 in Europa.

Attualmente, in Italia esistono due impianti di produzione elettrolitica di alluminio, entrati in esercizio all'inizio degli anni 70.

Aspetti ambientali

I principali aspetti ambientali della produzione di alluminio primario (tralasciando quindi la produzione di allumina) sono connessi alla generazione di emissioni durante il processo elettrolitico contenenti idrocarburi polifluorurati e fluoruri ed alla generazione di residui solidi provenienti dalla demolizione delle celle elettrolitiche.

L'industria ha realizzato notevoli progressi nella riduzione di tali emissioni: esse sono state ridotte da 4 a 10 volte negli ultimi 15 anni, a seconda del tipo di emissione o processo considerati.

Descrizione del processo di produzione, degli eventuali sottoprocessi e degli impianti per i quali sono analizzate le migliori tecniche disponibili anche con riferimento alle analisi comunitarie descritte nel BRef

L'energia elettrica costituisce uno dei principali fattori di costo per la produzione di alluminio primario. Anche per tale motivo, l'industria europea dell'alluminio ha fatto degli sforzi considerevoli per ridurre il consumo di elettricità, scendendo da 17 kWh/kg di prodotto nel 1980 a circa 15 kWh/kg nel 1998-2000. La produzione e raffinazione dell'alluminio secondario richiedono molta meno energia e consumano meno del 5% dell'energia necessaria per produrre alluminio primario.

Il settore dell'alluminio primario si può suddividere in due macro settori:

- produzione di allumina dalla bauxite, mediante processo Bayer (trattato nel capitolo precedente di questo documento);
- riduzione dell'allumina attraverso un processo elettrolitico per la produzione di alluminio.

Produzione di Alluminio con Processo Elettrolitico

In Italia la produzione dell'alluminio per via elettrolitica avviene con un ciclo integrato che include all'interno dello stesso sito i seguenti processi:

- elettrolisi;
- fonderia per la raffinazione e la colata del metallo liquido;
- produzione degli anodi utilizzati in elettrolisi.

Elettrolisi

Il processo prevede l'ottenimento di alluminio attraverso una riduzione elettrolitica dell'ossido di alluminio (allumina), disciolta in un bagno fuso composto principalmente da criolite, ad una temperatura di circa 960°C.

Il processo di riduzione dell'allumina avviene all'interno di celle elettrolitiche collegate in serie ad un generatore di corrente continua. La corrente, in ogni cella, passa dall'anodo al catodo attraverso il bagno, e di qui, attraverso barre conduttrici di collegamento, alla cella successiva.

Le celle elettrolitiche sono costituite da vasche rettangolari in acciaio, con un rivestimento di mattoni refrattari e isolanti su cui è disposta una suola di grafite e/o carbone amorfo che funziona da catodo e da anodi di carbone sospesi ad una barra conduttrice. Le celle contengono un elettrolita fuso, nel quale avviene la dissoluzione dell'allumina, costituito da una miscela di criolite (Na_3AlF_6) con additivi (il più comune è il AlF_3) utilizzati per mantenere la temperatura della cella elettrolitica a valori accettabili (940-980°C). Nelle celle ad anodi precotti, l'anodo è costituito da blocchi rettangolari di carbone immersi nel bagno fuso fin quasi a contatto con il fondo della cella (la distanza interpolare è di pochi centimetri). La corrente elettrica che attraversa il bagno fuso consente di mantenere la temperatura ai valori desiderati per effetto Joule.

L'allumina viene aggiunta con regolarità al bagno per mantenere la concentrazione desiderata.

L'alluminio liquido si deposita al catodo (sul fondo della cella) mentre l'ossigeno che si libera all'anodo reagisce con questo producendo CO e CO₂. Gli anodi di carbone sono pertanto continuamente consumati durante il processo e vanno sostituiti con regolarità.

L'alluminio fuso raccolto sul fondo delle celle viene estratto periodicamente e trasferito ai forni in fonderia per le successive fasi di raffinazione e colata.

I sistemi di celle variano a seconda della tipologia di anodo e del metodo utilizzato per alimentare l'allumina. Le principali tecnologie di celle elettrolitiche, per quanto attiene al tipo di anodo, sono la Soderberg e la Prebake (anodi precotti).

Nella cella "Prebake" gli anodi vengono prodotti in un impianto indipendente a partire da una miscela di coke di petrolio calcinato e di pece di catrame (coal tar pitch) che

viene compressa e formata in blocchi, successivamente cotti in speciali forni di cottura in un impianto separato. La produzione di anodi è spesso un processo integrato con la produzione elettrolitica dell'alluminio.

A seconda del sistema di alimentazione dell'allumina le celle Prebake possono essere ad alimentazione centrale o laterale, rispettivamente CWPB e SWPB.

La cella Prebake con alimentazione centrale (CWPB), più moderna e considerata BAT, è l'unica tecnologia attualmente in uso in Italia per la produzione elettrolitica di alluminio primario.

Le celle hanno solitamente un sistema di cappe di chiusura che consente di massimizzare l'aspirazione dei gas emessi durante il processo elettrolitico.

Un sistema di aspirazione raccoglie i gas di processo per convogliarli ad un sistema di adsorbimento su allumina per rimuovere HF, fluoruri e residui di catrame. Tale sistema di abbattimento non è viceversa particolarmente efficace per la rimozione della SO₂. L'allumina esausta recuperata mediante filtri a maniche è riciclata alle celle.

Il catodo non si consuma ma si deteriora col tempo cosicché a intervalli regolari i catodi devono essere sostituiti. I residui della demolizione delle celle sono conosciuti come SPL (spent pot linings).

L'alluminio liquido proveniente dalle celle viene trasferito in fonderia per le successive fasi di raffinazione e colata.

Raffinazione (Fonderia)

Il metallo è trattato per rimuovere le impurezze come l'idrogeno e le particelle di ossidi di sodio, magnesio e calcio. Il trattamento viene condotto mediante un'iniezione di un gas all'interno del metallo fuso nel forno o in linea durante il trasferimento del metallo liquido alla colata. Il gas applicato varia in funzione delle impurezze presenti: l'argon e l'azoto vengono usati per rimuovere l'idrogeno ovvero miscele di cloro, argon e azoto per rimuovere le impurezze metalliche. Inoltre, AlF₃ è usato per rimuovere il magnesio. Infine, prima della colata il metallo viene filtrato.

Le leghe di alluminio vengono prodotte nel forno mediante l'aggiunta del metallo richiesto (Ti, Cr, Fe, Mn, Ni). In questa fase si producono schiumature (residui con alto contenuto di alluminio) che vengono rimosse dalla superficie del metallo fuso e riciclate solitamente nell'industria dell'alluminio secondario.

Colata (Fonderia)

Dai forni vengono prodotti (mediante colata del metallo fuso) pani, billette, placche, T-bars attraverso apparecchiature per la colata verticale, con utilizzo di acqua di raffreddamento.

Produzione degli Anodi precotti (prebaked - PB)

In Italia la produzione degli anodi precotti (Prebaked – PB) viene effettuata in impianti integrati con gli impianti di elettrolisi, mentre la produzione dei catodi viene effettuata da soggetti specializzati in impianti dedicati a tale scopo, al di fuori dei siti in cui avviene la produzione elettrolitica dell'alluminio.

Gli anodi precotti sono composti da una miscela di coke di petrolio, pece (14-16%) e materiale residuale di anodi usati (resti anodici).

La loro produzione prevede tre fasi di lavoro: la Formatura, la Cottura e l'assemblaggio (Rodding).

Formatura

La produzione di anodi inizia con le operazioni di macinazione, vagliatura e miscelazione della materia prima. Il coke di petrolio ed i resti anodici, ridotti alla granulometria desiderata, vengono dosati e preriscaldati, quindi miscelati con la pece liquida o solida. L'impasto prodotto viene inviato ad una macchina dosatrice e poi ad una pressa (vibrante od idraulica), che compatta la miscela in blocchi sagomati, gli anodi verdi. L'anodo, una volta prodotto a circa 120°C, viene raffreddato prima delle successive manipolazioni.

Cottura

Gli anodi verdi vengono cotti in forni contenenti un numero elevato di camere in cui sono alloggiati gli anodi stessi. Le camere sono separate da un muro costituito da mattoni refrattari ed in essi sono presenti dei condotti per il passaggio dei gas di combustione. Gli anodi vengono impilati nel forno, intervallati da strati di materiale di imbottitura (solitamente coke) per prevenire ossidazioni. Il materiale di imbottitura è consumato durante i cicli di riscaldamento e di raffreddamento con una velocità di 12-35 kg per tonnellata di anodo, il materiale di imbottitura rimanente viene riutilizzato. In qualsiasi momento le camere, in sezioni distinte del forno, possono essere riempite, riscaldate, raffreddate o svuotate.

Il ciclo di cottura prevede una fase di aumento della temperatura fino al valore massimo di 1200 °C, una fase di mantenimento della temperatura massima ed una fase di raffreddamento.

Durante il riscaldamento avviene la distillazione della pece che lega i granelli di coke di petrolio; si ottengono così elettrodi di carbonio con elevate caratteristiche meccaniche, elettriche e di resistenza all'attacco chimico.

C'è una perdita del 5% in peso durante la cottura e la durata del processo è approssimativamente 15-21 giorni.

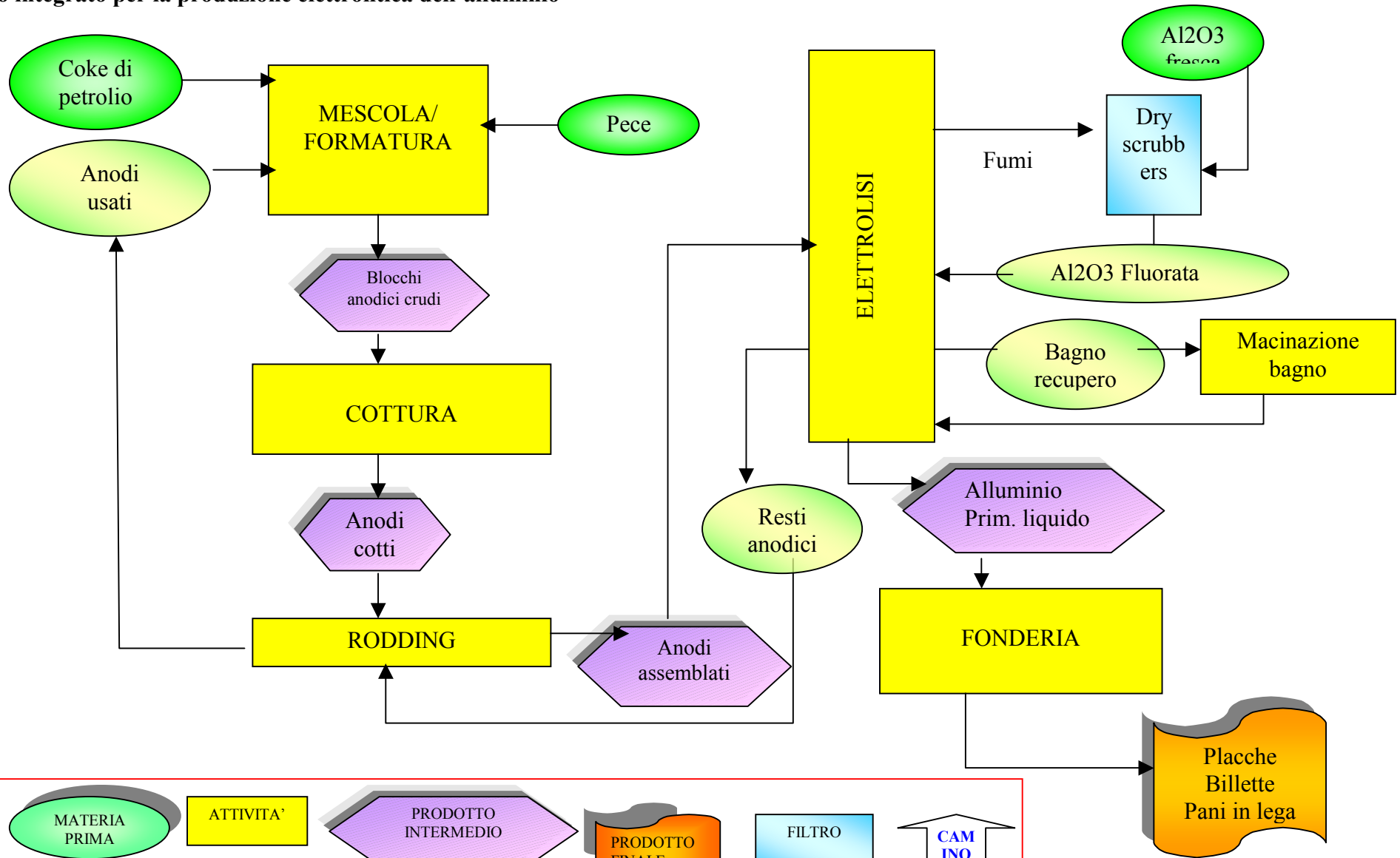
Assemblaggio (Rodding)

In questa fase vengono anche effettuati il ricondizionamento delle stanghe costituenti gli elementi anodici portacorrente, provenienti dal reparto elettrolisi con il resto anodico, il distacco dello stesso resto anodico, la pulizia del supporto e l'assemblaggio del nuovo anodo, mediante colata di ghisa in corrispondenza all'elemento anodico portacorrente.

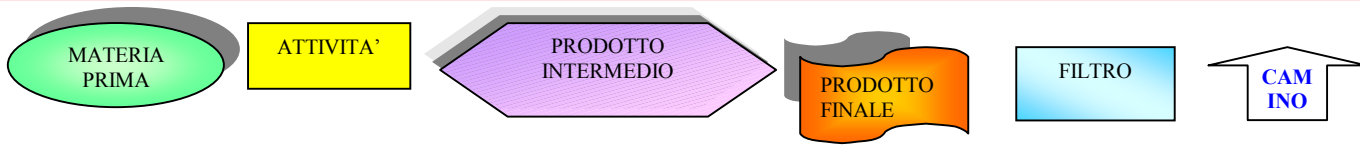
Durante il processo elettrolitico gli anodi sono infatti soggetti a consumo e pertanto devono essere sostituiti. I residui degli anodi estratti dalle celle (circa il 20% dell'anodo originale) vengono riutilizzati in formatura, così come vengono riutilizzate le aste, eventualmente dopo manutenzione.

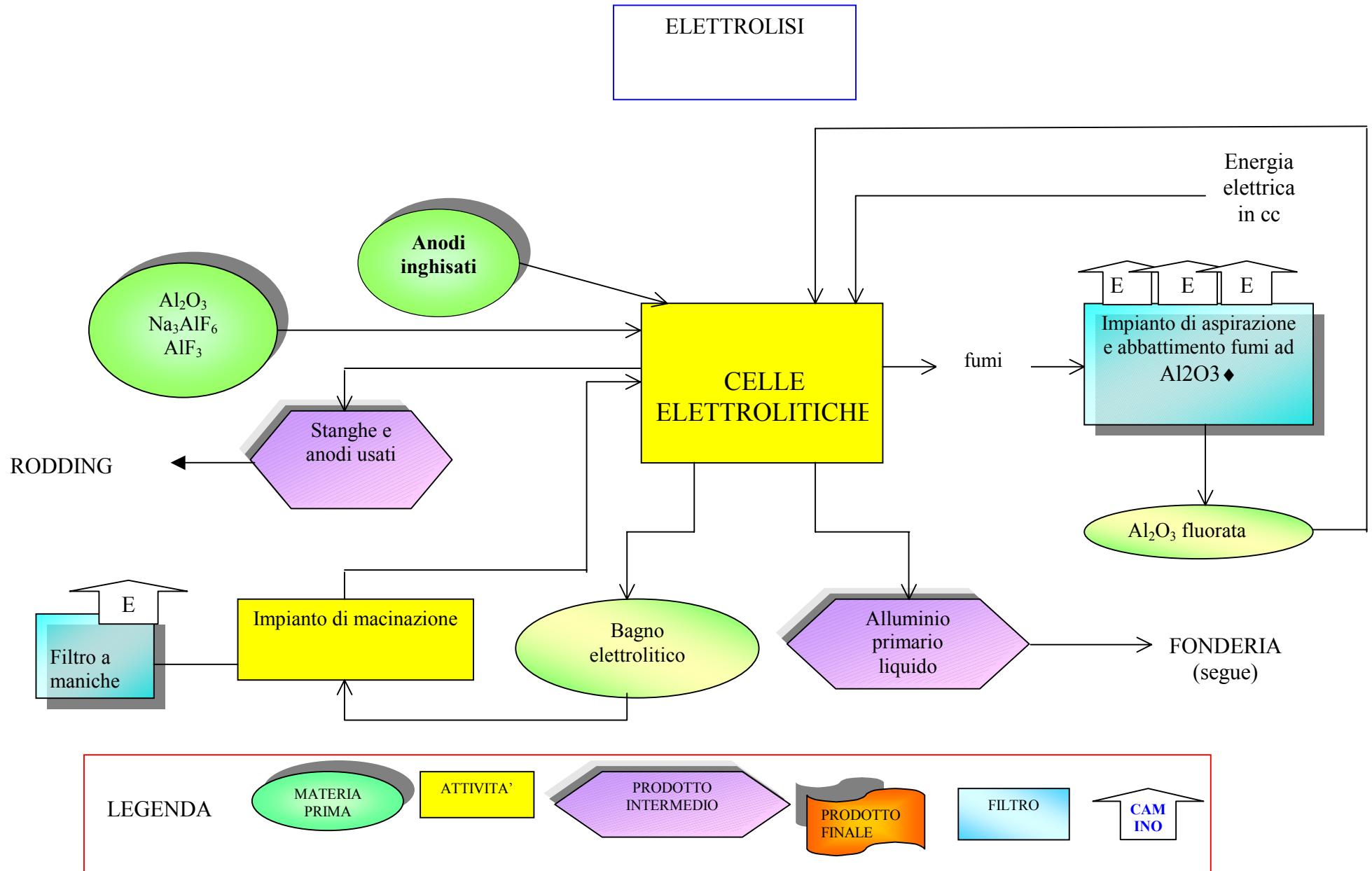
Un esempio delle attività sopra descritte è illustrato nei diagrammi di flusso seguenti.

Ciclo integrato per la produzione elettrolitica dell'alluminio

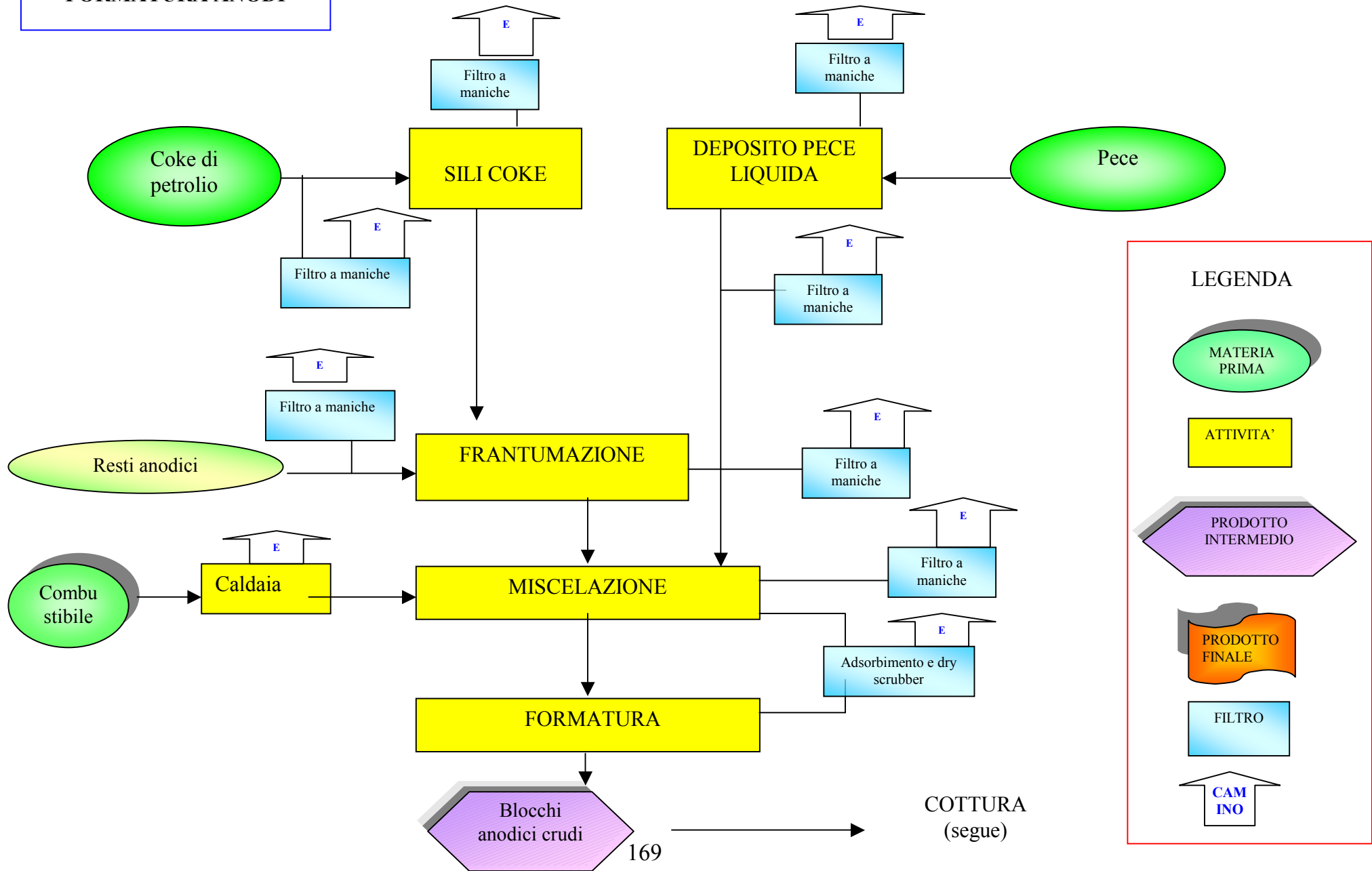


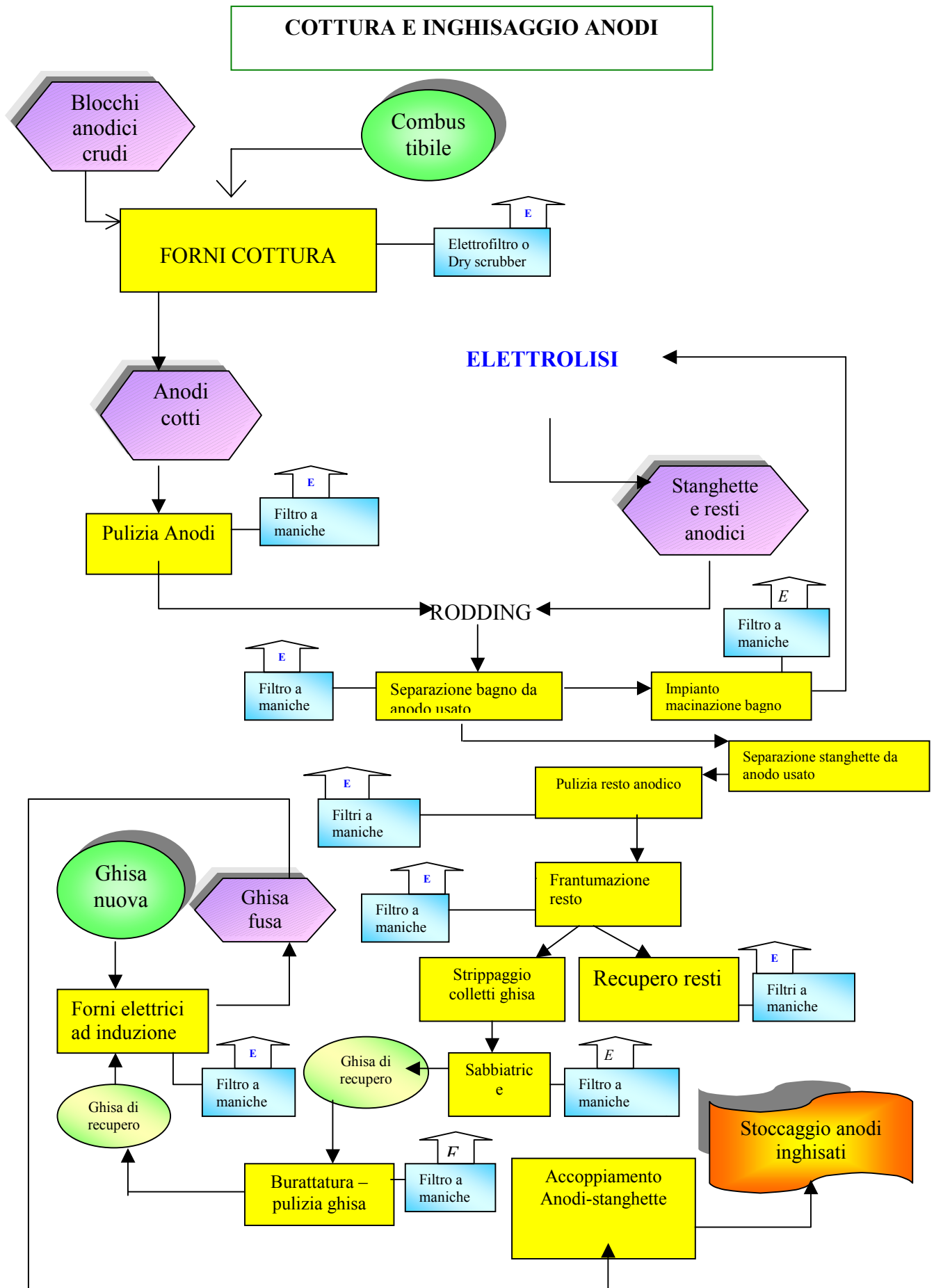
LEGENDA





**MACINAZIONE -
FORMATURA ANODI**



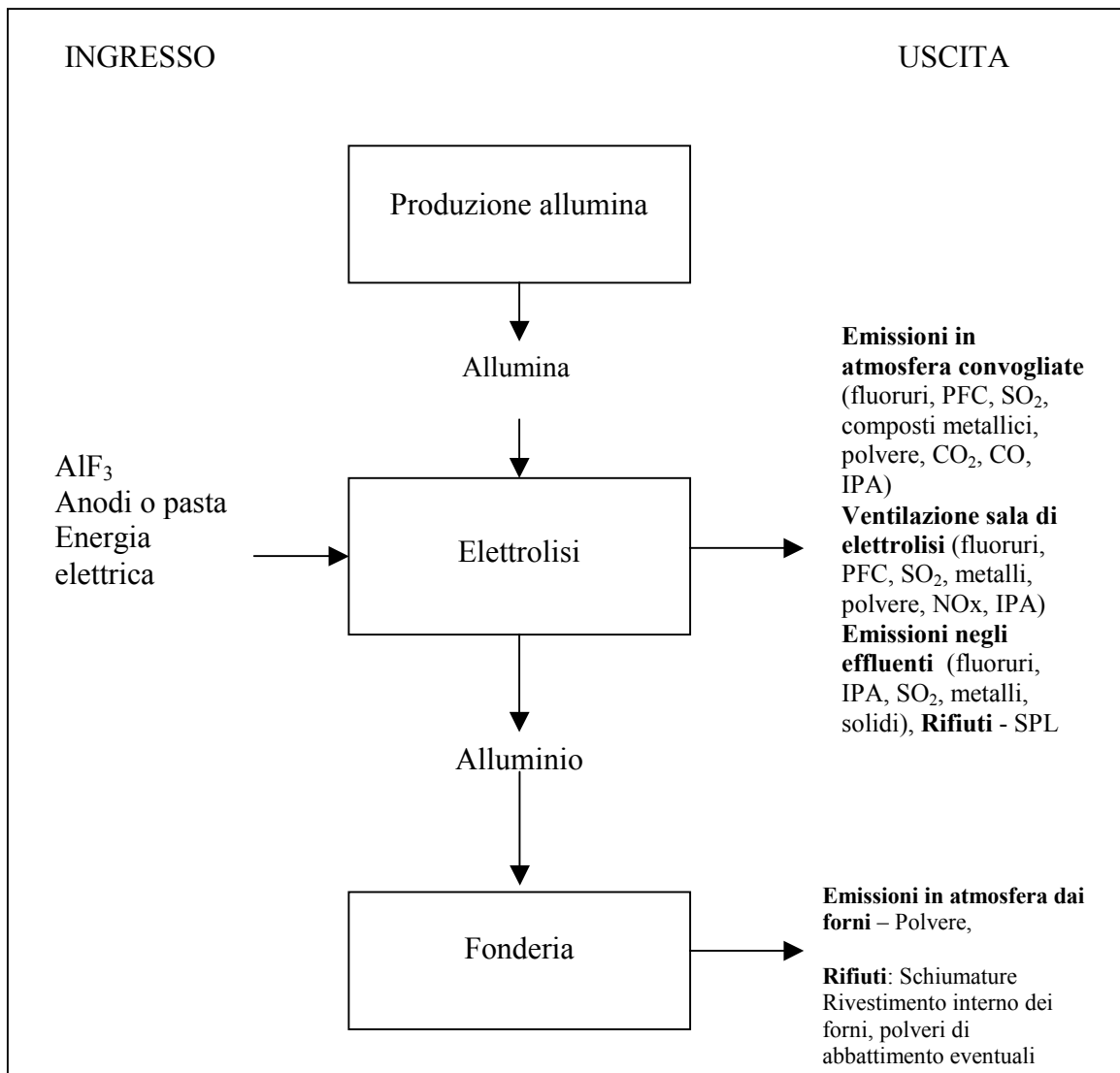


Livelli di consumo e di emissione

Oltre alla CO₂ intrinsecamente legata al processo, ci sono potenziali emissioni in atmosfera di polveri, SO₂, HF, fluoruri come particolato, CO, PFC e IPA, provenienti dal sistema di captazione dei gas di processo dalle celle e dal sistema di ventilazione della sala di elettrolisi. Ci sono anche potenziali emissioni di polvere, metalli, cloruri e prodotti di combustione dai forni utilizzati in fonderia per la raffinazione e la colata del metallo.

Anche in assenza di sistemi di abbattimento ad acqua, attraverso il sistema di raccolta e scarico delle acque meteoriche ci possono essere emissioni di particolati, SO₂, fluoruri e IPA. La principale sorgente di rifiuti solidi dell'elettrolisi è costituita dalle SPL.

Il seguente diagramma mostra le entrate e le uscite della produzione di alluminio primario:



Per quanto riguarda le rese di produzione, sono richieste circa 2 tonnellate di bauxite per produrre 1 tonnellata di allumina, che a sua volta produce circa 0.53 tonnellate di alluminio. Il consumo degli anodi di carbone, nelle celle prebake, è di circa 0.4-0.45 tonnellate di carbone per tonnellata di alluminio prodotto.

Il processo di elettrolisi richiede un consumo energetico elevato che è di circa 53 GJ/ton di alluminio per le migliori celle CWPB (inclusa la produzione dell'anodo). L'energia elettrica per il processo elettrolitico è di circa 13.2 – 15.5 kWh/tAl prodotto. Il consumo energetico totale (comprensivo di perdite ed impianti ausiliari) è di circa 14.0 – 16.5 kWh/tAl prodotto.

La produzione di alluminio da metallo riciclato consente un consumo energetico pari al solo 5% dell'energia richiesta nella produzione di alluminio primario.

Emissioni in atmosfera: sala di elettrolisi

Captazione dei gas di processo (Prebake)

Le celle CWPB (PB centrali, le uniche presenti in Italia) sono completamente chiuse e hanno un sistema d'estrazione dei fumi. L'efficienza di captazione dei gas varia dal 95 al 99% a seconda del dimensionamento del sistema d'estrazione, dell'efficacia della copertura della cella e della disposizione dei sistemi d'estrazione e filtrazione. L'efficienza di captazione dipende anche dalla capacità d'estrazione, dal progetto delle coperture e dalle buone pratiche operative che minimizzino la contemporanea apertura delle coperture. Le cappe aperte o le cappe che non siano a tenuta permettono l'ingresso di aria all'interno del sistema d'estrazione e pertanto riducono l'efficienza d'estrazione nelle celle rimanenti.

Le emissioni non convogliate dalla sala di elettrolisi sono significative. In Scandinavia, per la tecnologia Soderberg che ha emissioni di sala più significative, per rimuovere i fluoruri e gli IPA dai gas di ventilazione della sala di elettrolisi vengono a volte usati sistemi di abbattimento ad umido come il lavaggio con acqua di mare. L'utilizzo di tali sistemi è controverso dal punto di vista di un bilancio ambientale generale perché essi implicano il trasferimento del carico inquinante dalla fase gassosa alla fase liquida e un forte carico energetico. Le celle CWPB (PB centrali) sono in genere le più efficaci nella captazione dei gas, ma necessitano di una buona progettazione e di buone procedure di esercizio e manutenzione.

In tabella seguente si riporta la concentrazione di alcuni inquinanti presenti nei gas di processo emessi dalle celle.

Concentrazioni dei gas non trattati, presenti nella cella dell'alluminio primario.			
Tipo di cella	Fluoruri totali mg/Nm³	Polvere mg/Nm³	SO₂ mg/Nm³
VSS Soderberg (non presente in Italia)	700-1700	500-1800	500-2000
Prebake coperte	75-500	150-50	50-400

Fluoruri

Sono emessi sotto forma di gas e particolato durante il processo elettrolitico. Il principale inquinante emesso (50-80%) è l'HF gassoso mentre il resto è costituito da fluoruri solidi. L'HF si forma dalla reazione di fluoruro di alluminio e criolite con l'idrogeno. Nei moderni forni si lavora con un eccesso stechiometrico (fino al 12-13%) di AlF_3 . Nel corso degli anni si è pertanto rilevato un incremento nella generazione dei fluoruri e la captazione dei gas è diventata sempre più importante.

I fluoruri totali generati nelle celle variano tra i 20 e i 40 kg di F/ton di alluminio prodotto. Con un'efficienza di captazione dei gas maggiore del 98% e una efficienza di abbattimento variabile dal 99,5 al 99,9% (per i sistemi a secco), nel migliore dei casi si possono ottenere emissioni al camino, dopo abbattimento, comprese tra i 0,02 e i 0,2 kg di F/ton di alluminio. L'allumina utilizzata per l'abbattimento dei fluoruri viene normalmente raccolta mediante filtri a manica o in un precipitatore elettrostatico e successivamente riusata nelle celle elettrolitiche. I fluoruri adsorbiti nell'allumina formano fluoruro d'alluminio e fluoruro di sodio (dopo reazione con l'ossido di sodio presente nell'allumina) e contribuiscono alla quantità di criolite presente nel bagno delle celle. Le emissioni non catturate vengono emesse attraverso il sistema di ventilazione dalla sala di elettrolisi. Queste emissioni possono valere 0,4-0,8 kg/ton di alluminio (come calcolato da PARCOM, 1997) portando il fluoro totale a valori di 0.4-1.0 kg F/tAl circa.

PFC

I PFC (polifluorocarburi) si formano durante l'effetto anodico (EA) e si ritrovano sotto forma di tetrafluorometano (CF_4) e di esafluoroetano (C_2F_6) in un rapporto CF_4/C_2F_6 approssimativamente di 10/1. I PFC non possono essere rimossi dai gas con le tecnologie esistenti. L'effetto anodico si verifica quando il contenuto di allumina scende sotto l'1-2% e un film di gas si forma attorno all'anodo: questo fatto ferma la produzione e fa aumentare il voltaggio delle celle da 4-5 a 8-50 Volts. I fattori che influenzano la generazione di PFC sono la frequenza e la durata dell'effetto anodico e la corrente nelle celle. Il controllo del voltaggio delle celle e l'aggiunta di allumina sono il maggior fattore di controllo dell'effetto anodico.

Le emissioni dei PFC nei moderni impianti possono essere minimizzate dall'utilizzo di un'alimentazione semicontinua di allumina (point feeding) e da un attento controllo di processo. Questi impianti possono operare in condizioni operative tali da ottenere emissioni tra 0,02 e 0,1 kg di PFC/t di alluminio prodotto corrispondenti a frequenze di effetti anodici pari a 0.1-0.5 EA per cella per giorno.

Catrame e IPA

Le emissioni di catrame e IPA durante la elettrolisi sono trascurabili per impianti PB. Quantità molto piccole di catrame e IPA possono essere emesse da un limitato numero di impianti PB che utilizzino pasta di carbone come materiale di collegamento per l'asta dell'anodo (tecnologia non applicata in Italia) e per i collari di protezione dei nippli anodici. Misure effettuate durante il preriscaldamento delle celle indicano che le quantità sono trascurabili.

Una sorgente di catrame e IPA è costituita dal processo di preparazione anodi, realizzato in una unità separata negli impianto PB.

Composti dello zolfo

Gli anodi correntemente usati hanno un contenuto di zolfo compreso tra 1 e 3%. Lo zolfo reagisce con l'ossigeno e si ritrova nelle emissioni come biossido di zolfo o come COS. Le emissioni di biossido di zolfo possono stare nel range di 8-30 kg/ton di alluminio prodotto, basato su un consumo dell'anodo pari a 0,4 tonnellate per tonnellata di alluminio prodotto e sui contenuti di S nel coke sopracitati. La quota parte di COS presente corrisponde a circa il 10% dello S presente nell'anodo.

Le emissioni di SO₂ attraverso il sistema di ventilazione sono di 0,2-0,6 kg per tonnellata di alluminio prodotto equivalente ad una concentrazione di 0,1-3 mg/Nm³. Le emissioni che provengono dal sistema di captazione gas di processo delle celle sono di 50-400 mg/Nm³ in assenza di abbattimento a umido e di 5-40 mg/Nm³ dopo l'eventuale abbattimento a umido.

Polveri

L'allumina e la criolite sono le principali fonti di emissione di polveri durante l'elettrolisi. La polvere totale dipende dal tipo di processo applicato e dal tipo di allumina e in genere si ha un range di 0,6-10 kg per tonnellata di alluminio prodotto. Le concentrazioni tipiche di emissioni attraverso il sistema di ventilazione della sala di elettrolisi sono di 0,5-5 mg/Nm³. Le emissioni delle polveri provenienti dal sistema di aspirazione delle celle sono di 150-500 mg/Nm³ prima dell'abbattimento e di 1-20 mg/Nm³ dopo l'abbattimento.

Le operazioni di colata in fonderia rappresentano un'altra fonte potenziale di emissione di polveri (e metalli) e i fumi della fonderia vengono normalmente captati e, se necessario, trattati. Gli studi effettuati per rilevare la presenza di diossine nelle fonderie a servizio degli impianti di elettrolisi, hanno rilevato dei livelli di emissioni irrilevanti e comunque al di sotto di 1 g/anno.

Metalli

I metalli si trovano come tracce nell'allumina e nel fluoruro d'alluminio e possono essere emessi durante l'elettrolisi. Il tellurio viene estratto durante la produzione dell'allumina in un insediamento europeo, mentre altri metalli volatili possono anche essere presenti nelle emissioni della sala di elettrolisi e della fonderia.

Ossidi di azoto

Gli ossidi di azoto sono prodotti durante l'elettrolisi per il contenuto di azoto nell'anodo che, ossidandosi, si trasforma in NO_x. L'azoto contenuto nell'anodo generalmente è dello 0,2-0,4%. Quando l'azoto è completamente convertito in NO_x, le emissioni possono essere di 0,5-2 kg di NO₂/ton. di alluminio prodotto (concentrazione di 5-20 mg/Nm³ al camino).

Monossido di carbonio

Il monossido di carbonio (CO) si libera durante l'elettrolisi; la reazione ($2Al + 3CO_2 \rightarrow Al_2O_3 + 3CO$) tra l'alluminio metallico (dissolto nell'elettrolita) e la CO₂ prodotta all'anodo abbassa l'efficienza delle celle elettrolitiche. Nelle celle moderne la generazione di CO prima della riossidazione in CO₂ è di 100-150 kg/t di alluminio prodotto. La produzione di CO aumenta durante l'effetto anodico, ma una volta emesso viene rapidamente riossidato a CO₂.

Biossido di carbonio

Il biossido di carbonio (CO₂) si forma durante l'elettrolisi attraverso la reazione tra il carbone dell'anodo e l'ossigeno liberatosi durante il processo di elettrolisi e una reazione secondaria con l'aria. Un impianto PB efficiente consuma circa 0,4 tonnellate di carbone anodico per tonnellata di alluminio prodotto, corrispondente a circa 1,7 tonnellate di CO₂ per tonnellata di alluminio prodotto.

Riepilogo delle principali emissioni in atmosfera (Elettrolisi)

Le principali emissioni in atmosfera connesse alla produzione di alluminio primario, sono riportate nella tabella che segue, che riassume anche in base a dati di letteratura tecnica la loro significatività, le principali sorgenti ed i comuni range.

Principali emissioni in atmosfera dei processi di produzione dell'alluminio primario						
Componente	Flusso convogliato dei gas, al camino, proveniente da celle Pre Bake	Sistema di ventilazione	Fusione	Raffinazione	Colata	Degassing
Fluoruri gassosi (HF) (kg/ton Al)	• 0.15-2.0	••• 0.4-0.8		•		• (cloruri gassosi)
Fluoro totale (kg/ton Al)	• 0.3-4.0	•••				
PFC (CF ₄ /C ₂ F ₆) (kg/ton Al)	••• 0.02-1.0*	•				
Catrame ed IPA (B(a)P) (g/ton Al)	• **	•• **				
SO ₂ e composti di zolfo (senza scrubber) (kg/ton Al)	•• 10-30	0.2-0.6				•
SO ₂ e composti di zolfo (con wet scrubber) *** (kg/ton Al)	•• 1.0-3.5***					
Polvere (kg/ton Al)	• 0.6-7	•			•	•
Metalli	•	•			•	
NOx (kg/ton Al)	• 0.5-2					
CO ₂ (ton/ton Al)	•• 1.4-1.6	•	•			•
Note:						
* Negli impianti PB più moderni.						

- ** Il catrame e gli IPA riguardano i processi Prebake con un processo di produzione anodi integrato .
- *** In Scandinava, con celle tipo Soderberg, generalmente si usa un wet scrubber dopo un dry scrubber per rimuovere la SO₂, di solito associato all'impiego di acqua mare come fluido di lavaggio
- Livelli più significativi • Livelli meno significativi

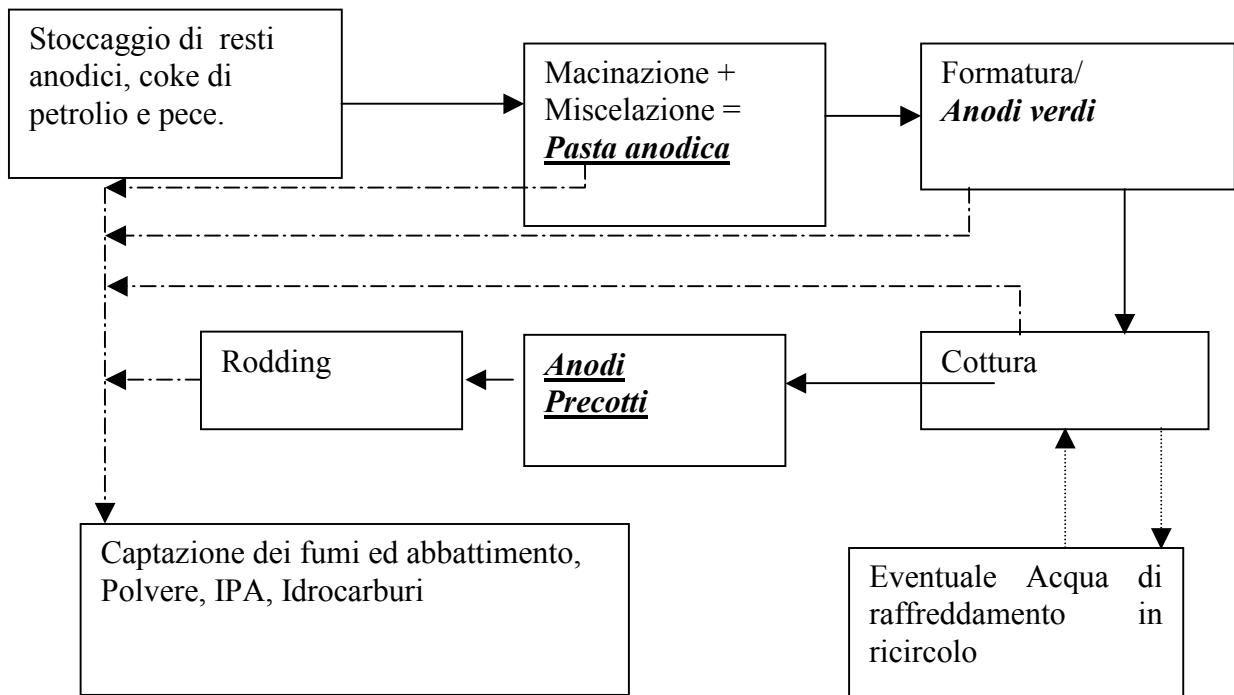
Gas Serra

Il contributo all'effetto serra, attribuibile alla produzione di alluminio primario nei processi PB, risulta dalla generazione di CO₂ o CO₂ equivalente, sia come emissione intrinseca durante il processo elettrolitico (combustione degli anodi ed effetto anodico) che come prodotto di combustione di fuel per la produzione di allumina e per la generazione di energia elettrica da combustibili fossili.

La generazione di PFC è stata considerevolmente ridotta negli ultimi 10 anni attraverso un progressivo miglioramento del controllo di processo e della frequenza e durata degli effetti anodici: a livello europeo globale i calcoli mostrano una riduzione complessiva da 15 milioni di t di CO₂ equivalente nel 1990 a meno di 6 milioni di CO₂ equivalente nel 2000.

Emissioni in atmosfera: produzione anodi

Circa il 40% della pece usata come legante dell'impasto anodico viene volatilizzato durante la cottura e più del 95% degli idrocarburi volatili vengono bruciati dalle alte temperature presenti nei forni. Saranno pertanto presenti delle emissioni residuali di idrocarburi e di IPA. I potenziali punti di emissioni dai diversi processi sono riportati nello schema seguente.



I gas generati dai forni vengono trattati alternativamente con lavaggi ad umido, abbattimenti a secco con utilizzo di coke, post-combustori e precipitatori elettrostatici ad umido. Nel caso in cui la produzione anodi sia integrata con la produzione elettrolitica di alluminio, l'abbattimento può avvenire attraverso contatto con allumina in un sistema di filtri a maniche. La polvere generata dai processi meccanici e dal trasporto viene captata con dei filtri a manica.

L'energia iniziale per la produzione di anodi è di circa 2300 MJ per tonnellata di prodotto, valutata in funzione del combustibile utilizzato.

COV, idrocarburi e IPA

Si possono avere emissioni di idrocarburi durante la movimentazione pece, la miscelazione e la cottura. La pece contiene inoltre degli IPA, che rappresentano un importante aspetto ambientale. Nei moderni impianti, le emissioni di sostanze organiche dalla miscelazione e dalla cottura, sono abbattute in sistemi di trattamento con filtri a maniche che utilizzano come "reagente" allumina o coke, poi reimmessi in ciclo. Alternativamente vengono usati post-combustori e precipitatori elettrostatici ad umido, in funzione della complessità del sito e dalla capacità produttiva.

Polvere

L'emissione di polvere avviene durante tutte le fasi del processo (stoccaggio, trasferimento, miscelazione, macinazione e cottura). I metodi di abbattimento sono influenzati dalle caratteristiche delle polveri che possono essere molto fini ed abrasive.

Gas di combustione

Ci sono potenziali emissioni di ossidi di carbonio ed ossidi di zolfo ed azoto. In funzione delle caratteristiche del sito, si possono ridurre le emissioni con l'ottimizzazione delle condizioni di combustione, l'uso di bruciatori a bassa emissione di NO_x e con la scelta del combustibile.

SO₂

Lo zolfo è contenuto nelle materie prime e talvolta nel combustibile, di conseguenza l'SO₂ viene emesso in quantità variabili da 0.5 (gas) a 2 kg (olio combustibile) per tonnellata di alluminio in funzione del tipo di combustibile. Tali emissioni sono comunque molto inferiori rispetto ai valori di SO₂ generato durante l'elettrolisi.

Fluoruri (produzione di anodi da resti anodici)

I fluoruri sono emessi quando anodi esauriti (leggermente contaminati da fluoruri) provenienti dall'elettrolisi sono utilizzati nella miscela per la produzione di anodi. L'emissione di fluoruri dalla cottura degli anodi è irrilevante (in presenza di impianto di abbattimento) e corrisponde circa all'1% di quella generata in elettrolisi.

Diossine

Nella fabbricazione degli anodi l'emissione di diossine non è normalmente rilevata.

Riepilogo delle principali emissioni in atmosfera (Produzione Anodi)

Significatività delle emissioni in atmosfera del processo di produzione anodi				
Componente	Magazzinaggio e manipolazione	Macinazione e triturazione	Miscelazione e formazione	Cottura
SO ₂				•• ^{1&2}
Alogenuri	•	•	•	•
Idrocarburi IPA	••• ⁵ • ⁶	•	••	•••
Cianuri				•• ⁴
NOx				•• ²
Polvere	••	•••	••	•

••• Livelli di emissioni più significativi • Livelli di emissioni meno significativi

1 Con le materie prime che contengono zolfo
 2 Gas di combustione
 3 N.A.
 4 Con fibre di carbone
 5 Alte concentrazione durante la carica. Pitch solido.
 6 Alte concentrazione durante la carica. Pitch liquido.

Intervalli di emissione per un numero di processi del carbonio e grafite			
Fonte	Tecnica di abbattimento	Inquinante	Intervallo di concentrazione (mg/Nm ³)
Deposito del materiale e manipolazione del coke	Ciclone	Polvere	20-150
	Filtro a tessuto	Polvere	1-90
Deposito del materiale e manipolazione della pece	Back-Venting dei gas durante carico, Condensazione	Idrocarburi	1-75
Macinazione e miscelazione	Post-combustore	Polvere	1-15
		Idrocarburi	1-100
		IPA	0.007-8.0
		Benzene	0.06-0.25
	Adsorbitore	Polvere	1-50
		Idrocarburi	19-150
		IPA	0.1-1.0
	Scrubber	Polvere	10-50
		Idrocarburi	20-150
IPA		0.1-1.0	
Cottura	PE adsorbitore	Polvere	2.5-90
		Idrocarburi	50-250
		IPA	0.003-6
		Benzene	1-11
	Post-combustore – Ossidatore termico	Polvere	1-40
		Idrocarburi	2-17

Intervalli di emissione per un numero di processi del carbonio e grafite			
Fonte	Tecnica di abbattimento	Inquinante	Intervallo di concentrazione (mg/Nm³)
	convenzionale (CTO)	IPA	0.003-0.2
		Benzene	0.15-7.5
		SO ₂	20-100
		NO _x	50-250
	Lavaggio a secco (allumina-carbone/calce)	Polvere	<1-14
		Idrocarburi	1-135
		IPA	0.002-55
		Idrocarburi	1-25

Emissioni negli effluenti liquidi

La produzione di alluminio primario è sostanzialmente un processo “a secco” senza produzione diretta di un effluente acquoso. Gli effluenti sono solitamente limitati ad acqua di raffreddamento e allo scarico di acque meteoriche.

Le acque meteoriche possono essere contaminate dallo stoccaggio all’aperto di materie prime o di residui solidi.

Rilasci globali dal processo elettrolitico nelle acque meteoriche sono i seguenti.

- Fluoruri (kg/tAl) 0 – 3.0
- Solidi sospesi (kg/tAl) 0 – 6.0
- IPA, (Bonheff 6) (g/tAl) 0 – 0.01

I principali flussi d’acqua individuabili sono essenzialmente due.

1. Le acque per il raffreddamento indiretto negli scambiatori di calore dell’impianto di conversione vengono approvvigionati con flusso continuo di acqua di mare, con portate sino a 1500 m³/h in funzione delle caratteristiche di temperatura richieste. Le acque vengono convogliate all’interno degli scambiatori di calore, in circuiti dedicati che impediscono il contatto con possibili fonti di contaminazione e, successivamente, scaricate in mare con caratteristiche del tutto simili a quelle dell’acqua prelevata, ad eccezione del parametro temperatura. Non si evidenzia pertanto alcuna necessità di trattamento.
2. Le acque dolci utilizzate per il raffreddamento del metallo durante le operazioni di colata in fonderia fanno parte di un circuito completamente separato dal precedente. L’approvvigionamento avviene tramite pozzi o da corpi idrici superficiali; dopo un pre-trattamento di grigliatura e sedimentazione (o filtrazione), tali acque vengono spruzzate direttamente sul metallo per il raffreddamento durante la colata. I consumi d’acqua possono variare in funzione del grado di apertura dei circuiti di raffreddamento con portate che variano dai 50 mc/h per il reintegro dell’evaporazione e degli spurghi nei circuiti chiusi ad oltre 500 mc/h per i circuiti completamente aperti che non prevedono il ricircolo delle acque. In entrambi i casi,

il contatto diretto col metallo non genera contaminazioni significative. Per i circuiti particolarmente chiusi, si può rendere necessario un trattamento di sedimentazione/ispessimento per i fanghi di controlavaggio dei filtri che trattano l'acqua di reintegro oppure un trattamento chimico/fisico degli spurghi del circuito, per eliminare solidi sospesi e tracce di metalli. In assenza di acque di reintegro sufficientemente prive di elementi salini, talvolta vengono realizzati dei trattamenti ad osmosi inversa per l'addolcimento delle acque di reintegro dei cicli chiusi, con conseguente generazione di flussi d'acqua concentrati in cloruri da inviare direttamente allo scarico a mare.

Anche la produzione di anodi è prevalentemente un processo a secco. Lo scarico di acque di processo è generalmente limitato alle acque di raffreddamento che, generalmente hanno un sistema separato.

L'acqua viene utilizzata per raffreddare gli anodi in uscita dalla formatura e dalla cottura, mediante contatto diretto. Generalmente i sistemi di raffreddamento sono a circuito chiuso con un eventuale trattamento chimico fisico degli spurghi per l'eliminazione dei solidi sospesi (principalmente carbone). I consumi d'acqua variano in funzione del grado di apertura del circuito di raffreddamento e le portate di punta possono variare dai 5 m³/h ai 100 m³/h.

Le acque di pioggia che dilavano i piazzali ed i tetti possono contenere carbone e solidi. Gli stoccaggi all'aperto di materie prime e di materiali solidi sono delle potenziali sorgenti di contaminazione. L'utilizzo di silos e sistemi di trasporto chiusi sono pratiche comuni che riducono le contaminazioni delle acque di pioggia.

Produzioni di rifiuti solidi

I principali residui della produzione dell'alluminio primario sono:

- le Spent Pot Lining (SPL) – 20-30 kg/tAl - derivanti dalla demolizione delle celle composte da due frazioni principali: la parte carboniosa ed il materiale refrattario;
- le schiumature dell'alluminio prodotte in fonderia.

La tabella che segue (tratta dal BRef comunitario) riporta un esempio di composizione tipica delle SPL.

Sostanza	Frazione carboniosa (primo taglio)	Materiale refrattario (secondo taglio)
	Range (% peso)	
Al ₂ O ₃	0-10	10-50
C	40-75	0- 35
Na	8-17	6- 18
F	10-20	4- 18
CaO	1-6	1-8
SiO ₂	0-6	10-50
Alluminio metallico	0-5	0

Sostanza	Frazione carboniosa (primo taglio)	Materiale refrattario (secondo taglio)
	Range (% peso)	
CN	0.01-0.5	0-0.1
CN, libero	0-0.2	0-0.05

La demolizione della cella inizia in seguito alla messa fuori servizio della stessa da parte del reparto elettrolisi. La demolizione può avvenire direttamente nel reparto di elettrolisi o in un impianto dedicato. In alcuni casi, durante le operazioni di smantellamento, il materiale di risulta viene separato in funzione delle caratteristiche (i cosiddetti “primo taglio” a prevalente matrice carboniosa ed il “secondo taglio” a prevalenza di materiale refrattario). Al termine della demolizione viene collocato in cassoni o sui camion per il trasporto interno nell’area di deposito, previa verifica che i mezzi di trasporto siano asciutti, puliti e copribili, al fine di limitare al minimo la diffusione di polveri nell’ambiente. L’area di stoccaggio interna viene realizzata in funzione delle caratteristiche richieste per evitare la contaminazione del suolo, della falda e delle acque meteoriche e periodicamente deve essere ispezionata per verificare che non vi siano infiltrazioni d’acqua e/o rilasci di eventuale percolato. La movimentazione ed il trasporto verso lo smaltimento od il recupero viene effettuato mediante mezzi autorizzati al trasporto delle merci pericolose. Le possibili destinazioni finali sono svariate, dallo smaltimento in discarica a svariati riutilizzi in altri comparti industriali o all’utilizzo come comburente. Attualmente in Italia si privilegia il recupero delle SPL nell’ambito dell’industria dell’acciaio e del cemento.

Le schiumature sono residui con un alto contenuto di alluminio (30-80%) e vengono usate come materia prima nella produzione dell’alluminio secondario.

Quantità di residui dalla produzione dell’alluminio primario (tratta dal BRef comunitario)	
Fonte	Quantità (kg/ton alluminio)
Schiumature	15-25
SPL	20-30
Altri residui pericolosi	7-15
Residui non pericolosi	12-14

Definizione (sulla base dell'approfondimento e dell'estensione delle analisi svolte in sede comunitaria), della lista delle migliori tecniche per la prevenzione integrata dell'inquinamento dello specifico settore in Italia

In questo capitolo vengono riassunte sotto forma tabellare alcune delle tecniche che possono essere adottate per prevenire e ridurre le emissioni, la produzione di residui e rifiuti e per minimizzare i consumi energetici; tutte queste tecniche sono al momento disponibili e di seguito sono riportati alcuni esempi di applicazione.

Le tecniche applicabili possono derivare anche da altri settori come nel caso della riduzione di composti carboniosi o degli IPA; in ogni caso queste devono essere valutate caso per caso in quanto fortemente dipendenti dalla tipologia e disponibilità della materia prima utilizzata e dai processi in uso.

Inoltre, dato lo sviluppo relativamente recente dei processi di produzione primaria, bisogna considerare i miglioramenti realizzati nel campo dei sistemi di controllo operativo, di alimentazione materie prime o anche dei sistemi di contenimento ed abbattimento.

Nell'ottica di evitare ridondanze concettuali, maggiori dettagli su tali tecniche o informazioni specifiche sono state direttamente inserite nel capitolo relativo alle BAT.

Modalità di Stoccaggio, movimentazione e pre-trattamento delle materie prime

La tabella successiva riporta le tecniche adottate per le varie tipologie di materiali.

Stoccaggio, movimentazione e pre-trattamento per l'alluminio primario				
Materiale	Stoccaggio	Movimentazione	Pretrattamento	Note
Allumina e coke	Aree coperte, silos	Nastri trasportatori coperti. Trasporto pneumatico		
Combustibili, altri oli e pece	Serbatoio o fusti in aree confinate	Idonee tubazioni o sistemi manuali	Stoccaggio e tubazioni riscaldate	Ricircolo gas di movimentazione
Cloro o miscele contenenti cloro	Serbatoi a pressione omologati	Metodi riconosciuti		
Prodotto finito (lingotti, placche, billette, ecc.)	Stoccaggio all'aperto			
Residui di processo da recuperare (es. schiumature)	Al coperto o al chiuso in funzione della produzione	Dipende dalle condizioni		Le schiumature e le scorie devono stare all'asciutto . Idoneo sistema

Stoccaggio, movimentazione e pre-trattamento per l'alluminio primario				
Materiale	Stoccaggio	Movimentazione	Pretrattamento	Note
	di polvere			di drenaggio
Rifiuti a smaltimento	Al coperto o in reparti chiusi, sigillato in fusti o container in funzione della pericolosità	Dipende dalle condizioni		Idoneo sistema di drenaggio

Le schiumature ed altri residui ricchi in metallo destinati a recupero all'esterno, dovrebbero essere raffreddati preferibilmente in atmosfera inerte e stoccati in ambiente asciutto, o comunque adatto alle caratteristiche del materiale.

Fonderie associate alla produzione di alluminio primario

Le modalità operative da utilizzare nelle fonderie associate alla produzione di alluminio primario, possono essere mutate, per quanto applicabile, dalle BAT elaborate per la produzione di alluminio secondario, come ad esempio qualora la produzione di metallo venga integrata dalla rifusione di materiale di riciclo (rottami esterni).

I sistemi di fusione sono solitamente *forni a riverbero* le cui caratteristiche sono riportate nel capitolo dell'alluminio secondario.

Nel caso di impiego anche di rottami, in aggiunta al metallo elettrolitico le modalità operative da tenere presente per l'individuazione delle BAT sono ad esempio le seguenti:

- operare un approvvigionamento selettivo del rottame che consenta la disponibilità di materiale di qualità;
- operare ispezioni in ingresso sul materiale approvvigionato per eliminare situazioni di indesiderata contaminazione, ad esempio da olio;
- selezionare preventivamente il rottame, prima delle varie cariche;
- utilizzare cappe e sistemi di estrazione dei fumi per minimizzare le emissioni fuggitive.

Nei processi di raffinazione e colata nelle fonderie associate al primario sono previsti:

- utilizzo di miscele contenenti cloro, argon o azoto come agenti di degasaggio o per la riduzione del magnesio; in questo caso si potrebbe rendere necessaria la captazione e la depurazione dei fumi acidi prodotti;
- degasaggio e filtrazione del metallo liquido in linea utilizzando filtri ceramici.

Acque reflue e residui di processo

La problematica delle acque reflue deve essere affrontata considerando le singole situazioni e necessità locali. Gli scarichi provenienti dal processo produttivo dovrebbero essere trattati per separare i solidi sospesi, gli eventuali oli e composti inorganici disciolti; in alcuni siti viene effettuato il riciclo delle acque di raffreddamento e di dilavamento dei piazzali.

Le tecniche che privilegiano il riutilizzo dei residui di processo devono essere considerate tecniche BAT.

Considerazioni generali per la definizione delle MTD per il settore della produzione primaria di alluminio

Prima di passare alla definizione delle migliori tecniche disponibili nel settore, è opportuno richiamare il lettore alla valutazione attenta dei criteri per la selezione ed adozione delle tecniche che sono rappresentati in un successivo capitolo di questo documento.

Nel settore dell'alluminio primario occorre considerare che ci si riferisce ad unità impiantistiche entrate in esercizio nei primi '70, quindi con una vita operativa ormai ultra trentennale, cui sono stati, nel tempo, apportati numerosi ammodernamenti a partire dagli anni '80, con l'attuazione progressiva delle migliori tecnologie all'epoca disponibili. Pertanto le rese ambientali ottenibili, pur collocandosi nella fascia medio-alta dell'intervallo di performance previsto, nonostante l'utilizzo di criteri gestionali moderni, non sempre raggiungono i valori estremi dell'intervallo di prestazione in impianti "state of the art" attuali.

Movimentazione e stoccaggio delle materie prime

Le tecniche BAT applicabili sono analoghe a quelle dell'alluminio secondario, a cui si rimanda.

Produzione elettrolitica dell'alluminio

Per la fase di produzione elettrolitica dell'alluminio primario è possibile definire una BAT in termini di processo. La tecnologia Prebake ad alimentazione centrale (CWPB), associata ad un sistema di alimentazione puntuale (point-feeding) dell'allumina, è considerata BAT per la produzione dell'alluminio.

Tale processo avrà le seguenti caratteristiche.

- Controllo di processo computerizzato basato su un data base delle celle attive e sul monitoraggio dei parametri operativi per minimizzare il consumo energetico e ridurre il numero e la durata degli effetti anodici. Il valore minimo di effetti anodici teoricamente raggiungibile è comunque funzione della tecnologia adottata e lo stesso BRef indica come intervallo raggiungibile, per le celle moderne, 0.1-0.5 AE/ giorno cella. Gli impianti italiani sono partiti negli anni '70 con valori tipici di progetto pari a 1 AE/giorno-cella e, attraverso investimenti tecnologici effettuati in passato, marcano attualmente stabilmente sotto il valore di 0.4 AE/giorno-cella. Ulteriori miglioramenti tecnologici che intervengano sulla stabilità del processo, già

sperimentati su altri impianti europei, ma non ancora in Italia, potrebbero portare a raggiungere il valore minimo (per celle di vecchia concezione sottoposte a continui ammodernamenti) pari a 0.2 AE/giorno-cella.

- Copertura completa delle celle, collegata ad un sistema indipendente di captazione e di abbattimento fumi (filtro). Utilizzo di dispositivi di copertura sufficientemente robusti e velocità di estrazione adeguata. Stoccaggio in ambiente chiuso dei resti anodici in raffreddamento.
- Efficienza di captazione fumi dalle celle 99% sul lungo periodo per le celle di nuova progettazione. Le celle progettate negli anni '70 sono infatti nate prive di copertura, installata successivamente a cavallo degli anni '90. In questi casi le operazioni di cambio anodo e la tenuta dei sistemi di copertura conferiscono una efficienza intrinseca di captazione inferiore, tuttavia attraverso la minimizzazione del tempo impiegato per l'apertura delle celle ed il cambio anodo si possono raggiungere livelli di captazione intorno al 98%.
- Impiego di un sistema efficiente di pulizia al Rodding per il recupero dei fluoruri e della parte carboniosa dell'anodo. Utilizzo di un sistema efficace di estrazione e filtrazione nel reparto.
- In caso sia richiesto su base locale, regionale o a seguito di programmi di salvaguardia ambientale di lungo periodo, la riduzione della SO₂ è ottenibile mediante utilizzo di coke a basso tenore di S per gli anodi (qualora sia attuabile in relazione a fattori tecnologici e di mercato), o adozione di un sistema di abbattimento della SO₂. L'adozione di sistemi dedicati di abbattimento dovrà essere valutata in termini di impatto ambientale globale e di interazione con altri comparti ambientali per evitare il trasferimento in fase liquida del carico inquinante o la generazione di elevati quantitativi di residui e comunque un forte aumento (circa il doppio) del carico energetico relativo ai sistemi di abbattimento.
- Sistema di abbattimento ad allumina associato ad un filtro a maniche per l'abbattimento della polvere, dei fluoruri gassosi e del particolato dai gas di processo in elettrolisi. L'efficienza di abbattimento del fluoro totale dei nuovi sistemi di adsorbimento ad allumina dovrebbe essere >99.8 % (> 98 % per i reattori esistenti, vedi paragrafo successivo sulle emissioni associati all'utilizzo di tecniche BAT) e l'allumina riutilizzata nel processo elettrolitico.
- In presenza di un impianto di produzione anodi integrato con l'elettrolisi, i gas di processo del forno di cottura dovrebbero essere trattati in un impianto di abbattimento ad allumina (con filtro a maniche a valle) con riciclo dell'allumina alle celle elettrolitiche.
- Sistema di abbattimento a coke, associato a filtro a maniche, delle emissioni nel reparto mescola e formatura della fabbrica anodi.
- Esistenza di un sistema di gestione ambientale, controllo operativo e gestione della manutenzione.

Produzione Anodi

Non è possibile definire un singolo processo come BAT di questa attività, in quanto la scelta del processo è fortemente correlata alle caratteristiche fisico/chimiche del prodotto finale. Con le tecniche descritte nei capitoli precedenti, se utilizzate in associazione ai sistemi di abbattimento ben progettati e ben gestiti, si possono ottenere performance ambientali similari.

Altre fasi del processo produttivo

Le tecniche già richiamate nel capitolo relativo alla individuazione delle migliori tecniche, possono essere considerate BAT e vengono riassunte nella tabella che segue.

Altri fasi di processo considerate come BAT per la produzione di alluminio primario		
Fase del processo	Tecnica BAT	Note
Raffinazione	Utilizzo di miscela di cloro e Ar/N ₂ o sali (AlF ₃)	Copertura con gas inerte o pressatura scorie
Trattamento schiumature	Copertura, raffreddamento in tamburi sigillati o pressatura delle scorie	Scorie umide possono rilasciare gas ammoniacali in presenza d'acqua
Mantenimento e degasaggio del forno	Captazione dei fumi dai forni e , se necessario, raffreddare ed utilizzare filtri a manica	

Captazione gas e abbattimento

I sistemi di captazione devono basarsi su una buona tenuta delle apparecchiature e, in particolare per le celle elettrolitiche, essere progettati per mantenere una adeguata depressione che minimizzi perdite ed emissioni fuggitive.

La raccolta secondaria dei fumi è caratterizzata da elevati costi e consumi energetici: è spesso più attuabile e preferibile un sistema di captazione "intelligente" e mirato in grado di catturare ogni emissione alla fonte e per tutta la sua durata, in modo da minimizzare i consumi energetici.

Altri criteri generali riguardano il recupero di calore a monte dei filtri a maniche, l'impiego di materiali filtranti ad alte prestazioni per ridurre il deterioramento e sistemi di pulizia in linea

L'impiego di allumina come fluido di adsorbimento (F e HF) con il riciclo alle celle della allumina esausta è considerato BAT.

Nella tabella seguente sono riassunte le tecniche BAT per la depurazione delle emissioni nell'alluminio primario.

Modalità di abbattimento delle emissioni considerate BAT per la produzione di alluminio primario				
Fase del processo	Captazione dei fumi	Filtro a maniche	Rimozione IPA	Rimozione VOC
Materie prime	*	*		
	Se polverosa	Se polverosa		
Elettrolisi	*	*		
		con Dry Scrubber ad allumina		
Impianto Anodi integrato	*	*	*	*

Forni di attesa e degasaggio	*	*		
		(se necessario)		

Nella tabella che segue sono indicati i potenziali inquinanti associati ad altre fasi del processo ed una panoramica delle tecniche applicabili.

Sintesi dei potenziali inquinanti associati alle singole fasi del processo e opzioni di trattamento		
Fase del processo	Inquinante	Tecniche di abbattimento disponibili
Movimentazione materie prime	Polvere	Prevenzione e corretto stoccaggio. Captazione polveri e filtri a maniche
Pretrattamento materie prime	Polvere Composti organici*	Corretto pretrattamento Captazione polveri e filtri a maniche . gestione del processo, Postcombustore e corretto raffreddamento dei gas
Produzione elettrolitica (smelter primario). Fusione secondaria	Polvere , Fluoruri, PFCs, SO2	Gestione del processo e captazione gas, adsorbimento su allumina seguito da filtro a maniche, trattamento a umido del gas se necessario)
Mantenimento/raffinazione e colata	Polvere, alogenuri e metalli Composti organici*	Gestione del processo, Captazione e depurazione gas Gestione del processo, Postcombustione e corretto raffreddamento
Formatura anodi	Polveri, Idrocarburi, PAH	Post combustore, adsorbimento su coke.
Cottura Anodi	Polveri, Idrocarburi, IPA, SO2	Post combustore, Abbattimento a secco con allumina o coke/calce.
Nota: (*) i composti organici includono i VOC come carbonio totale (escluso CO) e le diossine		

Valori in emissioni associati all'utilizzo di tecniche BAT

Le emissioni in atmosfera provenienti dai processi produttivi sono comprensive delle emissioni convogliate e depurate, e di quelle fuggitive o non captate. Gli attuali e moderni sistemi di depurazione se correttamente gestiti, assicurano un'efficiente rimozione degli inquinanti e al momento attuale le informazioni disponibili indicano che le emissioni fuggitive possono rappresentare il contributo maggiore all'emissione globale in atmosfera. Le emissioni fuggitive devono essere valutate caso per caso ed un valido strumento di misura può essere rappresentato dalla efficienza di captazione dei

fumi e, in particolare per l'elettrolisi, monitorando che l'efficienza di captazione dalle celle, mediata sul lungo periodo, tenda al 99%.

HF e Fluoro Polveri

La BAT per l'abbattimento dell'acido fluoridrico è costituita dall'adsorbimento su allumina seguito da una filtrazione su sistemi a maniche. L'efficienza di abbattimento dell'acido fluoridrico nell'ambito della BAT è funzione del tipo di reattore adottato. I reattori di ultimissima generazione si basano sul concetto *ALSTOM-ABART* che consiste nell'iniettare l'allumina fresca separatamente e a contatto con i gas "depurati" dal contatto con quella fluorata ricircolante: in tal modo il reagente più attivo viene messo a contatto con concentrazioni di HF più basse e quindi più difficili da trattare, raggiungendo concentrazioni di HF inferiori a 0.2 mg/Nm³. Altri tipi di reattori si basano invece sul principio venturi nel quale viene iniettata l'allumina fresca e nel quale oltre ai raw gas fluisce anche l'allumina riciclata, già abbondantemente satura di F. In tali impianti si possono raggiungere concentrazioni di HF intorno a 0.6 mg/Nm³ e, conseguentemente, di fluoro totale inferiori a 1,5 mg/Nm³ (mantenendo la proporzione 40% HF e 60% F polveri ipotizzata come tipica dal BRef).

Polveri

Le emissioni più significative della produzione primaria di alluminio sono rappresentate dai camini dell'elettrolisi, dai forni cottura anodi e formatura anodi. All'interno dei siti di alluminio primario esistono tuttavia numerosi processi accessori dotati di filtri a maniche (tecnologia BAT), ma dimensionati con valori di targa in linea con gli attuali limiti di legge. Per tali tipologie di sistemi filtranti, l'adeguamento alle prestazioni richieste dalle BAT attuali potrà avvenire quasi esclusivamente tramite sostituzione dei sistemi filtranti attraverso piani di adeguamento il cui termine temporale sarà anche funzione degli investimenti richiesti. Una gestione ottimale di tali sistemi accessori dovrà comunque attestarsi nel range di concentrazione 5-10 mg/Nm³.

La tabella che segue riassume, le performance ambientali, raggiungibili al camino, associate all'uso delle BAT per la produzione di alluminio elettrolitico e per la produzione di anodi integrata.

Prestazioni ambientali associate all'uso delle BAT per la produzione di alluminio elettrolitico (sala elettrolisi)			
Inquinante	Migliori performance associate all'uso delle BAT	Tecniche utilizzabili per raggiungere tale range	NOTE
Polvere	< 5 mg/ Nm ³	Filtro a maniche	Dipende dalle caratteristiche della polvere
SO ₂	Non applicabile	Controllo del contenuto in zolfo degli anodi	Soggetto a vincoli di processo (prestazione anodo)
Idrocarburi polifluorurati	Effetto anodico per cella per giorno 0.2 -0.4	Controllo di processo computerizzato	<0.1 kg /t Al

		basato su data base sulle celle attive	
HF e Fluoruri totali	HF < 0.2 mg/Nm ³ Ftot < 0.5 mg/Nm ³	Adsorbimento su allumina con reattori ABART e filtro a maniche	
	HF < 0.6 mg/Nm ³ Ftot < 1.5 mg/Nm ³	Adsorbimento su allumina con reattori VENTURI e filtro a maniche	

Nota: la tabella prende in esame le sole emissioni convogliate. I valori delle emissioni associate alle BAT sono riportati come valori giornalieri basati su monitoraggio continuo nel periodo considerato. Ove il monitoraggio continuo non sia praticabile, il valore rappresenterà la media delle misure nel periodo di campionamento. Per il sistema di abbattimento utilizzato, nella progettazione dovranno essere tenute in considerazione le caratteristiche del gas e della polvere insieme alla corretta temperatura di funzionamento.

Prestazioni ambientali associate all'uso delle BAT per le diverse fasi della produzione anodi				
Fonte	Inquinante	Migliori performance associate all'uso delle BAT	Tecniche utilizzabili per raggiungere tale range	NOTE
Stoccaggio di pece e carbone	Polveri	< 5 mg/Nm ³	Ciclone o filtro a maniche	Funzione delle caratteristiche delle polveri
		< 30 mg/Nm ³	Unità di filtrazione ad uso esclusivo dei silos	
	Idrocarburi Volatili	<10 mgC/Nm ³	Condensatore, adsorbimento, back venting dei gas durante scarico	
Idrocarburi Condensabili	<50 mgC/Nm ³			
Miscelazione formatura	Polveri	< 5 mg/Nm ³	Ciclone o filtro a maniche	Funzione delle caratteristiche delle polveri
	IPA (VD _I)*	<10 µg/Nm ³	Postcombustore	
	IPA (VD _{I+II})*	<100 µg/Nm ³	Postcombustore, Adsorbimento/scrubber a secco	
	Idrocarburi Totali	<5 mgC/Nm ³	Postcombustore	Adsorbimento/scrubber a secco
<25 mgC/Nm ³				

	SO ₂	50-200 mg/Nm ³	Scrubber ad umido o a secco (alcalino)	Solo se S viene aggiunto alla miscela o per contenuti elevati di S nel combustibile.
Cottura Anodi***	Polveri	< 5 mg/Nm ³	Filtro a maniche	Funzione delle caratteristiche delle polveri
	BaP** Benzo a- pirene	< 0.5 µg/Nm ³	Adsorbimento su allumina e filtro a maniche	Modalità e lista degli IPA da uniformare alla normativa nazionale. Il BaP è usato esclusivamente come indicatore
	IPA (OSPAR ₁₁)*	< 200 µg/Nm ³	Adsorbimento su allumina e filtro a maniche	
	Idrocarburi Volatili	< 25 mgC/Nm ³	Adsorbimento su allumina e filtro a maniche	
	Idrocarburi Totali	< 25 mgC/Nm ³	Adsorbimento su allumina e filtro a maniche	Per analogia ai valori di emissione della formatura
	HF	<0,2 mg/Nm ³	Adsorbimento su allumina con reattori ABART e filtro a maniche	Prestazioni applicabili nei casi in cui l'abbattimento è condiviso con l'elettrolisi
	Fluoro Totale	<0,5 mg/Nm ³		
	HF	<0,6 mg/Nm ³	Adsorbimento su allumina con reattori VENTURI e filtro a maniche	
Fluoro Totale	<1,5 mg/Nm ³			
<p>Nota: la tabella prende in esame le sole emissioni convogliate. I valori delle emissioni associate alle BAT sono riportati come valori giornalieri basati su monitoraggio continuo nel periodo considerato. Ove il monitoraggio continuo non sia praticabile, il valore rappresenterà la media delle misure nel periodo di campionamento. Per il sistema di abbattimento utilizzato, nella progettazione dovranno essere tenute in considerazione le caratteristiche del gas e della polvere insieme alla corretta temperatura di funzionamento.</p> <p>* La misura degli IPA è complessa ed i valori in tabella dipendono dal numero dei composti IPA che sono stati determinati e riportati.</p> <p>** Il BaP è usato solo come indicatore, il rapporto tra i singoli IPA può variare.</p> <p>*** Valori per impianti produzione anodi integrati con la produzione elettrolitica dell'alluminio. Alcuni valori si riferiscono ad impianti di abbattimento condivisi con il processo di elettrolisi.</p>				

Acque reflue

Questa tipologia di emissione è specifica di ogni singolo insediamento produttivo; in ogni caso le tecnologie esistenti per il trattamento delle acque sono in grado di assicurare elevate prestazioni ambientali. Le acque di scarico devono essere trattate per rimuovere i solidi sospesi, gli oli ed eventuali gas acidi disciolti. In vari stabilimenti viene praticato il riciclo e riutilizzo delle acque di raffreddamento e delle acque depurate provenienti dal dilavamento dei piazzali.

Nel caso dell'alluminio primario elettrolitico le emissioni di acque reflue sono correlabili ai seguenti sistemi.

- Sistema di stoccaggio dei materiali
- Sistema di refrigerazione dei trasformatori associati al processo elettrolitico
- Eventuale utilizzo di sistemi d'abbattimento ad umido per la depurazione degli aeriformi
- Sistema di trattamento acque e acque meteoriche di dilavamento

Il consumo di acqua, in considerazione del fatto che la maggior parte dei processi sono sostanzialmente a secco, se si esclude il caso degli eventuali abbattitori ad umido (wet scrubber) può pertanto essere considerato assai limitato.

Residui di processo

Il principio della minimizzazione dei residui e del loro massimo riutilizzo fa parte delle BAT

L'industria dell'alluminio primario ha orientato i processi produttivi in questa direzione, puntando al riutilizzo diretto dei residui nel ciclo di lavorazione od all'utilizzo in altri processi produttivi.

Esempi particolari sono i seguenti.

- Utilizzo delle SPL⁴ come materia prima in altri processi o come combustibile
- Riutilizzo dei rivestimenti refrattari dei forni, ove realizzabile
- Riutilizzo direttamente nel processo delle polveri abbattute dalle unità di filtrazione

E' comunque impossibile e non realistico associare delle quantità specifiche all'utilizzo delle BAT data la forte dipendenza dei residui dalla qualità delle materie prime.

La tabella che segue riporta alcune opzioni di riutilizzo relative ad un impianto di alluminio primario.

⁴ Il rifiuto SPL è da considerare, per quantità e qualità, un rifiuto particolarmente pericoloso. Esso infatti contiene, in quantità rilevanti (potenzialmente fino al 13% in peso, da fonte EPA, 40 CFR parti 260, 261, 268 e 271), fluoruri e, in quantità minori, cianuri e metalli. La pericolosità del rifiuto, non incluso nel DM 12 giugno 2002, n. 161 citato in altro paragrafo di questo documento, rende opportuna una particolare cautela nel suo riutilizzo all'interno di altri cicli produttivi ovvero per l'eventuale smaltimento. Ovviamente l'eventuale utilizzo in altri cicli produttivi dovrebbe essere accompagnato dalla consapevolezza della possibilità che tanto le fasi di deposito e movimentazione del materiale (per la presenza di cianuri) quanto le fasi di utilizzo comportino le necessarie precauzioni per la limitazione ed il controllo delle eventuali emissioni conseguenti (fluoruri, metalli).

Opzioni per i residui di lavorazione di un impianto di alluminio primario	
Sorgente	Utilizzo /opzioni di trattamento
Schiumature di alluminio	Recupero nel settore dell'alluminio secondario
Polveri residue di filtrazione	Riutilizzo nel processo
SPL	Comburente, materiale di rivestimento, riducente, materia prima nell'industria dell'acciaio e del cemento
Mattoni refrattari	Dall'unità di cottura anodi,: riutilizzo
Acciaio	Recupero
Polvere di carbone (impianto anodi)	Riutilizzo

Monitoraggio

Il piano di monitoraggio ha lo scopo di:

- fornire le informazioni atte a documentare l'attuazione del livello di protezione ambientale richiesto dall'autorizzazione integrata IPPC;
- fornire indicazioni sulle misure ambientali previste per il controllo delle emissioni nell'ambiente, al fine di verificare condizioni di conformità rispetto ai Valori Limite di Emissione (VLE);
- fornire indicazioni in merito alle prestazioni ambientali delle tecniche adoperate ed al loro possibile miglioramento;
- fornire dati utili alle comunicazioni aziendali per la costruzione dei registri nazionali e comunitari delle emissioni;
- fornire indicazioni specifiche (frequenze, elaborazione e valutazione dati) sulle modalità di effettuazione delle misure di monitoraggio ambientale.

In generale la scelta dei parametri da monitorare dipende dai processi produttivi, dalle materie prime e dai prodotti chimici usati nel singolo insediamento.

Devono pertanto essere considerati soltanto gli elementi e/o composti significativamente presenti nel ciclo di lavorazione.

I parametri di impatto ambientale relativi ai vari metalli non ferrosi sono riportati nei capitoli specifici della presente Linea Guida e in generale si riferiscono ad aria, acqua, suolo e rumore.

Il piano di monitoraggio, nella selezione dei parametri da considerare e nella formulazione del programma, deve tenere presente i livelli di rischio potenziale di danno ambientale, la probabilità del superamento dei valori limiti di emissione (VLE) e la gravità delle conseguenze dell'eventuale superamento dei limiti nel contesto del singolo insediamento.

Occorre inoltre considerare, in particolare nella determinazione delle frequenze:

- le caratteristiche tecniche specifiche dell'impianto in questione, la sua ubicazione geografica e le condizioni locali dell'ambiente;
- le condizioni operative del processo produttivo (ad es. processi continui o discontinui) ed i cicli delle varie operazioni;
- l'importanza di situazioni non di regime, quali l'avviamento e l'arresto;
- l'esistenza di un adeguato sistema di gestione ambientale a supporto di una generale affidabilità delle misure.

Le modalità specifiche di monitoraggio possono inoltre essere diverse ed in particolare seguire diversi approcci operativi, anche in funzione dell'affidabilità delle misure stesse e dei relativi tempi e costi.

Si possono in particolare avere.

- Misure dirette
- Parametri sostitutivi
- Calcoli
- Fattori di emissione

Occorre comunque tenere presente che ogni metodo tra quelli sopra indicati, non esclude gli altri e che una eventuale contemporaneità può rafforzare la attendibilità delle rilevazioni.

Gli impianti produttivi normalmente eseguono con opportuna frequenza una serie di controlli su parametri caratteristici del processo produttivo nel suo complesso. L'adozione di misure in continuo deve essere valutata caso per caso in funzione delle specificità ambientali locali ed impiantistiche.

In relazione alle specifiche caratteristiche di ogni singolo insediamento, sarà opportuno che l'autorità competente per il rilascio dell'autorizzazione integrata ambientale ricerchi con l'azienda interessata la soluzione ottimale per definire un corretto, efficace e realistico piano di monitoraggio e di trasmissione dati.

Alcune indicazioni preliminari da prendere come riferimento possono essere formulate sulla base di quanto riportato nella presente Linea Guida e nello stesso documento BRef originale, tenendo comunque presente alcuni aspetti particolari:

- occorre ad esempio distinguere tra esigenze di confronto tecnologico, tipiche delle performance ambientali riportate nel BRef, e le esigenze di monitoraggio ambientale specifiche degli organi di controllo e delle stesse aziende;
- alcuni dei parametri utilizzati dal BRef non sono necessariamente significativi, come nel caso del monitoraggio dell'SO_x nelle emissioni in aria, nel caso di combustione di gas naturale, o di altro combustibile a basso tenore di zolfo.

Le tabelle che seguono riassumono i parametri più significativi e le frequenze (puramente indicative) utilizzabili come riferimento di partenza nella definizione del piano di monitoraggio. Le frequenze di monitoraggio qui proposte corrispondono a situazioni operative standard ed a normale prassi industriale. Esse non devono essere

intese come la soluzione migliore per ogni situazione, sono modificabili in ragione di specifiche condizioni locali e prescindono da prescrizioni specifiche contenute nella normativa ambientale (attuale e futura) che deve essere, in ogni caso, rispettata.

Le tabelle seguenti, infine, riguardano le sole emissioni convogliate. Anche le emissioni diffuse e fuggitive costituiscono un aspetto rilevante e dovranno essere monitorate, in funzione dell'efficienza dei sistemi di prevenzione e captazione, tenendo presente che allo stato attuale non esiste un metodo unico e condiviso per la loro valutazione.

EMISSIONI IN ACQUA

Acque di raffreddamento conversione elettrica (acqua mare)	Unità di misura	Frequenza
pH	Unità pH	Mensile
Temperatura	°C	Mensile
C.O.D.	mg/l	Mensile

Acque industriali (diverse da acqua mare)	Unità di misura	Frequenza
pH	Unità pH	Quadrimestrale
Temperatura	°C	Quadrimestrale
Solidi sospesi	mg/l	Quadrimestrale
C.O.D.	mg/l	Quadrimestrale
Cloruri	mg/l	Quadrimestrale
Solfati	mg/l	Quadrimestrale
Fluoruri	mg/l	Quadrimestrale
Oli minerali	mg/l	Quadrimestrale
IPA	mg/l	Quadrimestrale
Alluminio	mg/l	Quadrimestrale
Altri parametri relativi al decreto 152/99 potenzialmente presenti	mg/l	Quadrimestrale
Altri parametri relativi al decreto 152/99	mg/l	Annuale

Nel caso degli effluenti liquidi il monitoraggio in continuo può essere valutato e può essere applicato a parametri quali pH, temperatura e conducibilità, mentre non è tecnicamente attuabile per le determinazioni sui parametri chimici, quali metalli pesanti, solfati e cloruri.

EMISSIONI CONVOGLIATE IN ARIA

In considerazione dei numerosi punti di emissione in aria che caratterizzano gli stabilimenti della produzione di alluminio primario, risulta particolarmente difficile definire un elenco di parametri generale per tutti i camini e gli scarichi idrici. Per tale motivo, di seguito si ipotizza un piano di monitoraggio generale per i punti di emissione più significativi.

Infine, si evidenzia che i gas serra quali CO₂ e PFC vengono normalmente valutati mediante algoritmi di calcolo riconosciuti a livello internazionali ed adottati, ad esempio, nell'ambito dello schema di Emission Trading dell'Unione Europea. Tali calcoli forniscono infatti delle stime di emissione maggiormente rappresentative rispetto alle singole misurazioni effettuate al camino.

Parametro emissioni in ARIA dal camino elettrolisi	Unità di misura	Frequenza
Polveri Totali	mg/Nm ³	Semestrale
Fluoro gas	mg/Nm ³	Semestrale
Fluoro polveri	mg/Nm ³	Semestrale
SO ₂	mg/Nm ³	Semestrale
NO _x	mg/Nm ³	Semestrale
CO	mg/Nm ³	Semestrale

Parametro emissioni in ARIA dal camino Forno cottura anodi	Unità di misura	Frequenza
Polveri Totali	mg/Nm ³	Semestrale
SO ₂	mg/Nm ³	Semestrale
NO _x	mg/Nm ³	Semestrale
IPA	mg/Nm ³	Semestrale
Sostanze Organiche Totali	mg/Nm ³	Semestrale
Fluoro gas	mg/Nm ³	Semestrale
Fluoro polveri	mg/Nm ³	Semestrale

Si ritiene opportuno evidenziare che:

- metalli e sostanze tipiche della produzione possono avere tempistiche di monitoraggio diverse da quelle sopra riportate qualora specificamente indicate nella normativa nazionale e regionale;
- altri parametri previsti dal BRef e dalle liste EPER (vedi paragrafo monitoraggio nel capitolo di questo documento dedicato all'analisi dell'applicabilità ad impianti esistenti delle tecniche di prevenzione integrata dell'inquinamento) potrebbero essere presenti in funzione delle sostanze/preparati utilizzati, e delle caratteristiche del processo e pertanto potrebbero essere oggetto di monitoraggio delle emissioni secondo una tempistica da valutare nel caso specifico;
- il monitoraggio in continuo può essere valutato dal gestore, ed eventualmente concordato con l'autorità competente, per una sua applicazione, in casi particolari, ai punti di emissione di maggiore rilevanza ambientale (sia in termini di portata degli effluenti che di pericolosità degli inquinanti presenti) anche al fine di documentare e garantire il rispetto dei limiti di emissione che saranno fissati per l'impianto.

MONITORAGGIO DEI RIFIUTI

Ai fini del monitoraggio, per i rifiuti prodotti dall'impianto oppure in ingresso all'impianto autorizzato, il gestore provvede a registrare e detenere, per un adeguato periodo di tempo, i seguenti elementi:

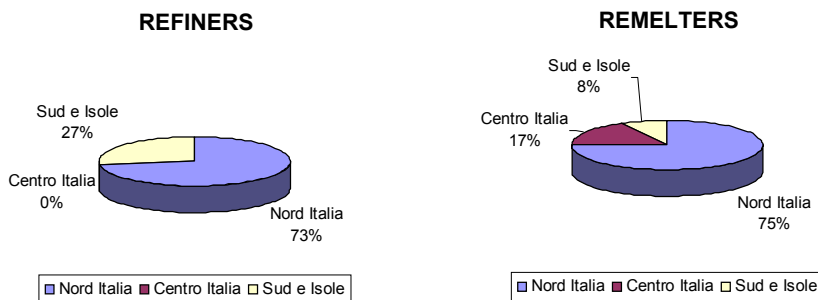
- la composizione;
- la migliore stima/pesata della quantità prodotta;
- i percorsi dello smaltimento;
- la migliore stima della quantità inviata al recupero;
- registri di carico e scarico, formulari di identificazione dei rifiuti, autorizzazioni degli impianti di smaltimento.

PROCESSI PER LA PRODUZIONE DI ALLUMINIO DA MATERIE SECONDARIE

La tabella ed i grafici seguenti forniscono una rappresentazione grafica della distribuzione delle aziende sul territorio nazionale:

Tipo di azienda	REFINERS		REMELTERS	
	N°aziende	%	N° aziende	%
Nord – Italia	16	73	18	75
Centro - Italia	0	0	4	17
Sud e Isole	6	27	2	8
Totale	22	100	24	100

Il fatturato anno globale per i refiners si aggira intorno ai 1.000.000.000 Euro (dato relativo all'anno 2002).



Un aspetto saliente del settore è rappresentato dall'approvvigionamento della materia prima che per circa il 67% proviene dal territorio nazionale e per il restante 33% dall'estero; vale la pena sottolineare come l'intero quantitativo di rottami di alluminio prodotti in Italia sia completamente recuperato internamente e che quindi per poter soddisfare alla capacità produttiva installata risulta necessario ricorrere a rottami provenienti dall'esterno.

La quasi totalità della materia prima in ingresso può essere stimata in circa 900.000 ton/anno.

Descrizione del processo di produzione, degli eventuali sottoprocessi e degli impianti per i quali sono analizzate le migliori tecniche disponibili anche con riferimento alle analisi comunitarie descritte nel BRef

Rispetto ad altri metalli non ferrosi, la produzione di alluminio secondario si contraddistingue per alcuni aspetti peculiari quali la vasta gamma di materie prime utilizzate e la diversità dei forni impiegati nel processo di fusione; generalmente le caratteristiche della materia prima utilizzata (dimensione del rottame, contenuto di ossidi, grado di contaminazione, ecc.) determinano la scelta del processo più idoneo

come ad esempio la necessità di effettuare o meno una fase di pretrattamento o di utilizzare uno specifico forno di fusione.

Tra le principali tipologie di rottami di alluminio utilizzati come materie prime ricordiamo le seguenti:

- sfridi di lavorazione;
- lattine usate;
- fogli, nastri e lamiere;
- torniture;
- rottami da demolizione;
- schiumature.

Prima della fusione i rottami vengono normalmente pretrattati per eliminare o rimuovere i contaminati e le impurità presenti; ad esempio le torniture o le lattine vengono essiccate o sverniciate e ciò consente di aumentare la resa di fusione e nel contempo di ridurre l'effetto sulle emissioni.

Per la fusione dei rottami è possibile utilizzare forni di diversa progettazione e differente conduzione in funzione della materia prima alimentata e della necessità ad esempio di utilizzare flussanti salini come agenti copertori del metallo fuso; alcuni forni di fusione possono inoltre essere dotati di pompe o sistemi equivalenti per la circolazione del metallo fuso o di sistemi di inclinazione dell'asse di rotazione del forno tali da consentire una maggiore resa di fusione e una riduzione del consumo di flussante salino.

Data l'elevata affinità dell'alluminio verso l'ossigeno, da cui deriva la sua forte tendenza all'ossidazione, durante la fusione dei rottami, la lega allo stato liquido deve essere protetta dal contatto con l'aria e dalle fiamme dei bruciatori. Per questo motivo vengono utilizzati flussi copertori o fondenti (mediamente nell'ordine di circa 300 kg sale/t di alluminio caricato) costituiti principalmente da una miscela di cloruro di sodio e potassio a cui possono essere aggiunte piccole quantità di fluoruri come fondenti; queste miscele saline (caricate al forno nell'ordine di circa 300 kg/t di alluminio) oltre a prevenire l'ossidazione del metallo fuso sono in grado di inglobare le impurità presenti nel rottame. Una riduzione del quantitativo di flussante nella fase di fusione può essere ottenuta pretrattando il rottame (aumentandone il contenuto metallico) oppure utilizzando forni di fusione rotativi ad asse inclinato (tilting furnace); nel caso siano disponibili rottami con elevato grado di purezza e di determinate dimensioni possono essere utilizzati forni a riverbero eventualmente attrezzati con sistemi di pompaggio o di rimescolamento del metallo.

Ultimata la fusione del rottame, il metallo allo stato liquido viene travasato nei forni di attesa prima di essere avviato alla fase di colata subisce una serie di trattamenti al fine di:

- rimuovere le ultime impurità presenti (gas idrogeno disciolto o magnesio) mediante degasaggio con gas inerte o con una miscela di cloro e gas inerte o mediante sali;
- raggiungere la corretta composizione finale della lega desiderata aggiungendo quantità predeterminate di alliganti quali Si, Cu, Mn;

- rimuovere lo strato superficiale di alluminio ossidato (schiumatura) per ridurre la presenza di ossidi nel metallo.

L' alluminio può essere quindi avviato alla fase di colata da cui fuoriesce sotto forma di lingotti, barre, billette.

Dagli impianti di produzione dell'alluminio secondario si originano alcuni residui di processo che possono essere recuperati; tra questi ricordiamo in particolare le schiumature e le scorie saline.

Le schiumature come sopra accennato provengono dalla fase di pulizia superficiale dei forni di fusione a riverbero o di mantenimento e la loro produzione si attesta intorno ai 15 – 20 kg/tonn di alluminio prodotto; data la presenza di alluminio metallico inglobato nella scoria con valori compresi tra il 20 e l'80% ed al fine di minimizzare la perdita per ossidazione, il materiale può essere ad esempio raffreddato con gas inerte o pressato a caldo. Inoltre le schiumature raffreddate possono essere:

- a) recuperate direttamente nel forno;
- b) arricchite nella frazione metallica mediante processi di macinazione e vagliatura.

Le scorie saline provengono invece dalla fase conclusiva del processo di fusione a forno rotativo; terminato lo spillaggio dell'alluminio dal forno rotativo al forno a riverbero viene estratta la scoria salina che viene versata e lasciata raffreddare in apposite vasche metalliche. Successivamente i grossi blocchi di scoria vengono macinati finemente, recuperando nel contempo la frazione di alluminio metallico presente mediante vagliatura o mediante sistemi ad induzione; la dissoluzione in acqua della frazione fine e la successiva fase di decantazione e filtrazione permettono di separare la frazione solubile (miscela salina) da quella insolubile (ossidi metallici) che, dopo lavaggio con acqua, può essere avviata al recupero.

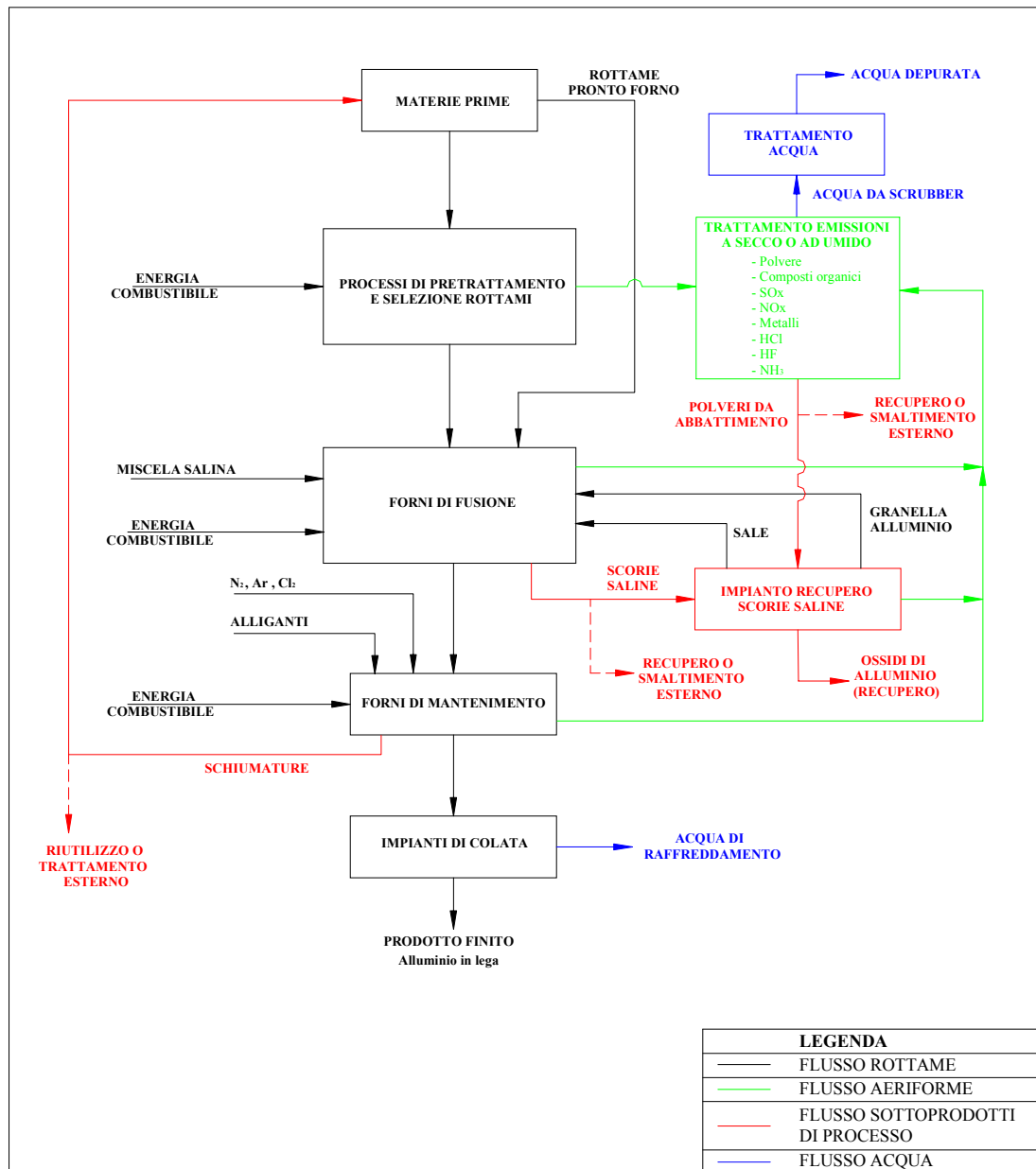
La salamoia purificata viene inviata alle fasi di evaporazione e cristallizzazione da cui vengono recuperati i sali che possono essere riciclati al processo di fusione.

Emissioni e livelli di consumo

Dai processi utilizzati per la produzione di alluminio secondario si possono generare emissioni in atmosfera e nelle acque.

Le emissioni in aria di polveri, di acido cloridrico e di composti organici possono derivare dalle fasi di trattamento e di fusione dei rottami; inoltre emissioni fugitive possono provenire dalle fasi di stoccaggio e movimentazione dei materiali o dalle operazioni di carico agli impianti di trattamento e fusione.

Le emissioni in acqua di solidi sospesi, di sostanze oleose e di metalli possono provenire dallo stoccaggio all'aperto di rottami sottoposti a dilavamento da parte delle acque meteoriche; altre tipologie di scarichi idrici sono rappresentate dalle acque utilizzate per il trattamento delle emissioni (scrubbers) o da acque impiegate per il raffreddamento nei processi di colata.



Emissioni in aria

Di seguito viene riportata una tabella in cui è rappresentata la significatività di certi inquinanti in funzione della fasi del processo produttivo.

Significatività delle emissioni in aria in funzione del processo			
Inquinante	Pretrattamento	Fusione	Raffinazione
HCl, HF	*	**	***
Composti metallici	**	**	**
NO _x	*	**	* (gas di combust.)
Comp. org. (VOC,	***	***	

diossine)			
Polveri	***	***	**
Note: *** molto significativo * poco significativo			

Per la captazione dei gas e dei fumi generati dai processi produttivi devono essere utilizzati sistemi di raccolta e convogliamento correttamente progettati anche in funzione dei numerosi punti di emissioni talvolta presenti sugli impianti; in aggiunta possono essere adottati sistemi di carica che aderiscono ai forni, riducendo pertanto le emissioni. Le emissioni fugitive possono essere ridotte fortemente disponendo di un idoneo sistema di captazione dei fumi.

Le emissioni di polveri e metalli devono essere valutate congiuntamente e possono essere generate in tutte le fasi del processo produttivo. Varie installazioni, al fine di rimuovere le polveri ed i metalli associati, utilizzano filtri a manica o filtri ceramici ad alta efficienza con valori in emissione compresi tra 0,6 – 20 mg/Nm³; anche dal processo di recupero delle scorie saline, se presente nel sito, possono derivare emissioni di polveri che devono essere attentamente valutate.

Nel caso di combustione di materiale organico associato al rottame ed in presenza di cloruri è possibile inoltre la formazione di diossine che si possono fissare sulle polveri.

L'emissione di composti organici può derivare da fasi di combustione in atmosfera povera di ossigeno; inoltre la presenza di cloro, ad esempio nelle fasi di degasaggio, può essere una fonte di cloruri per la generazione di diossine. La riduzione di tali composti può essere ottenuta mediante:

- pretrattamento della materia prima;
- utilizzo di bruciatori con controllo della combustione;
- postcombustione dei gas seguita da successiva iniezione di carboni attivi e da un efficace sistema di filtrazione delle polveri.

La presenza di ossidi di azoto e di zolfo è normalmente associata al sistema di combustione utilizzato sui forni; normalmente l'emissione di questi composti non è significativa e può comunque essere ridotta utilizzando combustibili a basso tenore di zolfo o mediante bruciatori ad ossicombustione che riducono la formazione di NO_x anche se esiste la possibilità che le alte temperature sviluppate possano sortire l'effetto contrario.

Emissioni di HCl, HF possono provenire dalle operazioni di trattamento del metallo fuso mediante miscele contenenti cloro utilizzate per rimuovere l'idrogeno disciolto ed il magnesio; possono derivare inoltre dall'utilizzo di flussanti salini nei forni di fusione. Per rimuovere tali composti si possono utilizzare sistemi di depurazione a scrubber (ad umido o a secco).

Di seguito si riportano alcune tabelle riassuntive delle emissioni in aria specifiche per impianto.

ESSICCATOIO	
Emissioni (mg/ Nm ³)	Range
Polveri	<5 – 50

HF	< 5
HCl	3 – 40
NO ₂	40 – 420
Diossine (ng/Nm ³)	0,1 – 1
VOC	10 – 57

FORNI ROTATIVI	
Emissioni (mg/ Nm³)	Range
Polveri	1 – 30
HF	0,1 – 5
HCl	0,1 – 40
NO ₂	50 – 450
Diossine (ng/Nm ³)	0,1 – 1
VOC	5 – 90

FORNI A RIVERBERO E FORNI A CAMERA APERTA	
Emissioni (mg/Nm³)	Range
Polveri	0,1 – 35
HF	0,1 – 5
HCl	0,5 – 40
NO ₂	15 – 450
Diossine (ng/Nm ³)	0,1 – 1
VOC	2 – 55

FORNI A SUOLA INCLINATA	
Emissioni (mg/Nm³)	Range
Polveri	5 – 50
HF	< 5
HCl	30 – 40
NO ₂	20 – 420
Diossine (ng/Nm ³)	0,1 – 1
VOC	5 – 57

Emissioni in acqua

La produzione di alluminio da materie secondarie (rottami) si contraddistingue per la presenza di impianti che operano principalmente a secco. Gli scarichi idrici sono di norma limitati all'acqua di raffreddamento per il processo di colata, potenzialmente riciclabile, ed all'acqua di dilavamento delle superfici che può essere contaminata per effetto dello stoccaggio all'aperto di rottami oleosi o pulverulenti. A questi scarichi devono essere aggiunte le notevoli quantità che possono derivare dall' utilizzo di sistemi ad umido (scrubber) per l' abbattimento degli effluenti gassosi.

Residui di processo e rifiuti

Oltre alle schiumature di alluminio ed alle scorie saline altri tipici residui sono correlati al processo di produzione dell'alluminio secondario e sono identificabili nelle polveri di depurazione dei fumi e nei refrattari esausti.

Nel primo caso, se si utilizza bicarbonato di sodio per la neutralizzazione dei fumi, le polveri di abbattimento possono essere recuperate nel processo di riciclo delle scorie saline o in alternativa possono essere conferite in discarica; anche i refrattari possono essere recuperati nell'impianto di riciclo delle scorie saline oppure possono essere conferiti in discarica.

Nella tabella seguente vengono indicati alcuni tipici residui di produzione dell'alluminio secondario.

RESIDUI TIPICI DELL'ALLUMINIO SECONDARIO				
Residuo	Origine	Volume	Trattamento	Note al trattamento
Scorie saline	Fusione in forno rotativo	Fino a 500 kg/ton Al	Recupero mediante dissoluzione e cristallizzazione. Prodotti recuperati e di possibile utilizzo: - granella di Al - miscela di Sali - ossido di Al	Evita lo smaltimento in discarica
Polveri di abbattimento filtri	Depurazione dei fumi esausti	Fino a 35 kg/ton Al	Smaltimento previo pretrattamento Parzialmente riutilizzati con le scorie saline o utilizzati nell'industria dell'acciaio	Vietato lo smaltimento in superficie in alcuni paesi; possibile trattamento termico (polveri neutralizzate con bicarbonato di sodio possono essere riciclate con le scorie saline)
Refrattari	Forni di fusione	Circa 2 kg/ton Al	Potenziabile riutilizzo nel processo di riciclo dei sottoprodotti di fusione in alternativa smaltimento	In alcuni paesi è vietato lo smaltimento in superficie. Produzione di composti refrattari

Schiumature	Tutti i forni che non utilizzano sali. Fonderie	Circa 25 kg/t Al 40-80 kg/t Al	Fusione in forni rotativi. Riutilizzo della granella di alluminio nei forni rotativi; la polvere della schiumatura è recuperata con le scorie saline	Evita lo smaltimento in discarica
-------------	--	---------------------------------------	---	-----------------------------------

Per quanto riguarda le scorie saline si riportano alcuni valori relativi alla composizione tipica ed alle emissioni associate al processo di recupero.

COMPOSIZIONE TIPICA DELLA SCORIA SALINA		
Elemento	Valore tipico %	Intervallo %
Alluminio metallico	10	5 - 20
Frazione solubile in acqua	45	40 - 50
Frazione insolubile in acqua	45	40 - 50

EMISSIONE TIPICA DA TRATTAMENTO DELLE SCORIE SALINE (mg/Nm³)	
Emissione	Intervallo
Polveri	15 - 40
Ammoniaca	30 - 40
Fosfina	0,1 - 0,5
Idrogeno solforato	50 - 100

Processo di recupero delle scorie saline - Descrizione del processo

La miscela salina esausta evacuata a fine ciclo dai forni di fusione viene raffreddata lentamente in grossi contenitori metallici; i blocchi di scoria subiscono una prima frantumazione grossolana, per poi essere inviati all'impianto di macinazione che rappresenta il primo stadio del processo di recupero.

Nell'impianto di macinazione la scoria viene macinata finemente e durante questa fase viene recuperata la frazione di alluminio metallico (circa al 10%) inglobata nella scoria mediante vagliatura od utilizzando sistemi di separazione ad induzione magnetica; mentre l'alluminio può essere recuperato direttamente nei forni di fusione, le polveri fini vengono avviate al secondo stadio del processo di recupero.

Mediante la dissoluzione in acqua delle polveri fini viene effettuata la separazione della frazione solubile (miscela salina) da quella insolubile (ossidi metallici); gli ossidi metallici (costituiti principalmente da Al_2O_3) previa decantazione, vengono filtrati e lavati con acqua fino ad ottenere un prodotto idoneo al recupero. La salamoia filtrata viene invece sottoposta al processo di evaporazione e cristallizzazione da cui vengono recuperati i cristalli dei sali originari; la miscela salina viene quindi riutilizzata nel processo di fusione; l'acqua di condensa che proviene dall'evaporazione della salamoia viene invece riciclata internamente al processo nelle fasi di dissoluzione delle polveri e di lavaggio degli ossidi.

L'impianto di riciclo delle scorie saline può risultare idoneo anche per il riciclo di polveri di abbattimento dei fumi trattate con bicarbonato di sodio e di materiali refrattari derivanti dalla manutenzione periodica dei forni di fusione.

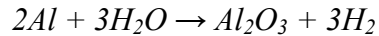
Tra i principali effetti benefici sull'ambiente si possono citare:

- a) la riduzione del quantitativo di rifiuti avviati allo smaltimento in discarica;
- b) il risparmio delle risorse mediante il riutilizzo selettivo dei componenti (alluminio e miscela salina recuperati nel processo di fusione originario, ossidi d'alluminio avviati al recupero).

Nella figura che segue viene presentato uno schema a blocchi tipico delle operazioni di recupero delle scorie saline.

Processi di raffinazione e colata

Durante la permanenza allo stato liquido le leghe di alluminio si saturano di gas ed in particolare di idrogeno, in quanto l'alluminio reagisce con l'acqua secondo la reazione:



L'umidità può derivare dall'atmosfera, dalle materie prime non sufficientemente essiccate o dall'utilizzo di attrezzi di lavoro. La forte e repentina diminuzione di solubilità dell'idrogeno in prossimità della temperatura di solidificazione, in presenza di tenori elevati di gas disciolto, determina la formazione di piccole bolle inglobate nella matrice metallica provocando un decadimento delle caratteristiche della lega.

Per prevenire questo effetto all'interno dei forni di raffinazione vengono eseguiti trattamenti di degasaggio mediante utilizzo di miscele contenenti cloro, argon o azoto; il degasaggio con gas inerte (azoto) esercita, tramite gorgogliamento, una semplice azione di trascinamento meccanico delle bollicine di idrogeno mentre l'utilizzo di miscele contenenti cloro agisce chimicamente legandosi con l'idrogeno e producendo acido cloridrico; in questo caso si rende necessaria la captazione e depurazione dei fumi acidi prodotti (dato che la percentuale di cloro nella miscela di degasaggio non supera il 5% in volume, la presenza nell'emissione di cloro gassoso residuo può essere ritenuta trascurabile).

Concluse le operazioni di trattamento della lega all'interno del forno (scorifica superficiale, alligazione e degasaggio) e raggiunta la temperatura idonea per la colata, il metallo fuso viene trasferito dal forno di attesa all'impianto di colata mediante canali rivestiti di materiale refrattario; durante il trasferimento del metallo è possibile eseguire ancora un degasaggio finale ed una filtrazione in linea mediante filtri ceramici.

I processi di colata possono essere distinti in:

- colata in lingottiera;
- colata continua;
- colata semicontinua (billette);
- colata in siviere per il trasporto su strada allo stato liquido.

Nei primi tre casi il metallo fuso viene solidificato progressivamente mediante il raffreddamento della superficie esterna dello stampo, della ruota o del collare di colata utilizzando l'acqua come fluido refrigerante.

Nell'ultimo caso invece, il metallo viene consegnato all'utilizzatore finale (fonderia di getti) allo stato fuso all'interno di speciali siviere rivestite di materiale refrattario in grado di mantenere costante la temperatura del liquido anche per alcune ore; il trasporto su strada di tali recipienti è sottoposto alla normativa ADR sulle merci pericolose.

Acque reflue e residui di processo

Tutti gli scarichi provenienti dal processo produttivo dovrebbero essere trattati per separare i solidi sospesi, gli eventuali oli e composti inorganici quali ad esempio gas acidi assorbiti che se necessario dovrebbero essere neutralizzati.

Tra gli scarichi idrici provenienti dalle attività di produzione di alluminio secondario possono essere citate le seguenti tipologie:

- scarichi di acque da dilavamento dei piazzali utilizzati anche per il deposito dei rottami;
- scarichi di acque di raffreddamento dai processi di colata (circuito aperto) o spurgo delle torri di evaporazione (circuito chiuso); il consumo di acqua si aggira intorno ai 2 - 2,5 m³/t alluminio prodotto;
- scarichi di acque utilizzate per la depurazione degli effluenti gassosi (impianti scrubber).

In alcuni siti si effettua il riciclo interno sia delle acque di raffreddamento sia delle acque di dilavamento dei piazzali; queste possono essere riutilizzate ad esempio nel processo di recupero dei sottoprodotti di fusione dell'alluminio per reintegrare la perdita di acqua di processo dovuta ai prodotti umidi in uscita dagli impianti (sale, ossidi di alluminio lavati).

Le tecniche che privilegiano il riutilizzo dei residui di processo devono essere considerate tecniche BAT; tra queste citiamo nuovamente il riciclo dei seguenti residui di produzione:

- scorie saline da forno rotativo;
- schiumature di alluminio dai forni;
- polveri di abbattimento da impianti di depurazione;
- refrattari esausti.

Vale inoltre sottolineare che dal processo di recupero interno di tali residui deriva il rifiuto non pericoloso "polvere di allumina" il quale ad esempio viene conferito ai cementifici come integratore nella miscela per la produzione del clinker.

Particolare attenzione deve comunque essere riservata alle operazioni di movimentazione, manipolazione e stoccaggio dei predetti residui che per le loro caratteristiche chimico – fisiche dovrebbero preferibilmente essere stoccati al coperto e su superfici pavimentate riducendo al minimo le operazioni all'aperto; in ogni caso è consigliata la raccolta ed il trattamento delle acque provenienti dalle aree dedicate allo stoccaggio.

Definizione (sulla base dell'approfondimento e dell'estensione delle analisi svolte in sede comunitaria), della lista delle migliori tecniche per la prevenzione integrata dell'inquinamento dello specifico settore in Italia

In questo capitolo vengono presentate una serie di tecniche che possono essere adottate sia per prevenire e ridurre le emissioni e la produzione di residui e rifiuti sia per minimizzare i consumi energetici; tutte queste tecniche sono al momento disponibili e di seguito sono riportati alcuni esempi di applicazione; in ogni caso esse devono essere valutate caso per caso in quanto fortemente dipendenti dalla tipologia di materia prima utilizzata e dai processi in uso.

Le tecniche indicate di seguito sono state suddivise per singola fase del processo produttivo.

Migliori tecniche disponibili

L'individuazione delle BAT per questo specifico settore è derivata da una analisi delle seguenti componenti:

- a) identificazione delle problematiche ambientali correlabili al settore (emissioni in aria, in acqua e produzione di rifiuti)
- b) analisi delle tecniche potenzialmente applicabili al settore e verifica dei migliori livelli di performance ambientali
- c) analisi dei costi e delle condizioni specifiche in funzione delle quali possono essere raggiunti le migliori performance ambientali

Si deve sottolineare che i livelli di emissione e di consumo associati all'utilizzo delle BAT devono essere considerati in funzione delle specifiche condizioni di riferimento; l'adozione delle BAT è infatti influenzata da numerosi fattori quali ad esempio la tipologia di materia prima utilizzata ed il relativo grado di contaminazione, la possibilità in funzione del tipo di forni utilizzati di minimizzare le emissioni diffuse e infine di ridurre sia il consumo di acqua sia la produzione di rifiuti favorendone al contempo il riutilizzo.

I livelli di emissione e di consumo riportati non sono quindi da intendersi come valori – limite, ma rappresentano le prestazioni ambientali che possono essere previste come risultato dell'applicazione delle tecniche descritte; d'altra parte i costi reali dell'applicazione di una determinata tecnica dipendono fortemente dalla specifica situazione.

In generale si prevede che i nuovi impianti possano essere progettati in modo da operare ai livelli riportati nel BRef, o anche meglio, mentre gli impianti esistenti possono orientarsi verso tali livelli, stanti le condizioni di applicabilità tecnica ed economica delle tecniche per ciascun caso.

Stoccaggio, movimentazione e pretrattamento delle materie prime

Per la produzione di alluminio secondario possono essere utilizzati diverse tipologie di rottami che si contraddistinguono per il contenuto metallico, per la forma e pezzatura, per la composizione analitica e grado di contaminazione; ovviamente tali caratteristiche influenzano direttamente il metodo di stoccaggio, di movimentazione e di trattamento.

Ad esempio i rottami che possono essere contaminati da olio o da composti solubili devono essere stoccati al coperto; lo stesso dicasi per le schiumature dato che, a contatto con l'acqua possono sviluppare gas ammoniacali.

Tecniche specifiche che possono essere applicate a questa fase del processo produttivo sono:

- utilizzo di pretrattamenti specifici in funzione della materia prima utilizzata al fine di rimuovere la frazione oleosa o il rivestimento eventualmente presente sul rottame o per separare l'ossido dal metallo. La rimozione di olio o di rivestimenti sui rottami è una tecnica praticata mediante l'uso di essiccatori o decoaters;
- adozione di ulteriori tecniche di pretrattamento quali la granulazione, la separazione selettiva dei vari metalli mediante tecniche di flottazione a mezzo denso o ad aria, la separazione magnetica della frazione ferrosa;
- trattamento delle schiumature mediante macinazione con l'utilizzo di adeguato sistema di aspirazione ed abbattimento delle polveri;
- utilizzo sistemi di stoccaggio e manipolazione delle polveri tali da prevenire la formazione di emissioni sono da considerare come tecniche BAT.

La tabella successiva riporta le tecniche adottate per le varie tipologie di materiali.

Metodi per lo stoccaggio, movimentazione e pretrattamento dei materiali per alluminio secondario				
Materiale	Stoccaggio	Movimentazione	Pretrattamento	Note
Combustibili e oli	Serbatoio o fusti in aree confinate	Idonee tubazioni o sistemi manuali	Riscaldamento dello stoccaggio e delle tubazioni	Ventilazione dei gas prodotti
Miscele saline e flussanti	Confinare se polverose	Trasportatori chiusi con raccolta delle polveri o caricatori con benna		L'utilizzo di silos può risultare non adeguato per fenomeni di impaccamento del materiale
Polveri (es. schiumature) Materiali fini	Confinare se polverose	Trasportatori chiusi con raccolta polvere o caricatori con benna	Macinazione e separazione della frazione metallica per densità e/o pezzatura	
Torniture	Al coperto se contengono	Caricatori meccanici o caricatori con	Essiccazione Centrifugazione	Raccolta dell'olio se necessario

	oli o sostanze solubili	benna		
Rottami di foglio, lamiera, nastro e colaticci	All'aperto o al coperto	Caricatori meccanici o caricatori con benna		Raccolta olio se necessario
Cloro o miscela	Serbatoi omologati	Metodi riconosciuti		
Prodotto finito (lingotto, barra, foglio, ecc.)	Stoccaggio al coperto o all'aperto		Preriscaldamento se necessario	
Residui di processo (schiumature, scorie saline, refrattari)	Al coperto o confinate in funzione della produzione di polvere	Dipende dalle condizioni	Separazione mediante macinazione e/o dissoluzione Processo potenzialmente molto polveroso	Le schiumature e le scorie devono essere mantenute asciutte. Usare un idoneo sistema di drenaggio
Rifiuti a smaltimento	Al coperto o in container da trasporto in funzione del materiale	Dipende dalle condizioni		Idoneo sistema di drenaggio

Per lo stoccaggio, in particolare, le tecniche BAT applicabili sono le seguenti.

- Utilizzo di sistemi per lo stoccaggio dei liquidi in contenitori stagni; la capacità di contenimento in caso di fuoriuscite deve essere pari a quella del serbatoio più voluminoso. Le aree di stoccaggio dovrebbero essere progettate in maniera tale che eventuali perdite dalla parte superiore dei serbatoi e dai punti di erogazione siano intercettate e raccolte nel contenitore; i serbatoi dovrebbero inoltre essere muniti di sistemi di allarme. Prevedere inoltre sistemi automatici che prevengano l'eccessivo riempimento dei serbatoi.
- L'acido solforico e altri materiali reattivi dovrebbero essere stoccati in serbatoi a doppia parete o in serbatoi inseriti in contenitori chimicamente resistenti ed aventi la stessa capacità; è consigliato l'utilizzo di apparecchi per la verifica di eventuali perdite collegati a sistemi di allarme. Se esiste il pericolo di contaminazione della falda l'area di stoccaggio deve essere impermeabile e resistente alla tipologia di materiale stoccato.
- Sostanze incompatibili dovrebbero essere segregate e ove necessario si dovrebbe fare uso di gas inerte.
- Stoccare il materiale che può rilasciare olio su aree pavimentate dotate di cordoli o altri dispositivi di contenimento; utilizzare metodi di trattamento degli effluenti adatti alla tipologia di materiali stoccati.

- Predisporre sistemi di trasporto dei liquidi in condizioni di sicurezza, in aree aperte al fine di poter identificare tempestivamente eventuali perdite; le tubazioni interrato devono essere opportunamente segnalate e documentate per la sicurezza degli scavi.
- Utilizzare serbatoi omologati per lo stoccaggio di gas tipo GPL con monitoraggio della pressione del serbatoio e dotati di sistemi di erogazione in grado di prevenire rotture e perdite; in caso di aree confinate è utile prevedere il monitoraggio dei gas.
- Ove richiesto, utilizzare trasporti a tenuta, stoccaggi e sistemi di recupero per materiali polverosi; per stoccaggi di breve durata (giornalieri) possono essere utilizzati silos; se si utilizzano apparecchiature completamente chiuse può risultare non necessaria l'adozione di filtri.
- Il materiale non polveroso e non solubile può essere stoccato su superfici impermeabili dotate di drenaggio delle acque meteoriche.
- I trucioli, le torniture e altri rottami contenenti materiali solubili o emulsioni dovrebbero essere stoccati al coperto per prevenirne il dilavamento.
- Le acque piovane che dilavano la polvere dovrebbero essere raccolte e trattate prima di inviarle allo scarico.
- Possono essere usate pulizie programmate delle strade e piazzali mediante spazzatrici.
- Utilizzare metodi di controllo periodici per prevenire spargimenti o identificare perdite dei serbatoi.
- Controllare e campionare il materiale in ingresso per verificarne la qualità e, in base al grado di contaminazione, individuare le tecniche di stoccaggio e di trattamento più idonee.
- Utilizzare corrette pratiche di costruzione e di manutenzione degli impianti ed attrezzature.

Forni di fusione per alluminio secondario

Vengono indicate di seguito le tecniche comunemente applicate nei processi di fusione dell'alluminio secondario e che devono essere considerate come tecniche BAT; le indicazioni di seguito riportate sono uno strumento utile per la determinazione delle BAT per i processi di fusione:

- a) se possibile è preferibile selezionare preventivamente il rottame in funzione del tipo di forno utilizzato;
- b) adottare se possibile sistemi di carica ai forni di tipo sigillato o a tenuta in funzione del tipo di forno utilizzato;
- c) se possibile utilizzare cappe e sistemi di estrazione dei fumi per minimizzare le emissioni fuggitive;
- d) pretrattare il rottame al fine di rimuovere eventuali oli o composti organici mediante essiccazione, centrifugazione o decoating a meno che il forno di fusione ed il relativo sistema di depurazione di fumi sia stato progettato correttamente;
- e) utilizzare forni a crogiolo per fondere quantità limitate di rottame pulito;
- f) utilizzare sistemi di postcombustione per rimuovere ove necessario i composti organici comprese le diossine;

- g) usare calce o bicarbonato di sodio e carbone attivo per neutralizzare i gas acidi e per rimuovere i composti organici e le diossine;
- h) ove possibile adottare il recupero energetico;
- i) utilizzare sistemi di filtrazione tecnologicamente avanzati quali i filtri a manica o i filtri ceramici.

Nella tabella successiva vengono riassunte le caratteristiche dei vari tipi di forno attualmente in uso.

LG MTD Metalli non ferrosi - 4 giugno 2004

Forno	Variante	Applicazione principale	Vantaggi	Svantaggi	Raccolta gas	Note
Riverbero	Standard	Fusione di rottame pulito e di grosse dimensioni	- elevate capacità (100 t) - limitate restrizioni sulla dimensione dei rottami di carica	- bassa efficienza termica - limitata varietà di rottami	Semisigillato	- alte rese dovute alla qualità dell rottame - possono essere usate pompe per liquido
	A camera aperta	Come sopra, in grado inoltre di recuperare rottame di piccole dimensioni	-elevata capacità - maggiore varietà di carica	- bassa efficienza termica	Semisigillato	- alte rese possibili in funzione del tipo di rottame - possono essere usate pompe per liquido
	Suola inclinata	In grado di separare l'alluminio da altri metalli con punto di fusione più elevato (ferro, acciaio)	- molto efficiente nel separare metalli ad elevato punto di fusione	- bassa efficienza termica	Semisigillato	- sono talvolta incorporati in altri tipi di forni - la resa dipende dalla contaminazione
Rotativo	A asse fisso	Adatto per una vasta gamma di rottami	- nessuna limitazione sulla carica - buona efficienza termica - efficiente eliminazione del Mg - nessuna produzione di schiumature - sono possibili elevati volumi di carica (>65t)	- uso relativamente alto di miscela salina - la dimensione dei rottami può essere limitata	Semisigillato	Le scorie risultanti possono essere recuperate
	Inclinato	Come sopra	Come sopra ma con meno sale e minore capacità	- la dimensione dei rottami può essere limitata	Semisigillato	Si tende ad usare per materiali a bassa resa

Processi di fusione

Come più volte ricordato, la tipologia delle materie prime e la presenza di specifici contaminanti condizionano fortemente la scelta del forno di fusione ed eventualmente anche il tipo di trattamento preventivo che deve essere effettuato sul rottame.

Nel caso specifico della realtà italiana si sottolinea che, tra le tecniche BAT relative ai processi di fusione, l'utilizzo del forno rotativo a sale risulta predominante rispetto ad altre tipologie di forni di fusione e ciò è dovuto principalmente ai seguenti fattori:

- la scarsità di materia prima (rottami) reperibile sul territorio nazionale e l'elevata capacità produttiva delle aziende italiane determinano il ricorso all'importazione di elevati quantitativi di rottami di varia tipologia;
- l'eterogeneità dei rottami che può richiedere l'utilizzo di specifici interventi praticati al fine di valorizzare al massimo la resa metallica, come ad esempio i processi di pretrattamento e selezione, comporta anche l'adozione di forni di fusione che presentano elevate caratteristiche di flessibilità quali appunto i forni rotativi a sale;
- l'efficienza termica, in considerazione della materia prima utilizzata, sia nei confronti dei forni ad induzione sia verso i forni ad riverbero.

Per i processi di fusione, i forni elencati nella tabella del capitolo precedente sono considerati come tecniche BAT.

Altre fasi del processo

Nella tabella successiva vengono indicate le tecniche BAT da adottare per altri processi presenti nel ciclo produttivo.

TECNICHE BAT PER ALCUNI PROCESSI		
Fase del processo	Tecnica BAT	Note
Raffinazione	Utilizzo di miscela di cloro e Ar/N ₂ o sali AlF ₃	
Trattamento schiumature	Copertura con gas inerte e raffreddamento in tamburi sigillati o pressatura delle scorie per ridurre l'ossidazione del metallo ed aumentare la resa	Scorie umide possono rilasciare gas ammoniacali
Mantenimento e degasaggio del forno	Captazione dei fumi dai forni, dai canali di colata, se necessario raffreddare ed utilizzare filtri a manica	
Pretrattamento dei rottami	Utilizzo di correnti indotte per la separazione del materiale inerte o non metallico dai composti metallici (motori lineari)	Consentono di ottenere rottami più puliti da caricare ai forni di fusione, riducendo al contempo la quantità di sale

Captazione e depurazione delle emissioni di processo

I sistemi di captazione e depurazione delle emissioni derivanti dalla varie fasi del processo produttivo dovrebbero possedere alcune caratteristiche quali:

- a) sistemi di captazione il più possibile a tenuta sui forni di fusione e con una corretta depressione per evitare emissioni di tipo fuggitivo;
- b) in alternativa alla raccolta dei fumi secondaria caratterizzata da elevati costi e consumi energetici, dovrebbero essere preferiti sistemi di captazione mirati per le singole fasi del processo in grado di catturare l'emissione alla fonte e per tutta la sua durata;
- c) sistemi di captazione che prevedano ove possibile il recupero energetico e riutilizzo del calore associato ai fumi di processo; ad esempio il calore recuperato può essere utilizzato per preriscaldare la carica a forno;
- d) adozione di impianti di depurazione delle polveri ad alta efficienza, quali i filtri a maniche od i filtri ceramici;
- e) adozione di impianti di depurazione e recupero di gas acidi mediante iniezione di calce o bicarbonato di sodio; l'iniezione di carbone attivo può rimuovere la diossina contenuta nell'emissione.

Nella tabella seguente sono riassunte le tecniche BAT per il trattamento delle emissioni nell'alluminio secondario.

TECNICHE BAT PER LA DEPURAZIONE					
Fase del processo	Captazione dei fumi	Post combustore	Filtro	Rimozione dei gas acidi	Rimozione VOC
Stoccaggio e movimentazione materia prima	* Se polverosa		* Se polverosa		
Fusione	*	* Se necessario	*	* Se necessario	* Se necessario
Essiccazione e decoating	* Se necessario	* Se necessario	* Se necessario	* Se necessario	* Se necessario
Mantenimento e degasaggio	* Se necessario		* Se necessario		
Trattamento schiumature e scorie saline	*	* Per idrogeno e fosfine	*		

Nella tabella successiva sono indicati i potenziali inquinanti associati alle singole fasi del processo produttivo e le tecniche di abbattimento consigliate.

INQUINANTI ASSOCIATI ALLE SINGOLE FASI DEL PROCESSO		
Fase del processo	Inquinante	Tecniche di abbattimento disponibili
Movimentazione rottame	Polvere	Corretto stoccaggio Captazione polveri e filtri a maniche
Pretrattamento rottame	Polvere Composti organici*	Corretto pretrattamento Captazione polveri e filtri a manica Postcombustore e corretto raffreddamento
Fusione secondaria	Polvere e metalli Gas acidi, alogenuri Composti organici *	Captazione polveri ed efficienti sistemi di depurazione Scrubber se necessario Selezione e pretrattamento del materiale, postcombustione e corretto raffreddamento, iniezione di carbone, efficiente filtrazione
Mantenimento/degasaggio	Polvere, alogenuri e metalli Composti organici*	Captazione polveri e depurazione Postcombustione e corretto raffreddamento
Recupero scorie e schiumature	Polvere, ammoniaca, fosfine e metalli	Captazione gas e trattamento
* Nota: i composti organici includono i VOC come carbonio totale (escluso CO) e le diossine		

Valori in emissioni associati all'utilizzo di tecniche BAT

Le emissioni in aria provenienti dai processi produttivi sono comprensive delle emissioni depurate e convogliate, e di quelle fuggitive non captate; gli attuali e moderni sistemi di depurazione se correttamente gestiti assicurano un'efficiente rimozione degli inquinanti. Al momento attuale le informazioni disponibili indicano che le emissioni fuggitive possono rappresentare il contributo maggiore dell'emissione globale in atmosfera. Le emissioni fuggitive devono essere valutate caso per caso ed un valido strumento di misura può essere rappresentato dal grado di efficienza di captazione dei fumi prodotti.

Le tabelle successive riassumono, in funzione del processo adottato, le tecniche BAT utilizzabili e le relative performance ambientali raggiungibili.

FORNI DI MANTENIMENTO E DI DEGASAGGIO			
Inquinante	Range correlato all'uso delle BAT	Tecniche che possono essere usate per raggiungere questi limiti	NOTE
Polvere	< 5 mg/Nm ³	Filtro a maniche	
NO _x	< 100 mg/Nm ³ 100 – 300 mg/Nm ³	Bruciatori basso NO _x Bruciatori ossigeno	Valori più alti sono associati all'uso di miscele arricchite in ossigeno. In questi casi il volume dei gas e la massa in emissione viene ridotta.
<p>Note: solo emissioni raccolte. Le emissioni associate sono indicate come medie giornaliere sulla base del monitoraggio continuo durante il periodo operativo. In casi in cui il monitoraggio continuo non sia praticabile, si applica il valore medio relativo al periodo di campionamento. Per il sistema di abbattimento usato, le caratteristiche del gas e della polvere e la corretta temperatura operativa, saranno prese in considerazione nella progettazione del sistema.</p>			

PRETRATTAMENTO, FUSIONE E RIFUSIONE			
Inquinante	Range correlato all'uso di BAT	Tecniche che possono essere usate per raggiungere questi limiti	NOTE
Polvere	< 5 mg/Nm ³	Filtro a maniche	Filtri a maniche ad alte prestazioni possono ridurre notevolmente i metalli.
NO _x	< 100 mg/Nm ³ 100 – 300 mg/Nm ³	Bruciatori basso NO _x Bruciatori ossigeno	Valori più alti sono associati all'uso di miscele arricchite in ossigeno. In questi casi il volume dei gas e la massa in emissione viene ridotta.
Carbonio organico totale come C	< 15 mg/Nm ³ < 50 mg/Nm ³	Postcombustore Combustione ottimizzata	Pretrattamento del rottame per rimuovere il rivestimento organico

Diossine	< 0,5 ng/ Nm ³ TEQ	Filtri a manica ad alta efficienza, postcombustione e successivo quenching. Altre tecniche sono disponibili (adsorbimento su carbone, ossidazione catalitica)	
<p>Note: solo emissioni convogliate. Le emissioni associate sono indicate come medie giornaliere sulla base del monitoraggio continuo durante il periodo operativo. In casi in cui il monitoraggio continuo non sia praticabile, si applica il valore medio relativo al periodo di campionamento. Per il sistema di abbattimento usato, le caratteristiche del gas e della polvere e la corretta temperatura operativa, saranno prese in considerazione nella progettazione del sistema.</p>			

Acque reflue

Questa tipologia di emissione è caratteristica di ogni singolo insediamento produttivo; in ogni caso gli impianti di trattamento delle acque esistenti sono in grado di assicurare elevate prestazioni ambientali. Le acque di scarico devono essere trattate per rimuovere i solidi sospesi, gli oli ed eventuali gas disciolti. In vari stabilimenti viene praticato il riciclo e riutilizzo delle acque di raffreddamento e delle acque depurate provenienti dal dilavamento dei piazzali.

Nel caso dell'alluminio secondario le emissioni di acque reflue possono pertanto derivare principalmente da:

- a) stoccaggio all'aperto dei materiali;
- b) utilizzo di scrubber ad umido per la depurazione degli aeriformi;
- c) acque di raffreddamento.

Residui di processo

In questo ambito deve essere perseguito l'impegno per massimizzare il recupero e riutilizzo dei residui di processo, per ridurre la produzione o in alternativa per produrre residui con caratteristiche tali da poter essere impiegati in altri processi produttivi; questo approccio deve essere considerato come tecnica BAT.

In particolare si ricordano le seguenti tecniche:

- a) utilizzo di forni che richiedono un minor consumo di miscela salina;
- b) riciclo e recupero selettivo delle scorie saline;
- c) ove possibile, riutilizzo dei refrattari e delle polveri di abbattimento dei fumi.

Nella tabella successiva vengono riassunte le tecniche BAT consigliate per il trattamento dei residui.

Tecniche BAT per i residui di produzione			
Residuo	Origine	Trattamento	Note
Scorie saline	Fusione a forno rotativo	Recupero per macinazione, dissoluzione e cristallizzazione. Produzione di sostanze recuperabili come granella di Al, sale e ossidi di alluminio.	Il processo dovrebbe permettere un elevato standard ambientale. Le emissioni fuggitive di polvere e gas come le fosfine, idrogeno dovrebbero essere raccolte ed abbattute. Previene lo smaltimento in discarica
Polveri da filtro	Depurazione fumi	Smaltimento previo trattamento o smaltimento in discarica Parziale riutilizzo nelle scorie saline o utilizzo nell'industria dell'acciaio	In alcuni paesi è vietato lo smaltimento sul suolo, possibile il trattamento termico (se neutralizzate con bicarbonato possono essere usate nel processo di recupero delle scorie saline)
Refrattari	Forni	Potenzialmente riutilizzabili con le schiumature, smaltimento in discarica	In alcuni paesi è vietato lo smaltimento al suolo
Schiumature	Tutti i forni che non usano sale ed inoltre da fonderie e smelters	Fusione in forni rotativi. Recupero, pellettizzazione usando forni rotativi a tamburo, la polvere può essere usata nel processo di recupero delle scorie saline	Previene lo smaltimento in discarica

Specificità della realtà italiana e considerazioni sulla raggiungibilità delle prestazioni ambientali associabili alle BAT

Le performance ambientali associate alle BAT sono da intendersi come migliori performance prevedibili a seguito dell'applicazione delle tecnologie considerate; esse rappresentano quindi delle indicazioni di massima e, per rappresentare uno strumento di riferimento affidabile e realistico per la definizione di eventuali limiti di emissione, devono tenere conto degli specifici processi in uso, della tipologia di materia prima utilizzata, delle caratteristiche tecniche degli impianti e delle specifiche condizioni ambientali locali.

In particolare valgono le seguenti considerazioni:

- la diversità di applicazione delle BAT nel caso di impianti nuovi o esistenti;
- nel caso di impianti esistenti, la fattibilità di eventuali ammodernamenti deve tener conto del principio richiamato nel BRef del corretto equilibrio costi/benefici sia in termini di investimenti che di gestione;
- l'effettiva "disponibilità" di tecniche sviluppate su larga scala in considerazione della specificità dei processi produttivi in uso e delle particolari condizioni di esercizio;
- la presenza di spazi "tecnici" adeguati per l'inserimento di nuove tecniche BAT.

Pertanto, rispetto a quanto riportato nel BRef in termini di migliori tecnologie impiantistiche, di pratiche gestionali moderne ed affidabili e di performance raggiungibili, nel caso specifico della produzione di alluminio secondario si ritiene utile evidenziare alcune specificità della realtà italiana.

Consumi energetici

Premesso che il consumo energetico per la produzione di 1 kg di alluminio proveniente dal riciclo di materie secondarie si aggira intorno al 5% del consumo necessario per produrre la stessa quantità da bauxite (alluminio primario), si riportano di seguito alcune considerazioni relative alla componente energetica nei processi per la produzione di alluminio secondario.

Le fasi di lavorazione all'interno del processo produzione di alluminio secondario si possono distinguere sommariamente in processi a freddo (fasi di pretrattamento dei rottami) ed a caldo (pretrattamento rottami e fusione); si deve considerare che:

- a) la totalità delle aziende utilizza il metano come combustibile minimizzando di fatto la presenza di ossidi di zolfo nei gas di combustione;
- b) a livello nazionale non vengono più utilizzati forni ad induzione che, utilizzando energia elettrica per la fusione dei rottami, sono contraddistinti da consumi energetici elevati;
- c) il consumo di energia elettrica si concentra maggiormente in alcuni processi di pretrattamento dei rottami o nel riciclo dei sottoprodotti di fusione.

Pertanto risulta possibile dare una rappresentazione grafica delle distribuzioni delle fonti energetiche all'interno del sistema produttivo secondo la tabella che segue.

Fase del processo	Energia elettrica	Combustibile (metano)
Frantumazione rottami	**	
Cernita metalli	*	
Essiccazione	*	**
Fusione (forni rotativi)	*	***
Riciclo sottoprodotti di fusione	**	
Depurazione emissioni	**	* (postcombustione)

Emissioni in atmosfera

Con riferimento alle indicazioni sulle prestazioni ambientali riferite alle specifiche tipologie di impianto richiamate nel BRef comunitario ed a seguito della ricognizione effettuata a livello di settore, per le principali fasi del processo produttivo, si riportano di seguito i valori di prestazione ottenibili con l'adozione delle tecniche considerate MTD rispetto a quelli attualmente raggiunti dalle aziende italiane.

Fase di processo	Tecniche considerate MTD	Parametri	Prestazioni Associabili alle MTD	Prestazioni attuali
Pretrattamento Processi a freddo (frantumazione, macinazione, flottazione a secco, cernita, ecc.)	Filtri a manica	Polveri	< 5 mg/Nm ³	< 20 mg/Nm ³
		COV	< 50 mg/Nm ³	< 20 mg/Nm ³
Pretrattamento Processi a caldo (essiccazione trucioli, decoater)	Filtri a manica Postcombustore e quench	Polveri	< 5 mg/Nm ³	< 20 mg/Nm ³
		COV	< 50 mg/Nm ³	< 50 mg/Nm ³
		Diossine	< 0,5 ng/Nm ³	
Fusione rottami	Filtri a manica Postcombustore e quench	Polveri	< 5 mg/Nm ³	< 20 mg/Nm ³
		COV	< 50 mg/Nm ³	< 80 mg/Nm ³
		Diossine	< 0,5 ng/Nm ³	
Recupero scorie (se presenti nel sito)	Filtri a manica, scrubber, postcombustore	Polveri	< 20 mg/Nm ³	< 20 mg/Nm ³
		Ammoniaca	< 30 mg/Nm ³	< 30 mg/Nm ³
		Fosfina	0,1-0,5 mg/Nm ³	< 1 mg/Nm ³
		Idrogeno solforato	40 - 50 ⁵ mg/Nm ³	< 50 mg/Nm ³

⁵ Nel BRef comunitario si riporta un intervallo caratteristico del settore pari a 50-100 mg/Nm³

Monitoraggio

Il piano di monitoraggio ha lo scopo di:

- fornire le informazioni atte a documentare l'attuazione del livello di protezione ambientale richiesto dall'autorizzazione integrata IPPC;
- fornire indicazioni sulle misure ambientali previste per il controllo delle emissioni nell'ambiente, al fine di verificare condizioni di conformità rispetto ai Valori Limite di Emissione (VLE);
- fornire indicazioni in merito alle prestazioni ambientali delle tecniche adoperate ed al loro possibile miglioramento;
- fornire dati utili alle comunicazioni aziendali per la costruzione dei registri nazionali e comunitari delle emissioni;
- fornire indicazioni specifiche (frequenze, elaborazione e valutazione dati) sulle modalità di effettuazione delle misure di monitoraggio ambientale.

In generale la scelta dei parametri da monitorare dipende dai processi produttivi, dalle materie prime e dai prodotti chimici usati nel singolo insediamento.

Devono pertanto essere considerati soltanto gli elementi e/o composti significativamente presenti nel ciclo di lavorazione.

I parametri di impatto ambientale relativi ai vari metalli non ferrosi sono riportati nei capitoli specifici della presente Linea Guida e in generale si riferiscono ad aria, acqua, suolo e rumore.

Il piano di monitoraggio, nella selezione dei parametri da considerare e nella formulazione del programma, deve tenere presente i livelli di rischio potenziale di danno ambientale, la probabilità del superamento dei valori limiti di emissione (VLE) e la gravità delle conseguenze dell'eventuale superamento dei limiti nel contesto del singolo insediamento.

Occorre inoltre considerare, in particolare nella determinazione delle frequenze:

- le caratteristiche tecniche specifiche dell'impianto in questione, la sua ubicazione geografica e le condizioni locali dell'ambiente;
- le condizioni operative del processo produttivo (ad es. processi continui o discontinui) ed i cicli delle varie operazioni;
- l'importanza di situazioni non di regime, quali l'avviamento e l'arresto;
- l'esistenza di un adeguato sistema di gestione ambientale a supporto di una generale affidabilità delle misure.

Le modalità specifiche di monitoraggio possono inoltre essere diverse ed in particolare seguire diversi approcci operativi, anche in funzione dell'affidabilità delle misure stesse e dei relativi tempi e costi.

Si possono in particolare avere.

- Misure dirette
- Parametri sostitutivi
- Calcoli
- Fattori di emissione

Occorre comunque tenere presente che ogni metodo tra quelli sopra indicati, non esclude gli altri e che una eventuale contemporaneità può rafforzare la attendibilità delle rilevazioni.

Gli impianti produttivi normalmente eseguono con opportuna frequenza una serie di controlli su parametri caratteristici del processo produttivo nel suo complesso. L'adozione di misure in continuo deve essere valutata caso per caso in funzione delle specificità ambientali locali ed impiantistiche.

In relazione alle specifiche caratteristiche di ogni singolo insediamento, sarà opportuno che l'autorità competente per il rilascio dell'autorizzazione integrata ambientale ricerchi con l'azienda interessata la soluzione ottimale per definire un corretto, efficace e realistico piano di monitoraggio e di trasmissione dati.

Alcune indicazioni preliminari da prendere come riferimento possono essere formulate sulla base di quanto riportato nella presente Linea Guida e nello stesso documento BRef originale, tenendo comunque presente alcuni aspetti particolari:

- occorre ad esempio distinguere tra esigenze di confronto tecnologico, tipiche delle performance ambientali riportate nel BRef, e le esigenze di monitoraggio ambientale specifiche degli organi di controllo e delle stesse aziende.

Le tabelle che seguono riassumono i parametri più significativi e le frequenze (puramente indicative) utilizzabili come riferimento di partenza nella definizione del piano di monitoraggio. Le frequenze di monitoraggio qui proposte corrispondono a situazioni operative standard ed a normale prassi industriale. Esse non devono essere intese come la soluzione migliore per ogni situazione, sono modificabili in ragione di specifiche condizioni locali e prescindono da prescrizioni specifiche contenute nella normativa ambientale (attuale e futura) che deve essere, in ogni caso, rispettata.

Le tabelle seguenti, infine, riguardano le sole emissioni convogliate. Anche le emissioni diffuse e fuggitive costituiscono un aspetto rilevante e dovranno essere monitorate, in funzione dell'efficienza dei sistemi di prevenzione e captazione, tenendo presente che allo stato attuale non esiste un metodo unico e condiviso per la loro valutazione.

EMISSIONI CONVOGLIATE IN ATMOSFERA

Parametro	Unità di misura	Frequenza di monitoraggio
Polveri	mg/Nm ³	6 -12 mesi
Metalli (Cu, Pb, Cr tot, Zn, Hg, As, Ni)	mg/Nm ³	6 – 12 mesi

Acido cloridrico e acido fluoridrico	mg/Nm ³	6 – 12 mesi
COV	mg/Nm ³	6 – 12 mesi
Diossine	ng/Nm ³	vedi note successive
Ammoniaca	mg/Nm ³	6 – 12 mesi Parametri riferiti al processo di recupero sottoprodotti di fusione (scorie saline)
Idrogeno solforato	mg/Nm ³	
Fosfina	mg/Nm ³	

Si ritiene opportuno evidenziare che:

- metalli e sostanze tipiche della produzione possono avere tempistiche di monitoraggio diverse da quelle sopra riportate qualora specificamente indicate nella normativa nazionale e regionale;
- altri parametri previsti dal BRef e dalle liste EPER (vedi paragrafo monitoraggio nel capitolo di questo documento dedicato all'analisi dell'applicabilità ad impianti esistenti delle tecniche di prevenzione integrata dell'inquinamento) potrebbero essere presenti in funzione delle sostanze/preparati utilizzati, e delle caratteristiche del processo e pertanto potrebbero essere oggetto di monitoraggio delle emissioni secondo una tempistica da valutare nel caso specifico; in tale ambito ricade anche il monitoraggio delle diossine, la cui formazione dipende dalle caratteristiche dell'alimentazione, dalla tipologia delle apparecchiature, dal processo;
- il monitoraggio in continuo può essere valutato dal gestore, ed eventualmente concordato con l'autorità competente, per una sua applicazione, in casi particolari, ai punti di emissione di maggiore rilevanza ambientale (sia in termini di portata degli effluenti che di pericolosità degli inquinanti presenti) anche al fine di documentare e garantire il rispetto dei limiti di emissione che saranno fissati per l'impianto.

EMISSIONI IN ACQUA

Parametro	Unità di misura	Frequenza di monitoraggio
Solidi sospesi	mg/l	4 – 6 mesi
pH		4 – 6 mesi
COD	mg/l	4 – 6 mesi
Grassi ed oli	mg/l	4 – 6 mesi
Metalli (Al, Cu, Zn, Fe, Cr tot, Ni)	mg/l	4 – 6 mesi
Altri parametri relativi al D.Lgs 152/99 ed alla lista EPER, di cui sia ammissibile riscontrarne la presenza.	mg/l	4 – 6 mesi

Nota: metalli e sostanze tipiche della produzione ed elencati nella normativa nazionale possono avere tempistiche di monitoraggio diverse da quelle indicate

Nel caso degli effluenti liquidi il monitoraggio in continuo può essere valutato e può essere applicato a parametri quali pH, temperatura e conducibilità, mentre non è tecnicamente attuabile per le determinazioni sui parametri chimici, quali metalli pesanti, solfati e cloruri.

MONITORAGGIO DEI RIFIUTI

Ai fini del monitoraggio, per i rifiuti prodotti dall'impianto oppure in ingresso all'impianto autorizzato, il gestore provvede a registrare e detenere, per un adeguato periodo di tempo, i seguenti elementi:

- la composizione;
- la migliore stima/pesata della quantità prodotta;
- i percorsi dello smaltimento;
- la migliore stima della quantità inviata al recupero;
- registri di carico e scarico, formulari di identificazione dei rifiuti, autorizzazioni degli impianti di smaltimento.

IL RAME E LE SUE LEGHE

Il rame ha elevate capacità tra cui:

- alta conducibilità elettrica;
- alta conducibilità termica;
- resistenza alla corrosione;
- di essere recuperato senza perdita di qualità.

Queste principali qualità del rame permettono di poterlo utilizzare per una vasta gamma di applicazioni, quali:

- conduttori elettrici e relativa componentistica
- ingegneria elettronica
- automobili
- costruzioni
- tubazioni
- costruzioni di navi ed aerei
- macchinari
- strumenti di precisione.

Si trova facilmente legato con lo Zn, Sn, Ni e Al ed altri metalli per comporre un'ampia gamma di leghe (bronzo, ottone, ecc).

La produzione del rame è basata sulla purezza catodica, es.99.95% di Cu, come riportato sulle norme standardizzate CEN.

Fonti di materia prima

Le principali sorgenti di rame in Europa possono essere trovate in:

- Portogallo (106.500 ton nel 1997);
- Svezia (86.600 ton).

Produzione e consumo

La produzione annuale di rame catodico è di 959.000 tonnellate utilizzando materia prima primaria e 896.000 tonnellate utilizzando materia prima secondaria.

Paese	Miniera (x1000 t di Cu)	Fonderia (x1000 t di Cu)	Raffineria (x1000 t di Cu)	Semiprodotti (x1000 t di Cu)
UE	239	1168	1854	4700
Non UE Europa	1135	1310	1271	500
Africa	642	562	531	20
Asia	1884	3330	3630	5600
America	6952	4586	6000	3900
Oceania	672	208	271	150

In Italia la produzione del rame e delle leghe del rame, sempre riferendoci all'anno 1997, ammonta a:

- 6.000 ton di rame primario catodico;
- 80.000 ton di rame secondario catodico;
- 990.000 ton di semiprodotto.

La tabella seguente mostra le produzioni in Europa, sempre all'anno 1997

Nazione	Produzione di minerale (x1000 t)	Rame catodico primario (Anodico) (x1000 t)	Rame catodico secondario (Anodico) (x1000 t)	Semiprodotto (x1000 t)
Austria			77	58
Belgio		203 (35)	183 (126)	392
Danimarca				
Finlandia	9	116 (171)		120
Francia		6	29	684
Germania		296	378	1406
Grecia				81
Irlanda				
Italia		6	80	990
Lussemburgo				
Olanda				
Portogallo	108			
Spagna	37	229 (+61)	63(+28)	268
Svezia	87	95	34	206
Gran Bretagna		9	58	483
Islanda				
Norvegia	7*	33		
Svizzera				70

Nota: * La produzione corrente del minerale cesserà nel 2000.

In Europa ci sono dieci maggiori raffinerie di cui cinque utilizzano materie prime primarie e secondarie le restanti solo materie prime secondarie. Le maggiori si trovano in Danimarca, Belgio, Svizzera e Finlandia con una capacità annua di rame catodico purificato che va da 100.000 a 250.000 tonnellate; altre industrie presenti in Italia, Spagna, Austria, Gran Bretagna e Belgio hanno una capacità annua che va da 35.000 a 100.000 tonnellate.

Descrizione del processo di produzione, degli eventuali sottoprocessi e degli impianti per i quali sono analizzate le migliori tecniche disponibili anche con riferimento alle analisi comunitarie descritte nel BRef

L'energia utilizzata nel processo elettrolitico è la più significativa. La richiesta energetica (netta) utilizzando concentrati di rame è nell'intervallo 14-20 GJ/t di rame

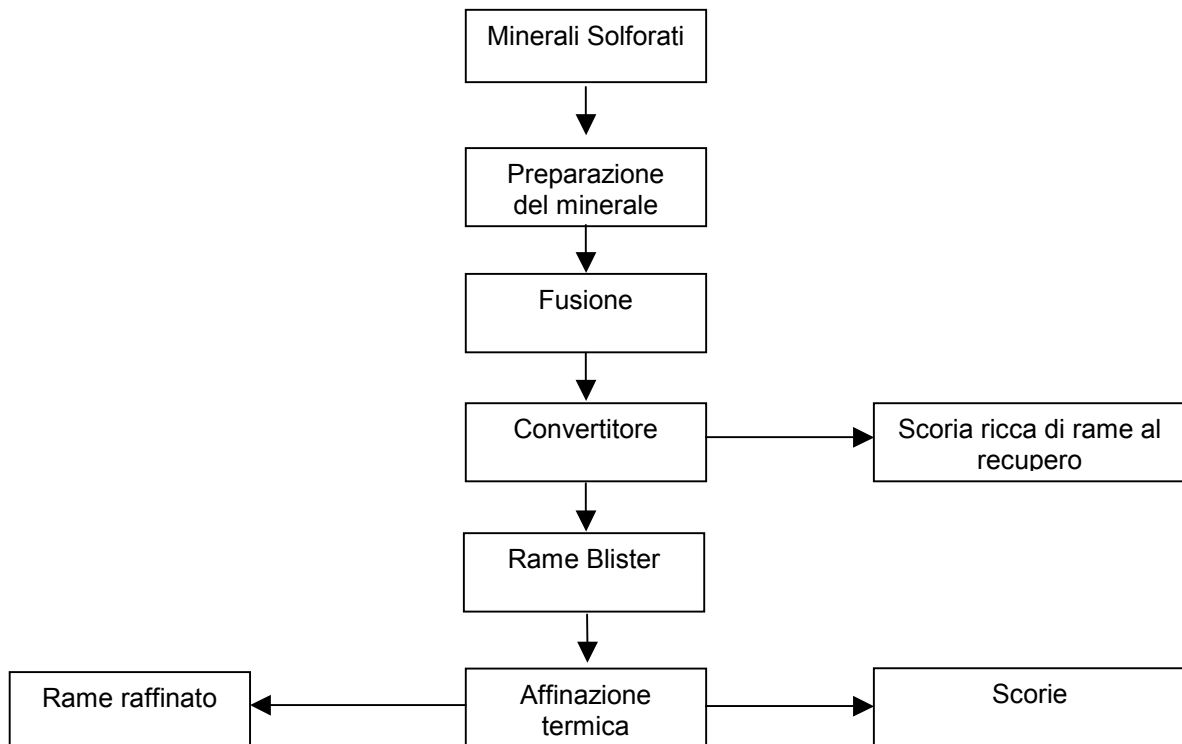
catodico. L'energia consumata attraverso la raffinazione elettrolitica per la produzione di rame è nell'intervallo 300-400 kWh per tonnellata di rame.

Produzione Rame primario

Il rame primario può essere prodotto dai composti primari e da altri materiali attraverso processi pirometallurgici ed idrometallurgici. I composti contengono generalmente anche altri metalli i quali vengono recuperati e separati dal rame attraverso particolari processi e tecniche. Il rame si trova raramente presente in natura allo stato nativo, mentre allo stato di composto si possono suddividere in due grandi categorie: ossidi e solfuri.

Processo pirometallurgico

Il numero di steps dipende dalla natura del concentrato usato. I minerali più importanti del rame sono solfuri e le fasi del processo sono: arrostitimento, fusione, conversione, raffinazione e raffinazione elettrolitica. La figura seguente mostra uno schema del ciclo di lavorazione dei minerali contenenti solfuri di rame



Dal concentrato alla fusione della metallina

L'arrostimento parziale converte i solfuri complessi di rame e ferro in concentrati di solfuri semplici attraverso il riscaldamento del minerale sotto condizioni ossidanti. Lo zolfo presente nei gas effluenti viene inviato ad un impianto di trattamento di acidi producendo acido solforico o SO_2 liquido.

Il processo di arrostitimento parziale dei concentrati non è generalmente utilizzato.

I minerali solforati di rame, vengono trattati in forni per la fusione e la produzione della metallina. Con il trattamento di fusione si provoca l'ossidazione parziale del solfuro di ferro (FeS_2) fino a ossido che, in presenza di silice appositamente aggiunta, scorifica come silicato; il solfuro di ferro residuo passa a FeS che forma, assieme al solfuro di rame (CuS_2), una massa fusa ed omogenea che a causa della densità molto maggiore di quella della scoria decanta sul fondo del forno ed è denominata metallina. Agenti fondenti contenenti silice vengono aggiunti alla massa fusa per facilitare la formazione delle scorie.

I processi utilizzati sono due: fusione in un bagno fuso (bath smelting) e fusione in corrente gassosa (flash smelting). Il processo flash smelting opera in condizioni di abbondanza di ossigeno il quale permette di ottenere delle reazioni fortemente esotermiche e ciò rende possibile condurre la fusione del minerale senza apporto di calore dall'esterno, cioè senza aggiunta di combustibile. Il processo bath smelting opera sotto concentrazioni di ossigeno basse.

Il processo bath è adottato da forni come: a riverbero, elettrico, ISA Smelt, Noranda, Mitsubisci, Tieniente, Baiyin, Vancyucov. La tecnologia Flash Smelting è adottata da: Outokumpu o INCO flash smelter o forni di tipo Contop.

Conversione

Generalmente vengono utilizzati due tipologie di processo:

1. Discontinuo: quello più utilizzato è Pierce-Smith. La metallina viene trattata in un ambiente fortemente ossidante, che ne permette la trasformazione in rame greggio (blister) a titolo intorno a 98,5 %. Nel convertitore viene insufflata aria, che avviene lungo una generatrice ed al di sopra del bagno fuso. La metallina fusa ad una temperatura tra i 1000 e i 1100° C, è caratterizzata da una miscibilità completa tra i due componenti FeS - CuS_2 , viene versata nel convertitore che può essere rivestito con materiale acido o basico. Generalmente viene utilizzato un rivestimento basico perché permette un numero di colate estremamente superiore ad uno acido (200 contro 6). Nel primo caso la silice necessaria alla scorificazione del ferro verrà appositamente aggiunta nella fase di ossidazione, mentre nel secondo caso sarà lo stesso rivestimento del convertitore a fornire la silice necessaria. Il processo di conversione provoca l'ossidazione del solfuro di ferro a ossido di ferro, che viene subito scorificato dalla silice e tale reazione esotermica permette non solo di compensare le perdite termiche del sistema, ma provoca l'incremento della temperatura della massa metallica e le impurezze metalliche presenti (zinc e piombo) volatilizzano. Le impurezze volatilizzate vengono raccolte e inviate in un impianto di trattamento e recuperate. Data la maggiore affinità dello zolfo per il rame che non per il ferro, finché è presente solfuro di ferro si verifica solo la reazione di ossidazione del solfuro di ferro ad ossido, mentre la metallina si va

- arricchendo in solfuro di rame, sino ad avere CuS_2 quasi puro. La scoria dopo essere stata allontanata, viene rilavorata in quanto ha un contenuto di rame tra il 2 e il 5%.
2. Continuo: ricordiamo per questa tecnologia il convertitore Kennecott/Outokumpu, Mitsubishi ed il Noranda. Il Mitsubishi ed il Noranda diversamente dal processo Kennecott/Outokumpu hanno: la metallina dal forno di fusione è prima granulata in acqua, macinata ed essiccata. Il materiale è miscelato con agenti scorificanti e inviato in un bruciatore all'interno di un forno a combustione istantanea in presenza di un'atmosfera ricca di ossigeno, dove avviene la conversione. Il processo produce una quantità costante ed elevata di SO_2 opportunamente recuperata.

Affinazione Termica

Questa operazione, pur essendo tipica dei primaristi e secondaristi come le altre fasi descritte nella produzione di rame primario, viene anche utilizzata dai produttori di semilavorati quando è necessaria una affinazione.

In questa operazione si hanno due fasi: una di ossidazione e una di riduzione, utilizzando forni a riverbero, statici o rotativi.

Nella fase di ossidazione, vengono ossidati ad opera dell'ossido del rame, che nel bagno fuso agisce da trasportatore di ossigeno, tutti gli elementi meno nobili e più ossidabili del rame (Fe, Pb, Ni, ecc); questi si raccolgono in una scoria silicea che viene allontanata.

Completata l'ossidazione, che lascia anche del rame ossidato in quanto l'eliminazione dello zolfo può avvenire solo dopo che sia stato scorificato il ferro e la maggior parte delle impurezze, si procede alla fase di riduzione del bagno, che si rende necessaria poiché l'ossido rameoso ed il solfuro di rame, ancora presenti, risulterebbero deleteri ai fini della qualità del prodotto. Tale operazione viene eseguita per immersione e agitazione nella massa fusa, di un tronco di pino verde (*poling*). Il legno, nelle condizioni ambientali del forno, subisce una distillazione con sviluppo di vapore acqueo, idrocarburi, idrogeno e ossido di carbonio che favoriscono l'allontanamento dell'anidride solforosa ancora presente nel bagno e riducono gran parte dell'ossido rameoso presente.

Il rame così ottenuto non è ancora sufficientemente esente da ossigeno e pertanto la riduzione può essere proseguita con legno secco. Tale grado di raffinazione è sufficiente qualora debba essere ulteriormente raffinato per via elettrolitica; se, invece, il rame deve essere ottenuto allo stato di uso tecnologico senza ulteriore raffinazione, la riduzione viene completata con l'aggiunta di leghe rame-fosforo (rame fosforoso).

Come agente riducente è stata utilizzata anche l'ammoniaca, ma questa incrementa il livello degli NO_x .

Raffinazione elettrolitica

Nell'affinazione termica non si possono eliminare tutte le impurezze, sia per non ossidare ulteriormente il rame, sia perché diverse impurezze (metalli preziosi) sono meno ossidabili del rame. L'ulteriore raffinazione avviene per via elettrolitica.

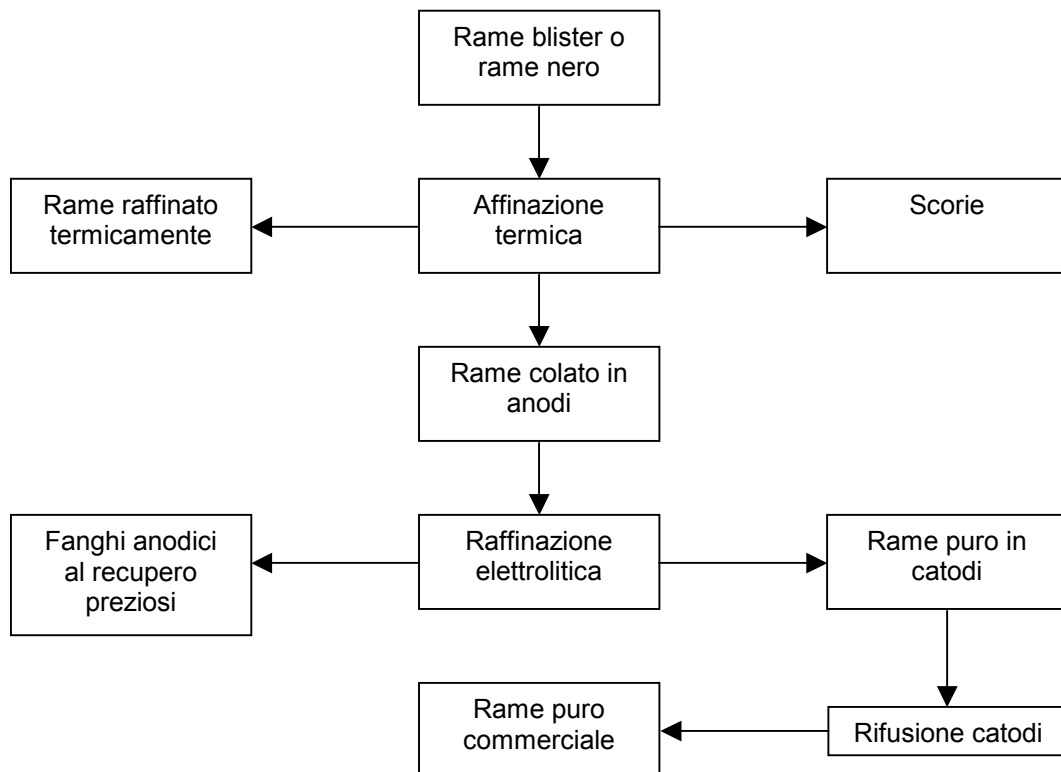
Il rame raffinato termicamente, colato in anodi di forma adeguata, viene immesso in una soluzione acquosa contenente acido solforico e solfato di rame; l'anodo è collegato al

polo positivo di una sorgente di corrente continua, mentre il catodo è costituito da un lamierino di rame puro, nel caso di collegamento in parallelo, o da una faccia dell'anodo stesso, nel caso di collegamento in serie.

Per effetto del passaggio di corrente, ad elevata densità e basso voltaggio, avverrà un passaggio di rame dall'anodo al catodo, mentre le impurezze resteranno in soluzione o si depositeranno sul fondo della vasca (fanghi anodici).

Il rame puro ottenuto dai catodi viene rifuso in forme commerciali in forni con procedimento metallurgico analogo a quello dell'affinazione termica. La colata viene fatta in lingotterie aperte orizzontalmente per ottenere le barre da filo (*wire-bars*), cioè dei lingotti che vengono poi laminati per vergelle e quindi trafilati a filo.

Il rame perfettamente disossidato ad alta conducibilità viene ottenuto fondendo i catodi in atmosfere controllate e senza aggiunte di elementi disossidanti come ad esempio il fosforo. La figura seguente mostra uno schema delle operazioni di raffinazione del rame.



Il livello di impurità presente sull'anodo influenzerà la qualità del catodo; il livello di impurezze dell'anodo dipenderà a sua volta dalla qualità della materia prima primaria o secondaria.

Riportiamo nella tabella seguente le impurezze rimosse durante la raffinazione elettrolitica.

Elemento	Contenuto nell'anodo* g/t	Contenuto nel catodo g/t
Argento	600-720	9-10
Selenio	50-510	<0.5
Tellurio	20-130	<0.5

Arsenico	700-760	<1
Antimonio	330-700	<1
Bismuto	60	<0.5
Piombo	990-5000	<1
Nichel	1000-5000	<3
Note: *La qualità dell'anodo dipende dai contenuto della materia prima.		

Trattamento dei fanghi anodici

Costituiscono un importante sottoprodotto della raffinazione elettrolitica del rame e rappresentano una fonte non trascurabile di metalli preziosi.

I fanghi pompatis dal fondo delle celle e recuperati dalla filtrazione dell'elettrolita, dopo decantazione ed essiccazione vengono calcinati a 600° C in modo da provocare l'ossidazione del rame e la parziale volatilizzazione di arsenico, selenio e tellurio. Il calcinato viene quindi liberato dal rame per lisciviazione con acido solforico.

Segue un trattamento di ossidazione in un forno, ad esempio a riverbero, con fondente a base di carbonato di sodio e silice: si ha così l'eliminazione del selenio e tellurio per volatilizzazione e l'eliminazione per scorificazione di Pb, As, Sb e Fe. La massa che resta nel forno è ricca di argento; questa viene colata in anodi e quindi elettrolizzati per il recupero dell'argento puro al catodo, lasciando nella melma anodica l'oro, il platino ed i metalli pesanti del gruppo.

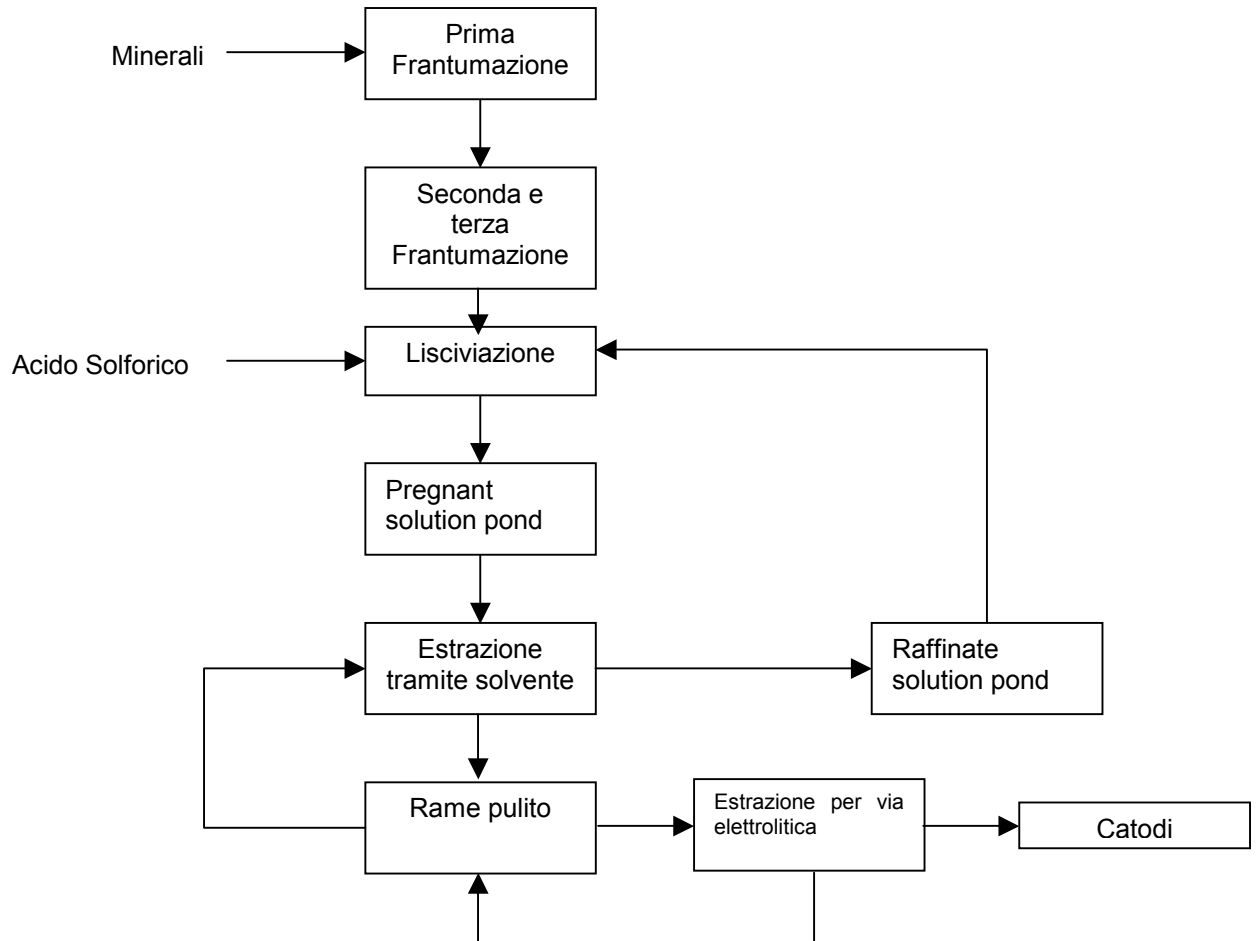
Un altro processo è quello di inviare la scoria in forni elettrici e facendola reagire con il carbonio nella forma di coke a grana fine. La scoria così trattata può essere avviata a processi di flottazione, raffreddamento, frantumazione e macinazione ottenendo un composto ricco in rame e riavviato alla fusione.

Le scorie provenienti dal trattamento delle scorie sono utilizzate in opere ingegneristiche come: costruzioni di strade, argini fluviali ed applicazioni simili.

Processo Idrometallurgico

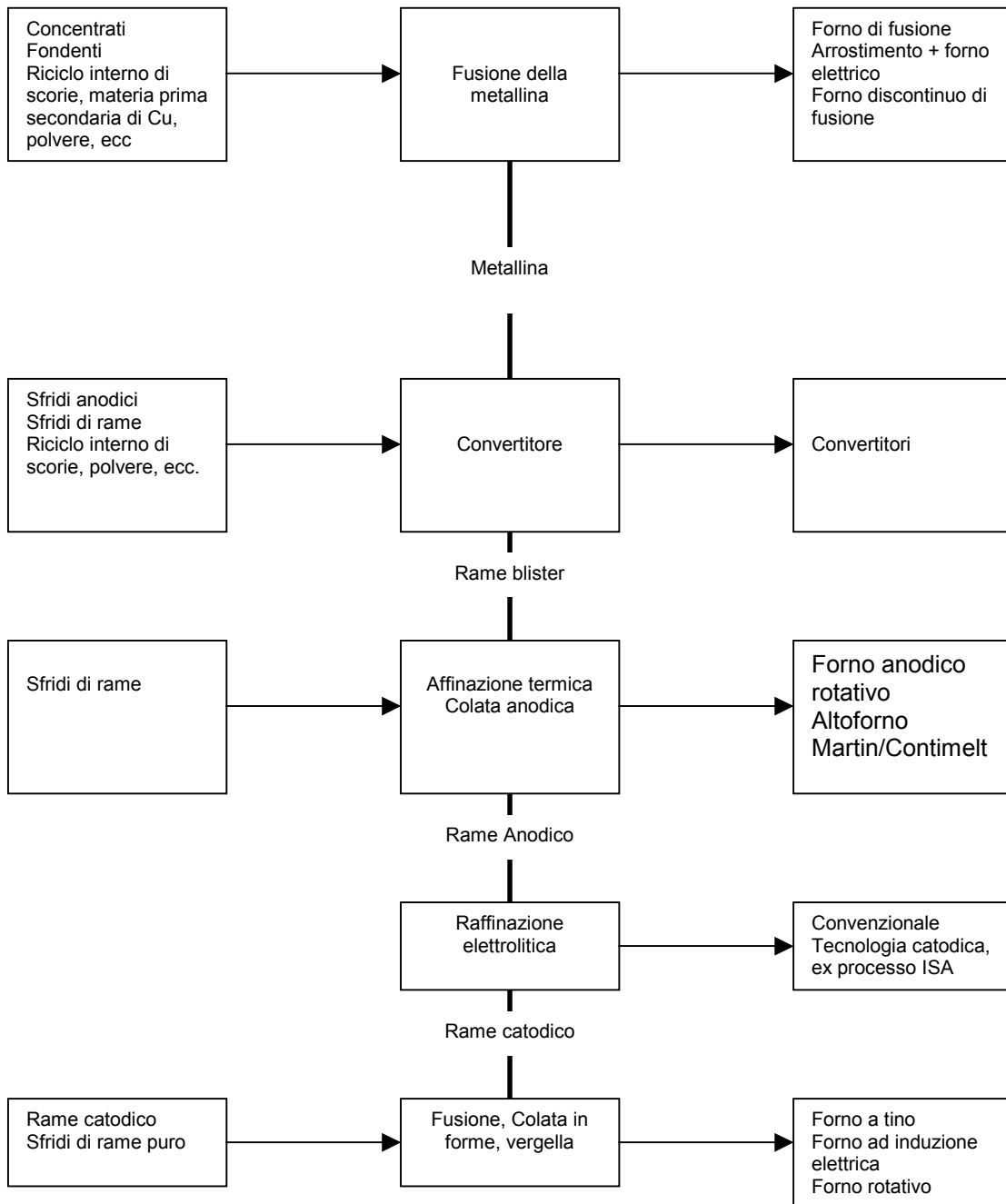
E' un processo tipico dei primaristi e secondaristi. Il processo è generalmente applicato ai minerali contenenti ossidi di rame o miscelati con minerali contenenti solfuri in quei siti dove c'è uno spazio sufficiente per sviluppare i trattamenti di lisciviazione. Il processo risulta utile per quei minerali che sono difficili da concentrare attraverso processi convenzionali ed in oltre non contengono metalli preziosi.

Questo processo si sviluppa attraverso la frantumazione dei minerali seguita dalla lisciviazione utilizzando acido solforico, a volte in presenza di specie biologiche. Il liquido prodotto dalla lisciviazione viene purificato e concentrati attraverso l'estrazione mediante solvente. Il grafico seguente mostra uno schema di processo idrometallurgico.



Il rame viene estratto per via elettrolitica e tale processo si differenzia dalla raffinazione elettrolitica per la forma dell'anodo. Il primo utilizza un anodo inerte come piombo o titanio e gli ioni del metallo vengono rimossi dalla soluzione e depositati sul catodo con le stesse modalità del secondo processo.

La figura della pagina seguente mostra uno schema di flusso per la produzione di rame primario.

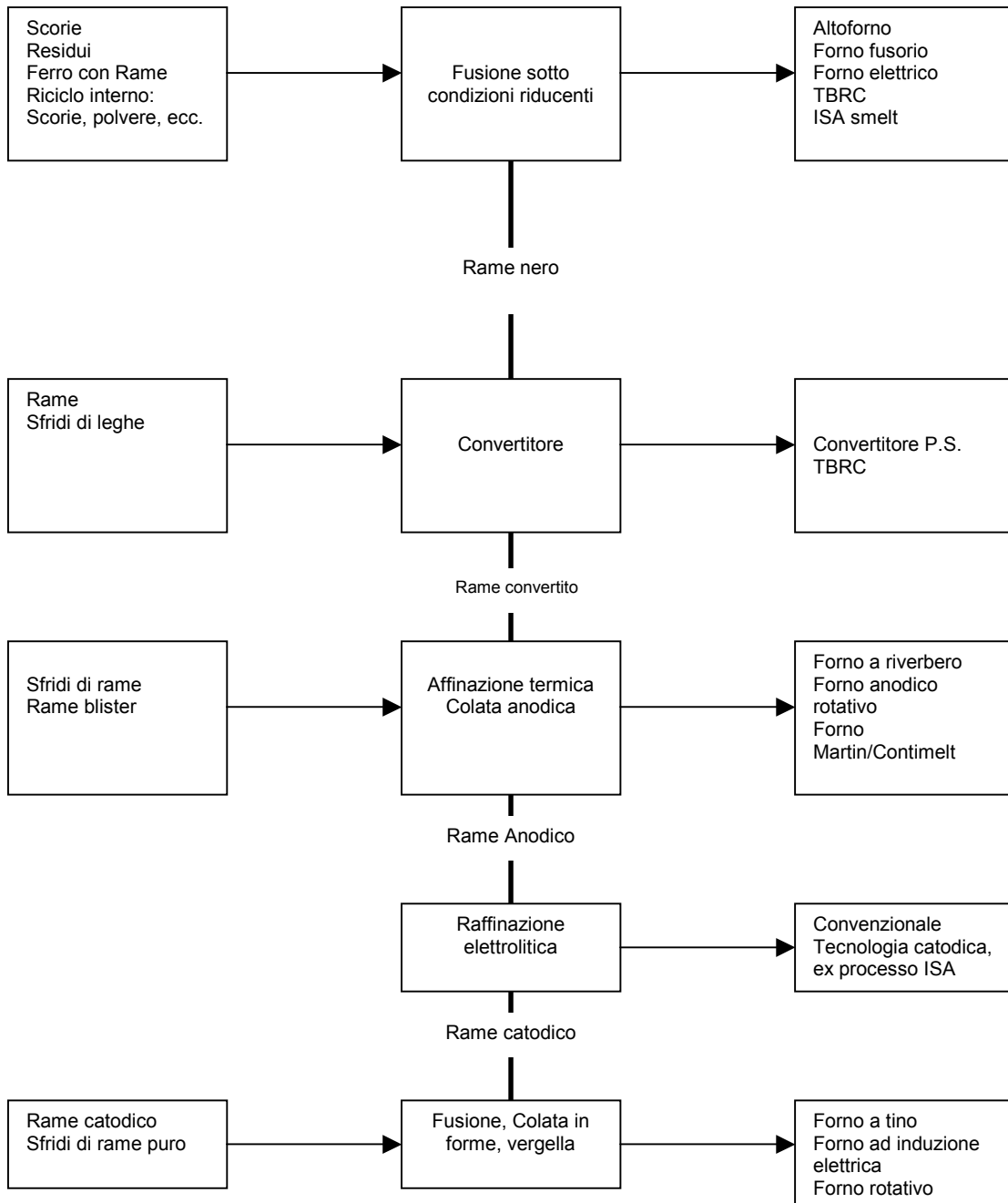


Produzione rame secondario

La produzione di rame dalle materie prime secondarie avviene attraverso il processo pirometallurgico. I processi dipendono dal contenuto di rame presente nella materia prima secondaria, dalla sua distribuzione granulometrica e da altri costituenti. Come per il rame primario, la rimozione di questi costituenti ed il recupero di metalli avviene attraverso processi intermedi.

La materia prima secondaria può contenere componenti organici e oli naturali, per cui deve essere preventivamente sottoposta a metodi di pulizia per una corretta scelta del processo di produzione e delle tecniche di abbattimento.

I processi per la produzione del rame secondario sono generalmente simili a quelli per il rame primario, la fusione della materia prima secondaria avviene sotto condizioni riducenti. La figura successiva mostra uno schema di produzione del rame da materie prime secondarie.



Produzione di semilavorati

Le industrie produttrici di semilavorati, che in Italia sono la grande maggioranza del settore, effettuano a volte una limitata azione di affinazione termica del rame attraverso forni rotativi (Thomas e simili) così da eliminare le impurità soprattutto del materiale di riciclo.

Nel precedente paragrafo “affinazione termica” è descritto tale tipo di trattamento.

Se il rame da fondere è puro viene normalmente utilizzato un forno verticale a gas (forno a tino) in cui non viene fatta affinazione e serve solo per dare nuova forma al metallo.

Le leghe di rame, ed a volte anche il rame stesso, sono prodotte in forni elettrici ad induzione, del tipo a crogiolo per il materiale minuto, e del tipo a canali per fusione di pezzi più consistenti.

Per assicurare la continuità di funzionamento della macchina di colata (la fusione è un processo intermittente mentre la colata è un processo continuo o semi-continuo) sono utilizzati i forni di attesa, normalmente alimentati a gas per il rame, ed elettrici (a induzione) per le leghe.

La colata avviene per mezzo di lingottiere di cristallizzazione mediante le quali avviene la solidificazione del metallo.

La tipologia si divide tra: statica in forme (usata solo in casi limitati), continua e semicontinua. Le configurazioni ottenibili sono in funzione del prodotto finale (nastri, barre ect)

Produzione delle leghe del rame

Un'ampia varietà di leghe sono prodotte con metalli quali: Ni, Sn, Zn, Al ecc. La produzione di lingotti di rame o le sue leghe richiedono un'accurata composizione dei suoi costituenti. Questo è ottenuto dalla ricezione e dallo stoccaggio della materia prima attraverso la segregazione e la cernita. Il rame o le sue leghe possono essere ottenute attraverso la fusione in forni rotativi o ad induzione in modo discontinuo. Ad esempio, il forno rotativo è generalmente utilizzato per scarti più sporchi aggiungendo fondenti per separare componenti non desiderati, ed in particolare il ferro.

La produzione delle vergelle

Le vergelle sono prodotte con rame ottenuto attraverso la raffinazione elettrolitica, poiché questo tipo di rame ha la percentuale minore di impurità che possono peggiorare caratteristiche come conduttività, ricottura e resistenza a caldo. Particolare attenzione deve essere posta nel controllo continuo dei parametri di funzionamento del forno, in modo da minimizzare l'assorbimento di ossigeno da parte del metallo.

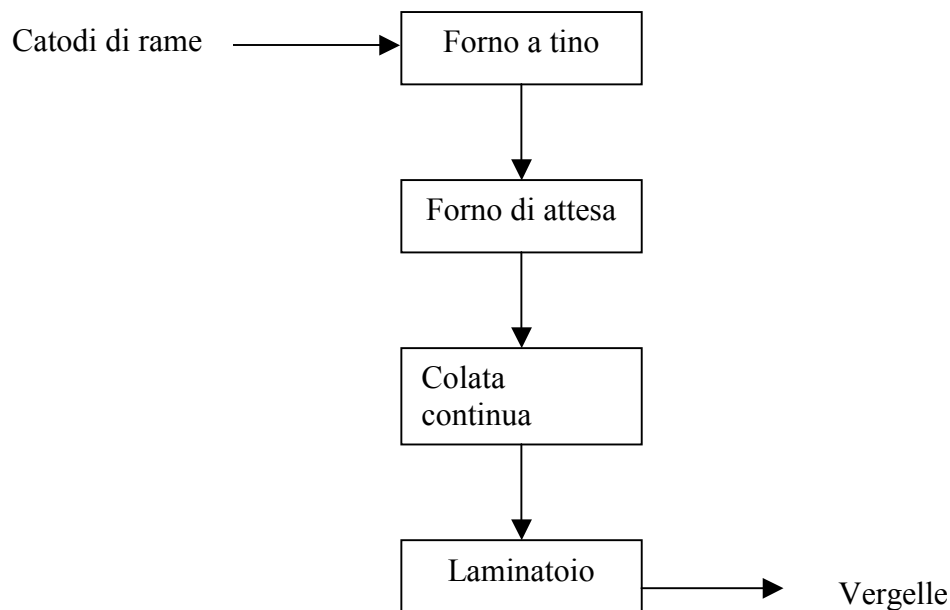
I processi utilizzati per la produzione delle vergelle sono:

- il processo Southwire
- il processo Contirod

- il processo Properzi e Secor
- il processo Upcast

Il processo Southwire

Il metallo è fuso in un forno a tino, alimentato a metano o propano; il combustibile è sottoposto ad una combustione controllata, in modo da mantenere una atmosfera riducente (dallo 0.5% all'1,5% di CO o H₂) e ridurre il contenuto di ossigeno del metallo fuso. I gas provenienti dal forno sono raffreddati e la polvere è rimossa con i fabric filter.



Il rame fuso è scaricato in un forno d'attesa, riscaldato con gas naturale, nel quale il rame è mantenuto in temperatura ed è sottoposto ad eventuali trattamenti metallurgici. Il metallo fuso è poi raccolto in una siviera sottostante il forno di attesa, e da qui è avviato alla colata continua (in questa operazione il rame fuso è solidificato in parallelepipedi di sezione rettangolare o quadrata).

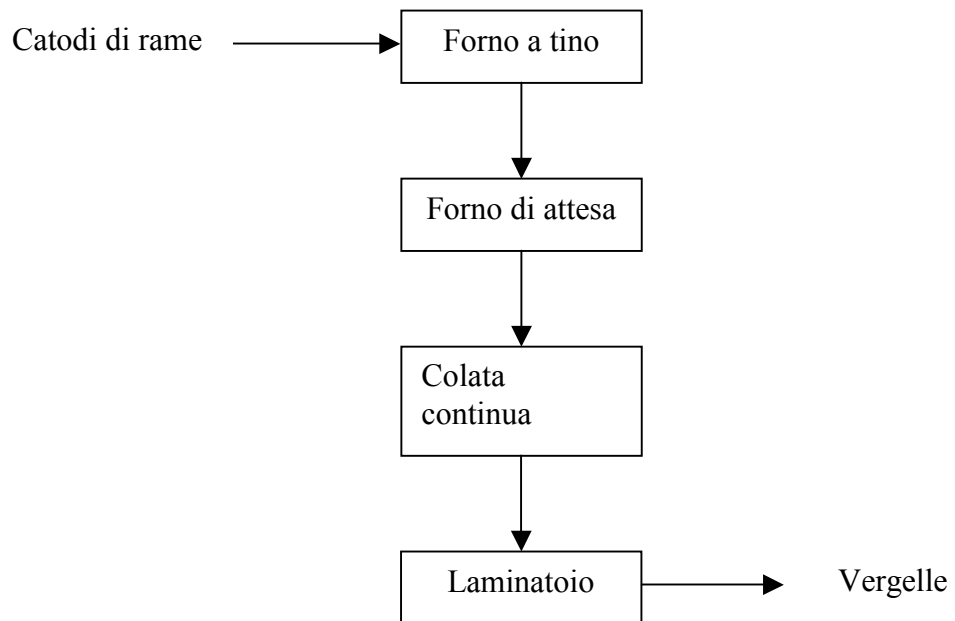
In questo caso la colata continua è effettuata da una ruota, raffreddata da acqua, e ricoperta per metà da un nastro di acciaio, in modo da formare una cavità in cui il metallo assume la forma di una barra con sezione trapezoidale (con superficie tra i 5000 e gli 8300 mm²).

Le barre sono caricate nel laminatoio, che è costituito da una gabbia sbozzatrice e da una gabbia finitrice. Come lubrificante, è utilizzata una soluzione sintetica di olio minerale in acqua.

All'uscita del laminatoio la vergella è raccolta in matasse.

Il processo Contirod

Il processo è simile a quello visto in precedenza.



Nel forno a tino è fuso il metallo, che viene poi trasportato in un forno di attesa rotatorio attraverso un apposito canale di colata. Il rame fuso è mandato in un imbuto, utilizzato per la colata, che ha la funzione anche di regolare la velocità di alimentazione per la colata. La colata continua è effettuata, per il processo Contirod, con una macchina Hazelett, che ha il compito di solidificare il rame fuso in un parallelepipedo con una sezione rettangolare tra i 5000 mm² e i 9100 mm². Una volta prodotta, la barra è sottoposta ad operazione di sbavatura ai quattro angoli, ed è avviata al laminatoio. Come lubrificante, è utilizzata una soluzione sintetica di olio minerale in acqua.

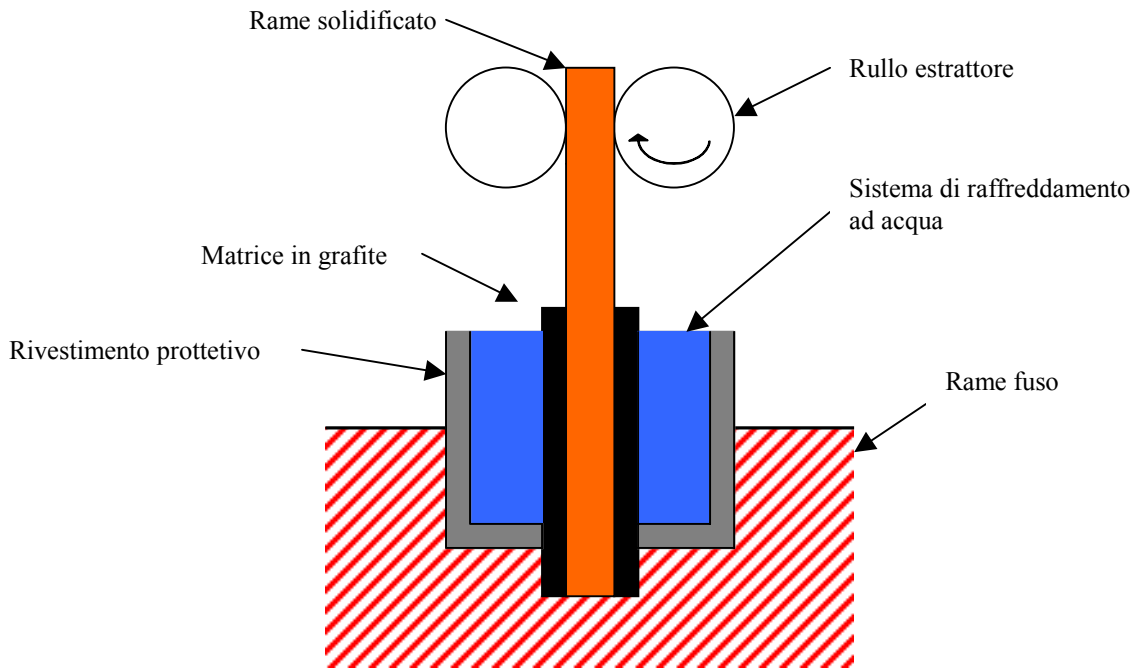
I processi Properzi e Secor

Questi due processi sono simili a al processo Southwire, tranne che per la forma della barra di rame uscente dalla macchina per colata, che può avere una sezione con una geometria diversa.

Il processo Upcast

Il rame è fuso in un forno ad induzione. Il metallo fuso è trasferito, in modo discontinuo, in un forno di attesa anch'esso ad induzione. Per piccole capacità produttive, è spesso presente un solo forno che funziona sia da forno fusorio che da forno di attesa.

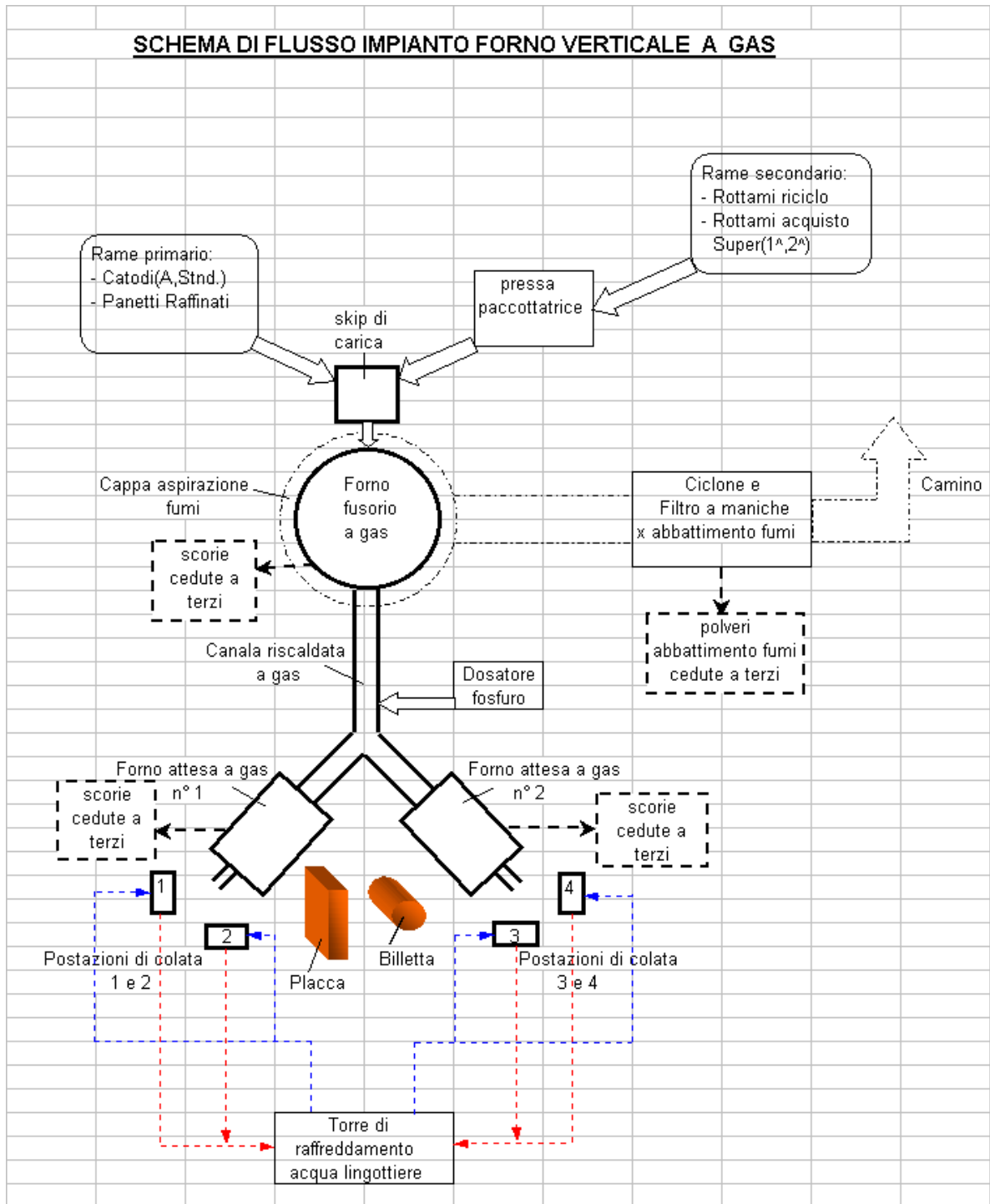
Il processo è effettuato nel seguente modo. Una matrice di grafite raffreddata ad acqua è immersa, per una certa profondità, nel rame fuso. Il rame solidificato è "tirato su" da rulli estrattori, e lascia spazio nella matrice che si riempie di nuovo metallo fuso.

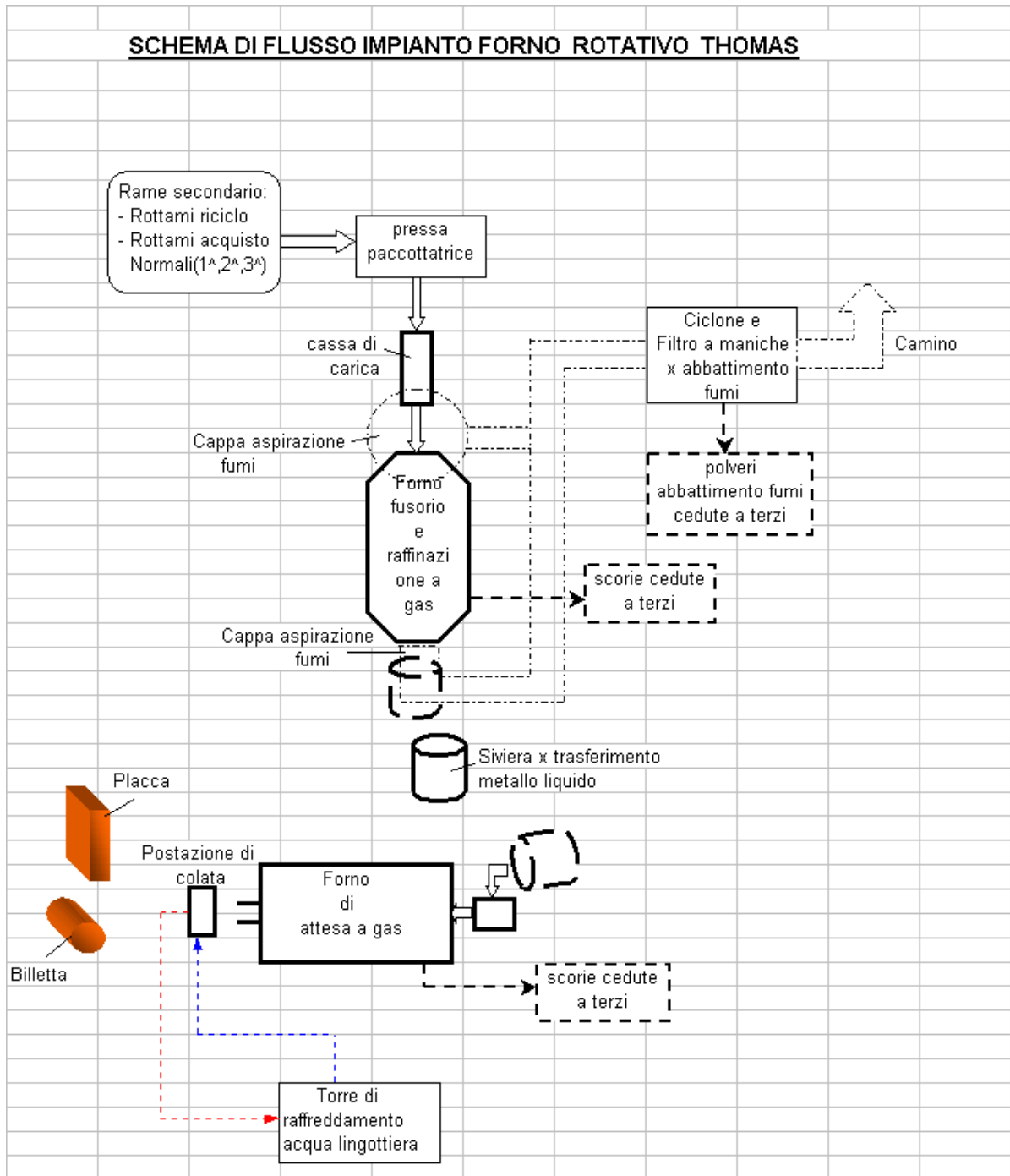


Il processo inizia immergendo una barra di acciaio (“canna”) con una punta in rame (“esca”), attraverso la matrice in grafite. Il rame fuso che entra in contatto con “l’esca” solidifica, e non appena ciò avviene la barra di acciaio è estratta velocemente e poi tagliata una volta superati i rulli estrattori. Da questo momento in poi il processo è innescato, e la vergella prodotta è raccolta in matasse.

Schemi tipici di funzionamento dei forni utilizzati nelle produzioni secondarie

Nelle due figure che seguono sono presentati gli schemi tipici di funzionamento dei due principali tipi di forno utilizzati nelle produzioni secondarie di rame e nei semilavorati.





Emissioni dalla produzione del rame primario

Accertato che in Italia non operano produttori di “rame primario”, vale la pena comunque di descrivere brevemente, per completezza informativa, la produzione del rame primario. I dati di input ed output per la fusione primaria dipendono dal contenuto di rame nel concentrato, dalla concentrazione di altri metalli (As, Se, Hg, Ag, Au ecc) e dall’uso degli scarti del rame o di altri materiali contenenti rame nelle diverse parti del processo.

Le principali fasi della produzione di rame primario possono essere sinteticamente riassunti in:

- arrostimento e fusione;
- conversione;
- fusione in ambiente riducente (Forno anodico);
- raffinazione elettrolitica.

Nel processo di arrostimento e fusione si hanno le seguenti potenziali emissioni in aria :

- SO₂;
- polveri;
- vapori di ossidi di metallo;

mentre i rifiuti solidi sono:

- polveri;
- rivestimenti refrattari dei forni.

Dai processi di arrostimento e di fusione si ottiene come prodotto la metallina che a sua volta subisce un successivo trattamento di trasformazione nel convertitore.

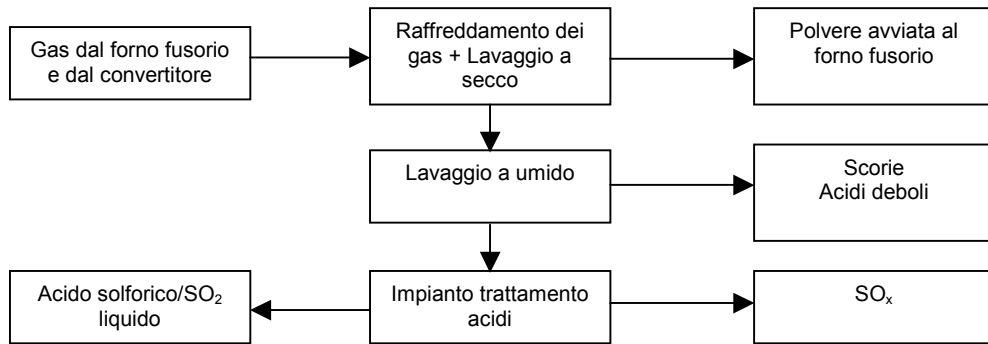
Questo processo riceve come materia da lavorare non solo la metallina ma anche scorie, scarti, aria ed ossigeno. Le emissioni in aria generate da questo stadio sono:

- SO₂;
- metalli;
- polveri dai filtri;

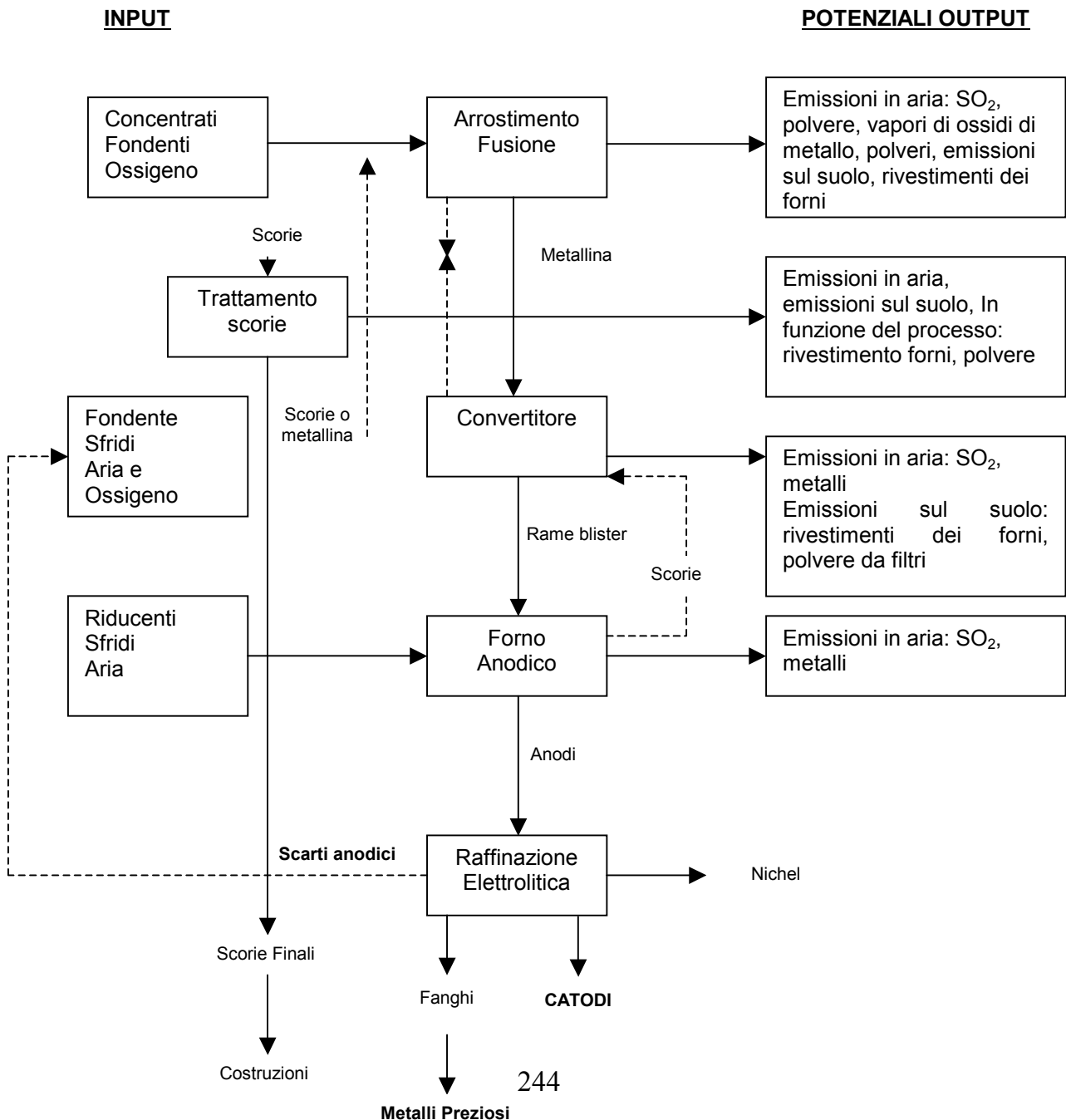
mentre i rifiuti solidi sono:

- polveri;
- rivestimenti refrattari dei forni.

La figura successiva mostra lo schema di trattamento dei gas provenienti dal forno di fusione e dal convertitore.



Lo schema seguente, invece, mostra un generico diagramma di dati in input ed output per la produzione di rame primario.



Emissioni dalla produzione di rame secondario

La materia prima secondaria può essere immessa in diverse parti del processo secondario dipendendo dalla purezza, dal contenuto di altri metalli e dal grado di contaminazione superficiale.

Le principali fasi della produzione di rame secondario possono essere sinteticamente riassunti in:

- fusione e riduzione;
- convertitore;
- fusione in ambiente riducente (forno anodico);
- raffinazione elettrolitica.

I materiali che vengono avviate alla fusione e riduzione sono rappresentate da:

- residui di bassa qualità;
- coke;
- ossigeno;
- fondente.

Nel processo di fusione e riduzione si hanno le seguenti potenziali emissioni:

- CO;
- polveri;
- vapori di ossidi di metallo;
- diossine;
- COV;

ed i rifiuti solidi:

- polveri
- rivestimenti refrattari dei forni.

Dai processi di fusione e riduzione si ottiene come prodotto la metallina che a sua volta subisce un successivo trattamento di trasformazione nel convertitore.

Questo processo riceve come materia da lavorare non solo la metallina ma anche scorie, scarti, aria ed ossigeno. Le emissioni generate da questo stadio sono:

- SO₂;
- metalli;
- polveri;

ed i rifiuti solidi sono:

- polveri da filtro (riciclati);
- rivestimenti refrattari dei forni.

Dalla precedente trasformazione si ha come output il rame blister il quale viene destinato ad una successiva trasformazione nel forno anodico. Nel forno anodico viene

convogliato oltre che il rame blister anche agenti riducenti, sfridi non contaminati ed aria.

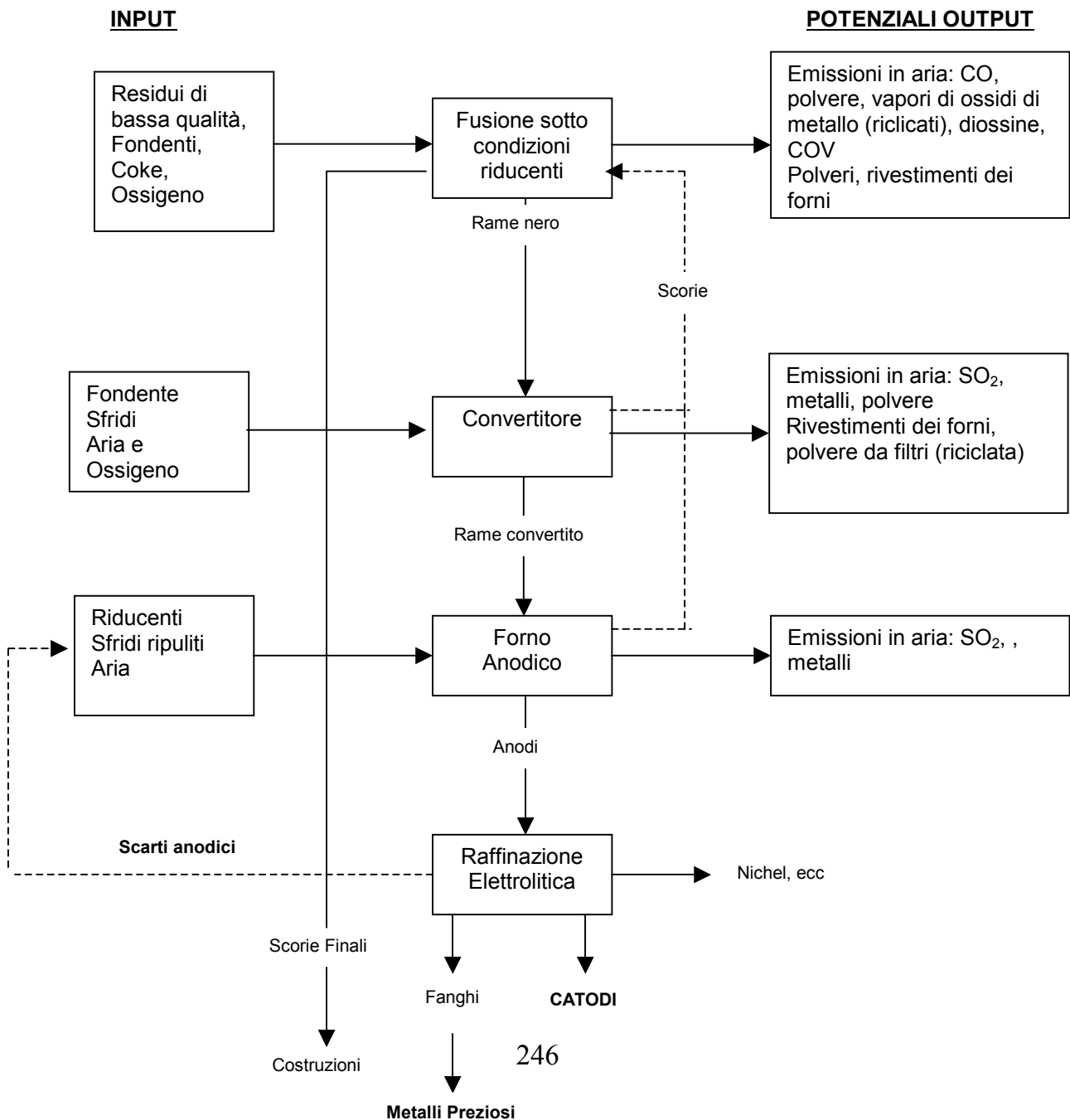
L'output di questo stadio di processo è rappresentato dal rame colato in anodi mentre le emissioni generate sono rappresentate da SO₂, metalli e polvere.

Infine il rame colato in anodi subisce un ultimo trattamento di raffinazione elettrolitica ottenendo così rame puro in catodi e fanghi avviati al recupero di metalli preziosi come prodotti; gli sfridi degli anodi vengono convogliati nel forno anodico.

Le scorie prodotte dalle varie fasi del processo vengono mandate di nuovo in fusione.

Alcuni residui vengono riciclati all'interno del processo da altri processi associati. I produttori dei metalli non ferrosi, per esempio piombo, zinco e stagno, utilizzano i residui come materia prima per i loro processi.

Nella figura che segue è mostrato un generico diagramma di dati in input ed output per la produzione di rame secondario.



Emissioni nella produzione di semilavorati

I processi di lavorazione che determinano emissioni in fonderia sono la fusione senza raffinazione, la fusione con attività di raffinazione termica, la colata con il relativo forno di attesa, ove presente.

Vi sono anche le attività associate, legate alla utilizzazione di materie prime secondarie di recupero, quali la preparazione di paccotti a mezzo pressa per facilitare la movimentazione/introduzione di materiale di media pezzatura in forno, la preparazione delle torniture a mezzo vaglio ed essiccatore per eliminare umidità ed impurezze

Le principali emissioni sono:

In aria

- Polveri (ossidi di metalli, inerti)
- CO e CO₂ (da forni a gas)
- NO_x
- COV

Rifiuti solidi

- Scorie dai forni
- Polveri da filtrazione prima della emissione dei gas in atmosfera
- Rivestimenti refrattari dei forni

I rifiuti suddetti contenenti metallo sono inviati alle industrie dei primaristi e secondaristi per il riutilizzo dei metalli stessi.

A volte, principalmente nel ciclo della lavorazione dell'ottone, il trattamento delle scorie con il relativo recupero del metallo è fatto sul posto, normalmente a mezzo vagliatura e frantumazione a secco con emissione di scarti inerti e polveri.

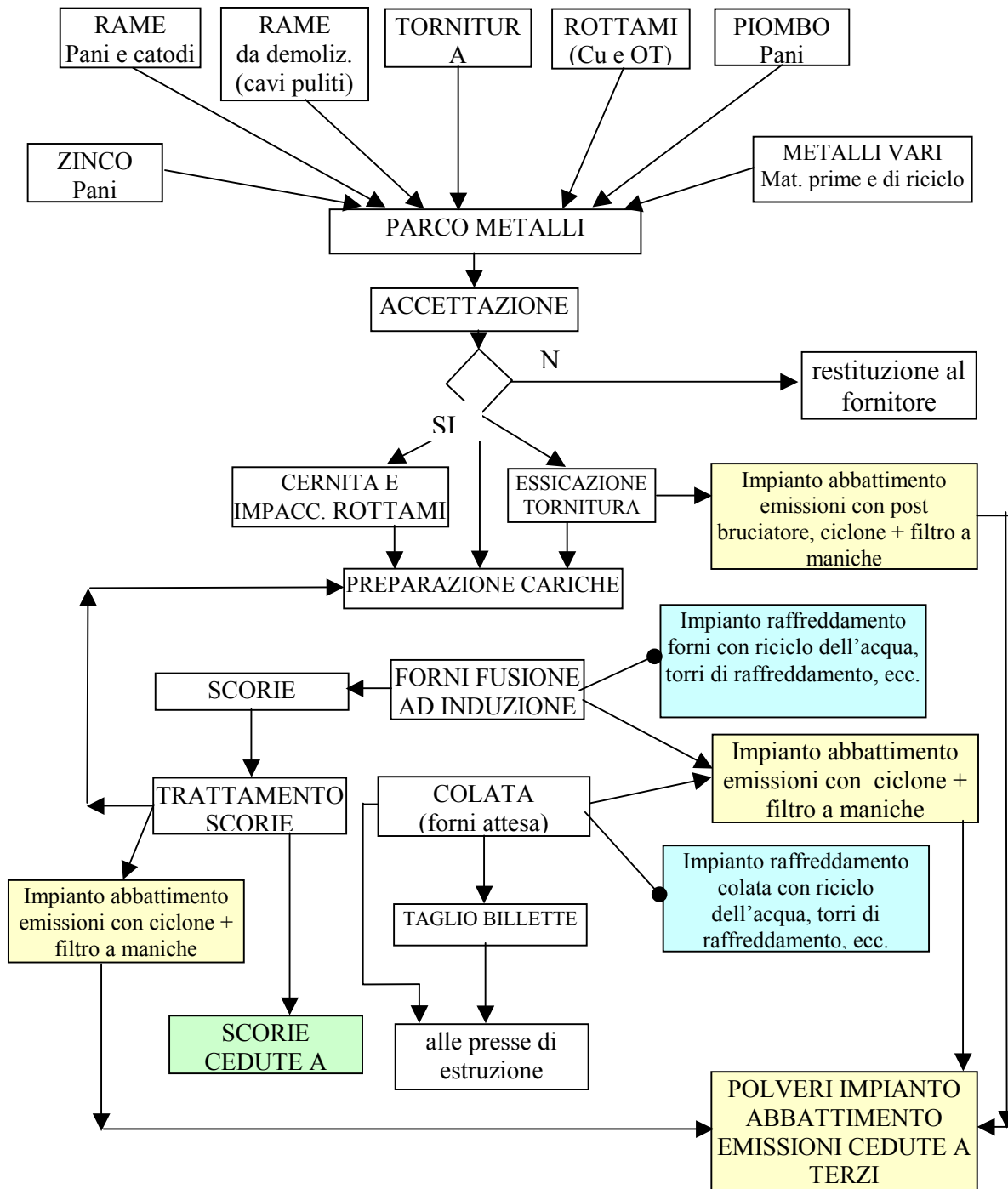
Rifiuti liquidi

Spurghi dei circuiti chiusi delle acque di raffreddamento, effettuato a mezzo torri evaporative

Rifiuti fangosi

Pulizia saltuaria delle fosse di colata, con presenza di ossidi dei metalli in lavorazione

Nella figura seguente è mostrato uno schema a blocchi tipico della produzione di leghe. Nel caso specifico del diagramma qui mostrato si tratta di produzione di ottone ma lo schema logico rimane interamente applicabile solo sostituendo l'ingresso di Zn e Pb con altri metalli (Sn per il bronzo, ad esempio).



Sintesi inquinanti emessi in aria nella produzione di rame e sue leghe

Polvere, composti metallici, carbonio organico (che può provocare la formazione di diossine) e SO₂ possono essere emessi in aria. Le potenziali sorgenti di emissioni in aria sono mostrate nella tabella che segue.

Sorgenti delle Emissioni	Polvere e composti metallici	Diossine	Carbonio organico	Composti dello Zolfo
Materiale trasportato	**			
Stoccaggio	*			
Essiccazione	***		*	*
Trattamento scarti	**	*** (secondario)	*** (secondario)	
Fusione	***	*** (secondario)	* (secondario)	*** (Trattati in un impianto di recupero)
Convertitore	**	* (secondario)	* (secondario)	*** (Trattati in un impianto di recupero)
Raffinazione	**	* (secondario)	* (secondario)	*
Fusione/Colata	* (** per le leghe)		* (secondario) + CO	
Trasporto metallo fuso	***			*
Elettrolisi				
Trattamento scorie	**		* (CO)	
Note : *** Molto significativo.....* poco significativo				

Gli ossidi di azoto sono relativamente irrilevanti ma possono essere assorbiti dall'acido solforico prodotto nei processi primari; l'ossigeno in eccesso può ridurre la formazione nel trattamento termico.

Monossido di carbonio

In aggiunta alle emissioni sopra citate il processo di fusione, che deve avvenire in un ambiente riducente, può produrre quantità significative di monossido di carbonio. Questo avviene in particolare nella fusione del rame con elevata purezza nei forni a tino o nella produzione di vergella e nei prodotti con elevata conduttività. Il processo opera sotto condizioni riducenti ed il contenuto di monossido di carbonio nei gas è elevato, tipici livelli sono di 5000 mg/Nm³.

Tipici valori di CO prodotto nei forni a tino è da 2000 a 11000 grammi per tonnellata di rame. Il CO è anche prodotto nei forni in cui vengono decontaminate le scorie e negli

altiforni; i post combustori possono essere utilizzati per rimuovere il CO, fornendo una concentrazione tipica nell'intervallo 10-200 mg/Nm³.

Emissioni in atmosfera di polveri e composti metallici

Questi inquinanti possono essere emessi da vari stadi della produzione. Le emissioni dirette e fuggitive di polvere dalle diverse fasi del processo come fusione, conversione e raffinazione sono potenzialmente alte. L'importanza di queste emissioni è legata anche al fatto che questi processi sono utilizzati per la rimozione di metalli volatili come Zn, Pb, As e Cd dal rame e tali metalli sono presenti sia nei gas che parzialmente nelle polveri.

I forni per la produzione di rame primario riescono a tenere bene le polveri ed a minimizzare le emissioni fuggitive. Per minimizzare tali emissioni una buona manutenzione dei forni e delle condotte deve essere realizzata.

I forni per la produzione di rame secondario sono più prони al rilascio delle emissioni fuggitive durante i cicli di carico e spillatura del metallo fuso. Tali forni sono provvisti di un'apertura per il carico molto grande, pertanto una loro deformazione o una mancata chiusura ermetica (guarnizioni) possono contribuire in modo significativo al rilascio delle emissioni fuggitive.

I gas raccolti sono generalmente raffreddati e le polveri sono rimosse dal flusso del gas attraverso precipitatori elettrostatici o filtri a sacco. Usualmente un'alta efficienza di filtrazione è ottenuta e la concentrazione di polvere dopo l'abbattimento è contenuta nell'intervallo <1 – 10 mg/Nm³.

La produzione delle leghe del rame, come ad esempio per l'ottone, genera vapori significativi di ZnO e nel processo di colata sono perciò richiesti sistemi di raccolta efficienti. Le emissioni dei metalli sono fortemente dipendenti dalla composizione delle polveri prodotte dal processo. La composizione varia largamente ed è influenzata:

- dal processo che genera le polveri;
- dalla materia prima.

La tabella che segue mostra le composizioni tipiche della polvere per le diverse tipologie di lavorazione del processo del rame.

Componenti	Polvere Forno di fusione per Metallina PE	Polvere Altoforno	Polvere Convertitore scarti	Polvere Convertitore metallina PE	Polvere Forno di decontamin. degli scarti	Polvere Forno anodico
Pb %	0.1 – 5	5 – 40	5 – 30	2 – 25	2 – 15	2 – 20
Zn %	0.1 – 10	20 – 60	25 – 70	5 – 70	25 – 60	5 – 40
Sn %	0.1 – 1	0.2 – 5	1 – 20	0.1 – 4		
Cu %	5 – 30	2 – 12	2 - 15	10 – 25	0.5 – 2.5	15 – 25
As %	0.1- 4					0.5 - 10
Ni %	0.1 - 1	0.1 - 1		0.1 – 1		
Nota : PE = Precipitatori elettrostatici						

Mentre la tabella seguente riporta analoghe composizioni associate alle produzioni di semilavorati.

Componenti	Polvere da fonderia semilavorati in rame- affinaggio compreso	Polvere da fonderia semilavorati ottone
Pb %		0,5-4
Zn %		< 60
Cu %	1 - 4	1 - 15
Nota : Impianti abbattimento composti da filtri a manica e cicloni (se necessario)		

Composti organici del carbonio

Questi possono essere emessi durante la produzione primaria nella fase di essiccazione in funzione del materiale adoperato per il trattamento dei minerali e del combustibile adottato. Per la produzione secondaria, la sorgente più significativa è nel trattamento degli scarti, nella fusione e nella raffinazione. Il processo di conversione per il rame secondario può rappresentare una sorgente se gli scarti contaminati con materiali organici sono aggiunti nel convertitore ottenendo una combustione non completa.

Altre sorgenti di COV possono risultare:

- nella produzione della vergella e in altri semiprodotto se viene utilizzato un materiale oleoso nell'alimentazione, producendo da 5 a 100 g per tonnellata di rame;
- nei processi di estrazione dei solventi.

Diossine

I composti organici del carbonio che possono essere emessi includono le diossine le quali derivano dalla combustione non completa di petrolio e di materiale plastico contenuto nell'alimentazione e dalla sintesi de-novo se i gas non sono raffreddati abbastanza velocemente. I composti organici vengono rimossi dagli scarti previo trattamento, e dai gas attraverso i post combustori seguito da un rapido raffreddamento. Nei casi in cui non è possibile trattare i gas, essi possono essere ossidati aggiungendo ossigeno sopra la zona di fusione. Per evitare le emissioni di diossine si può anche identificare il tipo di contaminante organico presente nella materia prima così da utilizzare forni e tecniche di abbattimento più idonee.

Nel caso di fusione primaria e conversione, operando ad alte temperature i componenti organici vengono distrutti e la presenza di SO₂ inibisce la sintesi "de-novo" di formazione delle diossine. Anche la fusione degli scarti contaminati da materiale organico può rappresentare una potenziale sorgente di diossine per le industrie che producono semiprodotto.

Le tecniche usate per l'abbattimento delle diossine in questo settore comprendono:

- post combustori;
- controllo nelle condotte di trasporto dei gas;
- raffreddamento e rimozione delle polveri;
- assorbimento da parte del carbonio attivato.

Anidride solforosa

Le sorgenti più significative di SO₂ dalla produzione primaria del rame utilizzando concentrati di zolfo, sono:

- arrostimento;

- fusione;
- conversione;
- essiccazione (soprattutto dal combustibile usato nel combustore);
- raffinazione primaria, dove il rame blister contiene da 0.03% a 0.1% di zolfo dissolto.

Le emissioni fuggitive possono essere raccolte in diversi modi, tuttavia la concentrazione nei gas è generalmente molto bassa ed un semplice sistema di abbattimento, scrubber, viene utilizzato se richiesto. L'utilizzo di forni chiusi perfettamente per la fusione permette un'efficiente raccolta dell'SO₂.

La conversione del rame blister è una sorgente di SO₂ come precedentemente detto. Ci sono due tipologie di problemi quando vengono utilizzati i convertitori Pierce-Smith e simili:

- la raccolta dei gas non è efficiente;
- la concentrazione di SO₂ nel gas varia significativamente e ciò può creare dei problemi per i sistemi di abbattimento. Usando dei convertitori in modo sequenziale si può ridurre questo effetto.

L'efficienza degli impianti di trattamento dell'acido solforico nell'UE ha raggiunto valori tra 99.5 e 99.8%, ed una piccola quantità di SO₃ non assorbita viene emessa insieme all'SO₂ residuo.

L'SO₂ può anche essere presente nei gas prodotti nella fusione secondaria ciò è dovuto al contenuto di zolfo nel combustibile e nella materia prima. In alcuni casi l'SO₂ viene assorbito dai sistemi di trattamento e in altri casi come l'SO₂ proveniente dai forni elettrici (e convertitori di Cu/Pb) vengono indirizzati verso un impianto di trattamento degli acidi quando determinate materie prime sono presenti.

Ossidi di azoto

Le fasi di produzione del rame dipendono da alte temperature ma anche dall'uso di ossigeno. Questo provoca l'abbassamento della pressione parziale dell'azoto alla fiamma con conseguente riduzione di ossidi di azoto a meno che l'azoto non sia presente in grandi quantità nelle zone calde. Tipici livelli per le emissioni dell'ossido di azoto da rame secondario sono compresi tra 50 e 500 mg/Nm³ dipendente dal forno e dal tipo di operazione. Per l'NO_x, l'uso di un processo altamente efficiente (es. Contimelt) richiede un compromesso, da stabilire localmente, tra l'uso di energia e valori di emissione raggiunti.

L'ossido di azoto ottenuto dal processo primario è principalmente assorbito nell'acido solforico prodotto, e pertanto non rappresenta negli impianti uno dei principali aspetti ambientali. Un riassunto delle emissioni in aria da processi primari e secondari del rame. È mostrato nella tabella seguente.

Tipo di processo	Polvere g/t di metallo prodotto	SO₂ g/t di metallo prodotto	Cu g/t di metallo prodotto	Pb g/t di metallo prodotto	As g/t di metallo prodotto
Cu primario	160 – 1000	6600 – 16000	30 – 250	7 – 35	3 – 20

Cu secondario	100 – 1000	500 – 3000	8 – 100	10 – 60	0.5 – 5
Lavorazione della massa fusa e semiprodotto			1 – 3.5	0.1 – 1	0.01 – 0.2
Produzione di vergella	20 - 500	10 - 50	12 - 260		

Così come le emissioni raggiunte dalla produzione di semiprodotto sono mostrate nella prossima tabella.

Unità di processo		Polvere mg/Nm ³	CO mg/Nm ³	TOC mg/Nm ³
Lavorazione della massa fusa	Forno elettrico	< 10		< 20
	Forno rotante	< 10		< 50
	Forno a tino	< 10	< 100*	< 20
Laminatoio				< 50
Macinazione		< 10		
Note: * Con post combustore (dipendente dal tipo di alimentazione (petrolio/contenuti organici)) Solo emissioni convogliate.				

Mentre le emissioni specifiche da un processo di semifabbricazione possono essere sintetizzate come segue.

Unità di processo		Polvere g/t	CO g/t	TOC g/t	PCDD/F µg/t(I-TEQ)
Lavorazione della massa fusa	Forno elettrico	< 70	-	< 80	< 5
	Forno rotante	< 50	-	< 11 ⁶	< 10
	Forno a tino (ASARCO)	< 12			< 10
	Senza post combustore		< 10.000		
	Con post combustore		< 45	< 9	
Laminatoio		-		< 100	
Macinazione		< 20			
Note: Solo emissioni convogliate					

⁶ Da una rassegna effettuata in ambito italiano risulta, peraltro, che i valori corrispondenti alle produzioni nazionali, in condizioni di normale funzionamento, possono essere superiori anche di un ordine di grandezza.

Sintesi emissioni di rifiuti solidi nella produzione di rame e sue leghe

Alcuni sottoprodotti generati della produzione del rame possono contenere ancora quantità di rame e di altri metalli non ferrosi e sono perciò utilizzati come materia prima secondaria. Prodotti intermedi, sottoprodotti e residui dalla produzione di rame sono sintetizzate nella tabella seguente.

Processo	Prodotto intermedio, sottoprodotti, residui	Utilizzazione finale
Sistemi di abbattimento	Polvere da filtro Composti del mercurio. Catalizzatori esauriti e acidi. Scorie di acido solforico. Acidi deboli.	Materia prima per Cu (rinviato alla fonderia), Pb, Zn e altri metalli. Materia prima per Hg. Industria chimica. Neutralizzazione. Altri usi es. dissoluzione, decomposizione per SO ₂ .
Fonderia	Scorie Rivestimenti refrattari di forni.	Riciclo interno. Recupero.
Convertitori	Scorie.	Fonderia – Riciclo interno.
Forni per scorie	Scorie	Abrasivo, materiale da costruzione.
Forno di Raffinazione (anodico)	Scorie	Fonderia – Riciclo interno.
Serbatoi	Diffusione elettrolitica Residui anodici Fango anodico	Sali di Ni, recupero di Cu, recupero di acidi o altri usi. Riciclo interno: convertitore (raffreddamento) o forno anodico. Recupero di metalli preziosi.
Fusione	Scorie d'affioramento	Materia prima per recupero di metalli.
Generale	Oli	Recupero di olio.
Idrometallurgico	Elettrolita esaurito	Dissoluzione
Semiprodotti	Soluzioni acide da decapaggio	Eliminazione come rifiuto se basso in metalli non ferrosi o recupero di metalli.
Produzione di ROD	Soluzioni acide da decapaggio (se applicato)	Recupero in separate celle elettrolitiche.

La tabella mostra i potenziali usi dei residui trattati. Alcuni sono utilizzati come materie prime per la produzione di altri metalli, altri come materiali riciclati all'interno della produzione del rame. La tabella che segue fornisce un esempio delle quantità dei residui, intermedi e sottoprodotti generati dai processi primari e secondari.

Unità di processo	Sottoprodotti e residui	Quantità (t/a)	Utilizzo/Trattamento
Impianto primario: Produzione annuale catodica rame primario 220.000 t/a			
Forno a combustione istantanea	Polvere	100.000	Uso interno
	Scorie	400.000	Futuri processi in forni elettrici.
Forno elettrico	Polvere	400	Uso esterno per la produzione di Zn/Pb
	Scorie	400.000	Uso esterno come materiale da costruzione
Convertitore di rame	Polvere	4.000	Riciclaggio interno per forno a combustione istantanea o forno elettrico
	Scorie	150.000	Uso interno per forno a combustione istantanea
Forno anodico	Polvere	200	Uso interno per forno a combustione istantanea
	Scorie	20.000	Uso interno per convertitore di rame
Impianto di trattamento degli acidi	Acido solforico	656.000	Sottoprodotto per la vendita
Impianto secondario: Produzione annuale catodica rame secondario 150.000 t/a			
Forno elettrico	Polvere	10.000	Sottoprodotto per la vendita a recupero di Zn
	Scorie	40.000	Uso esterno come materiale da costruzione
Convertitore	Polvere	400	Uso interno nel forno elettrico
	Scorie	10.000	Uso interno nel forno elettrico
Processo Contimelt	Polvere	1.000	Futuri processi in impianti TLA
	Scorie	2.000	Uso interno nel forno elettrico
Produzione semilavorati			
Polveri da fonderia semilavorati ottone		1- 30 kg / ton di prodotto	Cedute a terzi per recupero

Polveri da fonderia semilavorati rame e bronzo		0,3 - 3 kg /ton di prodotto	Cedute a terzi per recupero
Altri			
Elettrolisi	Fanghi anodici	3.000	Uso interno in impianti chimici per il recupero di metalli preziosi e Se, Te, Pb.
	Soluzione finale	35.000 m ³	Uso interno in un impianto chimico per il recupero di solfato di nichel, As ₂ O ₃ , H ₂ SO ₄
Processi di trattamento per le acque reflue	Fanghi	1.500	Eliminazione come rifiuti pericolosi
Generale	Rifiuti domestici	400	

Nella tabella sono indicate le quantità di fanghi ottenuti da processi di trattamento acque reflue in un impianto per la produzione di rame secondario.

Il valore mostrato, che è pari a 10 kg / ton di prodotto è da considerare esuberante per le industrie di produzione semilavorati che si attestano sui valori medi di 2-3 kg /ton.

I fanghi (ottenuti normalmente da operazioni di trattamento acque acide) sono riutilizzabili se il tenore dei metalli in essi contenuti lo consente.

Emissioni in acqua nella produzione di rame e sue leghe

La produzione di acque di scarico deriva da:

- lavaggio ad umido dei gas di scarico;
- granulazione delle scorie;
- acqua di raffreddamento;
- acque meteoriche e di dilavamento;
- processi idrometallurgici;
- altre acque di processo.

Tutte queste acque possono essere contaminate da metalli, che, in alcuni casi come per il mercurio e cadmio, sono altamente tossici.

Effluenti dal lavaggio di gas di scarico

Le tecniche di abbattimento ad umido sono progressivamente rimpiazzate da tecniche a secco. In alcuni casi è necessario utilizzare colonne di lavaggio ed elettrofiltri ad umido,

se non sono disponibili altre tecniche e se vengono trattate sostanze infiammabili. Gli elettrofiltri ad umido sono utilizzati per trattare gas umidi saturi ad alto contenuto di polvere (per esempio i gas ricchi di polveri ed SO₂ durante la produzione di rame primario). Nelle colonne di lavaggio ad umido, a causa dell'alta velocità, il liquido aderisce alle polveri e, per l'alta turbolenza le reazioni, procedono velocemente. Gli effluenti liquidi richiedono ulteriori trattamenti, come neutralizzazione e sedimentazione. Qualche volta si ricorre allo scambio ionico. Non tutte l'acqua può essere riciclata, ma occorre prevedere uno spurgo. In alcuni casi le acque reflue dei sistemi di abbattimento ad umido contengono cianuri (formatosi dalla reazione di C con azoto atmosferico). In tal caso possono essere riutilizzate per la granulazione delle scorie, durante la quale i cianuri evaporano e si ossidano.

Effluenti da granulazione delle scorie e dei metalli e dai processi di separazione per densità

Le scorie o i metalli scaricati dai forni possono essere granulati in modo uniforme versandoli in acqua, con un getto di acqua ad alta pressione o con altri sistemi di raffreddamento rapido. Gli effluenti liquidi, previa filtrazione, possono essere riciclati. Lo spurgo può essere inviato all'impianto di trattamento.

La separazione per densità è un processo usato per separare i metalli e loro composti da contaminanti come la plastica, dopo la macinazione (soprattutto di materiali di recupero). Per mantenere la concentrazione di solidi e metalli, una certa quantità di acqua deve essere spurgata, e viene inviata all'impianto di trattamento.

Acqua di raffreddamento

E' usata largamente in questi processi per diverse esigenze di raffreddamento. Si può dividere in acqua a contatto diretto ed acqua non a contatto diretto.

L'acqua non a contatto diretto è usata per raffreddare i forni, le coperture dei forni, le attrezzature per colate. A seconda delle condizioni locali, l'acqua può essere utilizzata a perdere, o riciclata, previo raffreddamento in torri.

L'acqua a contatto diretto è usata in alcune operazioni di colata. Essa si contamina di solidi in sospensione e di metalli e deve essere trattata separatamente.

Acque di dilavamento

Le acque di pioggia dei piazzali e dei tetti contengono polveri ed oli, in misura dipendente dalle precauzioni utilizzate per lo stoccaggio e la movimentazione dei materiali. Possono essere trattate separatamente e, dopo sedimentazione e trattamento chimico, possono essere utilizzate per il raffreddamento o negli spruzzatori per l'abbattimento delle polveri.

Effluenti dai processi idrometallurgici

Gli effluenti sono originati dal lavaggio ad umido di gas da arrostimento, dall'operazione di lisciviazione (compreso il lavaggio ad umido dei gas), dalla purificazione, dall'elettrolisi (pulizia delle celle, degli anodi e dei catodi, elettroliti spenti, spurghi).

I reagenti di lisciviazione più usati sono:

- acqua, per composti solubili (solfato di rame);
- acidi solforico, cloridrico, nitrico, idrossido di sodio, per ossidi;
- agenti complessanti come cianuri, o ammoniacca;
- reattivi per reazioni di ossido-riduzione;
- reattivi per reazioni acido-base.

Per aumentare la concentrazione del metallo desiderato nel liquido di lisciviazione, si usano diverse tecniche, quali la cementazione, reazioni in fase gassosa, precipitazione, scambio ionico, estrazione con solvente, cristallizzazione, concentrazione, elettrolisi.

Altre acque di processo

Anche il decapaggio può dare origine a reflui; il decapaggio può utilizzare o meno acidi.

Decapaggio che non utilizza acidi

Il processo si realizza a circuito chiuso in tubi orizzontali compartimentalizzati, con una soluzione di isopropanolo al 2,5-3,5% in acqua per la conversione dell'ossido rameoso in fase vapore. Dalla soluzione spenta si recupera l'alcol e si separano fanghi inquinati da rame. L'acqua è inviata all'impianto di trattamento.

Decapaggio acido

Si usa un sistema compartimentalizzato orizzontale. Nel primo stadio si usa acido solforico diluito, poi il materiale è lavato in diversi stadi ed essiccato con aria compressa. Il decapaggio superficiale è fatto con acido solforico, ma alcune leghe devono essere trattate con acido nitrico, talvolta in miscela con acido solforico. Per eliminare le tracce di acido dopo l'operazione, si effettua una pulizia con acqua, aria o gas. Gli acidi spenti sono inviati alla sezione di recupero dei metalli se economicamente conveniente. Gli acidi esausti possono essere neutralizzati nell'impianto di neutralizzazione acque acide, se ne ha la capacità, o eliminati come rifiuti.

Le acque di lavaggio acido sono trattate ed i fanghi relativi sono riciclati per quanto possibile.

Il trattamento delle acque di lavaggio è fatto con impianti chimico-fisici (trattamento con soda e/o calce e flocculante), e/o con impianti a resine che possono anche essere solo la parte finale dell'intero impianto di trattamento. Le resine possono essere del tipo selettivo (hanno un maggior costo) per catturare solo gli ioni dei metalli di lavorazione.

Il riciclaggio dei fanghi è legato alla percentuale di metallo nei fanghi stessi. Se la percentuale è bassa il recupero non è economicamente conveniente ed occorre smaltire i fanghi in discarica. Altro parametro decisivo per la destinazione dei fanghi è la percentuale di acqua in essi contenuta, che con i sistemi di filtropressa si attesta su 70-50% del peso totale.

Per lo sgrassaggio delle superfici si usa acqua con detersivi. L'acqua usata è purificata mediante ultrafiltrazione. Nel caso di utilizzo di solventi organici, si usa un sistema a vapori: in questo caso si possono avere idrocarburi clorurati nelle acque da trattare; è buona norma prevedere comunque che non vi siano connessioni con il sistema di scarico acque reflue.

Fonti diverse

Ce ne sono di vario tipo, dalla pulizia delle ruote degli automezzi, alla tenuta delle pompe, alla pulizia della pavimentazione. Devono essere raccolte e trattate. La fogna nera va trattata a parte.

Definizione (sulla base dell'approfondimento e dell'estensione delle analisi svolte in sede comunitaria), della lista delle migliori tecniche per la prevenzione integrata dell'inquinamento dello specifico settore in Italia

In questo capitolo sono presentate una serie di tecniche che possono essere adottate per prevenire e ridurre sia le emissioni che la produzione di residui e rifiuti e sia per minimizzare i consumi energetici; tutte queste tecniche sono al momento disponibili e di seguito sono riportati alcuni esempi di applicazione.

In ogni caso queste devono essere valutate caso per caso in quanto fortemente dipendenti dalla tipologia di materia prima utilizzata e dai processi in uso.

Le tecniche indicate di seguito sono state suddivise per singola fase del processo produttivo.

Stoccaggio, movimentazione e pretrattamento delle materie prime

Per la produzione di rame e sue leghe possono essere utilizzate diverse tipologie di materia prima e di recupero che si contraddistinguono per il contenuto metallico, per la forma e pezzatura, per la composizione analitica e grado di impurezze/contaminazione; ovviamente tali caratteristiche influenzano direttamente il metodo di stoccaggio, di movimentazione e di trattamento.

Ad esempio i rottami che possono essere contaminati da olio o da composti solubili devono essere stoccati al coperto.

Tecniche specifiche che possono essere applicate a questa fase del processo produttivo sono:

- utilizzo di pretrattamenti specifici in funzione della materia prima utilizzata al fine di rimuovere la frazione oleosa o il rivestimento eventualmente presente sul rottame. La rimozione di olio è una tecnica praticata principalmente mediante l'uso di essiccatori;
- adozione di ulteriori tecniche di pretrattamento quali la granulazione, la separazione a mezzo denso o ad aria, la separazione magnetica della frazione ferrosa;

- trattamento delle scorie mediante macinazione con l'utilizzo di adeguato sistema di aspirazione ed abbattimento delle polveri. La polvere fine prodotta può essere trattata per recuperare altri metalli;

L' utilizzo di sistemi di stoccaggio e manipolazione delle polveri tali da prevenire la formazione di emissioni sono da considerare come tecniche BAT.

Sono considerate BAT tutte le tecniche di movimentazione e stoccaggio indicate precedentemente nell' analogo paragrafo del capitolo "processi comuni", intitolato "ricezione, movimentazione e stoccaggio dei materiali grezzi e dei residui"

La tabella successiva riporta le tecniche adottate per le varie tipologie di materiali.

Metodi per lo stoccaggio , movimentazione e pretrattamento dei materiali per rame e sue leghe				
Materiale	Stoccaggio	Movimentazione	Pretrattamento	Note
Combustibili e oli	Serbatoio o fusti in aree confinate	Idonee tubazioni o sistemi manuali	Riscaldamento dello stoccaggio e delle tubazioni	Ventilazione dei gas prodotti
Flussanti Se formanti polvere	Confinati (silos) se polverose	Trasportatori chiusi con raccolta delle polveri	miscela con concentrati o altro materiale	
Concentrati	Confinati se polverosi	Trasportatori chiusi con raccolta polvere Aspir.pneumatico	Miscela con l'utilizzo di trasportatori. Essiccaatura.	
Prodotti di rame-catodi, wire-rod, billette e pani di rame.	Area aperta su cemento o magazzinaggio al coperto			
Polvere fine	Confinati.	Trasportatori chiusi con raccolta polvere pneumatico	Miscela. Agglomerazione.	
Polvere grossa (materia prima o scorie)	Aree coperte	Caricatore meccanico.		Raccolta oli se necessario
Mucchi (materia prima o scorie)	Stoccaggio all'aperto	Caricatore meccanico.		Raccolta oli se necessario.
L' intero complesso	Aree all'aperto o coperte.	Caricatore meccanico.		Raccolta oli se necessario.
Trucioli	Al coperto.	Gabbie di carico.	Essiccaatura e rimozione oli trucioli.	Raccolta oli se necessario.
Cavo	All'aperto.	Caricatore meccanico	Sbucciatura	
Circuit boards	Covered bays	Caricatore meccanico.	Separazione a mezzo denso+ macinazione	Contenuto plastico potrebbe causare input calore.
Residui di processo per recupero.	All'aperto, coperti o confinati in base alla formazione di polvere.	Dipende dalle condizioni.		Sistema appropriato di drenaggio.
Rifiuti per	All'aperto,	Dipende dalle		Sistema

discarica (i.e. rivestimenti dei forni)	coperti o confinati o sigillati (fusti), a seconda del materiale.	condizioni.		appropriato di drenaggio.
---	---	-------------	--	---------------------------

Selezione dei processi

Premesso che non è possibile stabilire che un singolo processo di produzione possa essere applicato come BAT, le tecniche dei processi sotto indicati sono considerate BAT in funzione del materiale in ingresso disponibile.

Poiché che in Italia non esistono primaristi, e che l'attività dei secondaristi è limitata, per la indicazione dei processi e forni considerati BAT si rimanda ai capitoli 3.4.2.2 e 3.4.2.3 del BRef redatto a Siviglia.

Sono considerati BAT i seguenti processi:

- l'essiccazione di concentrato ecc. in tamburi a fiamma diretta o essiccatori flash, a letto fluido o essiccatori a vapore
- Trattamento scorie con pulitura in forno elettrico, schiacciamento/macinazione e flottazione scorie.
- affinazione a fuoco in forno rotante o a riverbero oscillante. Colata anodica in lingottiere o colata continua..
- affinazione di rame elettrolitico attraverso una tecnologia ottimizzata convenzionale o meccanica per catodi
- I processi per la produzione di wire-rod, semilavorati ecc. tramite Southwire Contirod, Properzi & Secor, Upcast, Dip. Forming, colata continua e processi simili, come base di BAT per la produzione di questi materiali ad elevato standard di abbattimento.
- I processi per la produzione di lingotti, piastre, billette e lastre sono descritti come processi che stanno alla base di BAT per la produzione di questi materiali ad elevato standard di abbattimento.

La particolare tecnica usata dipende dalle materie prime e da altri mezzi disponibili nell'installazione o nei pressi.

Sono indicate di seguito le tecniche comunemente applicate nei processi di ottenimento rame e sue leghe che devono essere considerate come tecniche BAT.

Le indicazioni di seguito riportate sono uno strumento utile per la determinazione delle BAT per i processi di fusione:

- se possibile è preferibile selezionare preventivamente il rottame in funzione del tipo di forno utilizzato;
- adottare se possibile sistemi di carica ai forni di tipo sigillato o a tenuta in funzione del tipo di forno utilizzato;

- se possibile utilizzare cappe e sistemi di estrazione dei fumi per minimizzare le emissioni fuggitive;
- pretrattare il rottame al fine di rimuovere eventuali oli o composti organici mediante essiccazione, centrifugazione o decoating anche nel caso in cui il forno di fusione ed il relativo sistema di depurazione di fumi sia stato progettato correttamente;
- utilizzare sistemi di postcombustione per rimuovere ove necessario i composti organici comprese le diossine;
- usare calce o bicarbonato di sodio e carbone attivo per neutralizzare i gas acidi e per rimuovere i composti organici e le diossine;
- ove possibile adottare il recupero energetico;
- utilizzare sistemi di filtrazione tecnologicamente avanzati quali i filtri a manica o filtri elettrostatici, con aggiunta del ciclone ove necessario

Captazione ed abbattimento delle emissioni di processo

Raccolta gas ed abbattimento

Le migliori tecniche disponibili per trattamento fumi e gas sono quelle che usano il recupero a raffreddamento o riscaldamento se funzionale prima della pulitura. I filtri di tessuto che usano materiali moderni ad alto rendimento sono utilizzati in una struttura ben costruita ed in buone condizioni di manutenzione. Essi caratterizzano sistemi di controllo incendio delle maniche e metodi di pulitura in linea. Il trattamento dei gas per la fase di affinazione a fuoco può includere la fase di rimozione di biossido di zolfo e / o la postcombustione se si ritiene necessario per evitare problemi locali, regionali o di qualità dell'aria ad ampio raggio.

I sistemi di raccolta fumi seguono le migliori pratiche descritte nelle tecniche riferite precedentemente in questa sezione. La produzione di fumi derivanti da materie prime secondarie può essere minimizzata attraverso la scelta dei sistemi di abbattimento. Alcune materie prime sono contaminate con materiale organico e possono essere pretrattate prima della fusione per minimizzare la produzione di fumi.

I sistemi di raccolta fumi utilizzati possono sfruttare sistemi a forno chiuso o possono essere progettati per mantenere una depressione appropriata del forno che eviti dispersioni ed emissioni fuggitive. Dovrebbero essere usati sistemi che mantengono la sigillatura del forno o cappe chiuse. Ci sono esempi con aggiunta di cappe sopra i punti di movimentazione materiale, o sopra ugelli o lance e l'uso di robuste valvole di deviazione su sistemi di alimentazione.

Sintesi dei metodi di abbattimento secondo i componenti nei gas di scarico		
Fase di processo	Componenti in Off-gas	Opzione di abbattimento
Movimentazione materie prime	Polvere e metalli.	Magazzinaggio corretto, movimentazione e trasferimento. Raccolta polveri e filtro in tessuto.
Pretrattamento termico di materie prime	Polveri e metalli. Materiale organico e monossido di carbonio.	Pretrattamento corretto, raccolta gas e filtro in tessuto. Operazione di processo, post combustione e corretto raffreddamento di gas.
Fusione secondaria	Polvere e metalli. Materiale organico e monossido di carbonio. Biossido di zolfo.**	Operazione di processo e raccolta di gas, raffreddamento e pulitura tramite filtro in tessuto. Operazione di processo, post combustione se necessaria e corretto raffreddamento di gas. Scrubber se necessario.
Convertitore secondario.	Vapore di polvere o metallo o composti. Materiale organico.* Monossido di carbonio.*** Biossido di zolfo.**	Operazione di processo e raccolta di gas, raffreddamento e pulitura tramite filtro in tessuto. Operazione di processo, post combustione se necessaria e corretto raffreddamento di gas. Scrubber se necessario
Affinazione a fuoco	Polvere e metalli Materiale organico* Monossido di carbonio.**** Biossido di zolfo **	Operazione di processo e raccolta gas, raffreddamento e pulitura tramite filtro in tessuto o scrubber. Operazione di processo, postcombustione(se necessaria durante l'operazione di pinaggio) e corretta raccolta di gas. Scrubber se necessario.
Fusione e colata	Polvere e metalli. Materiale organico* Monossido di carbonio.	Operazione di processo, raccolta gas, raffreddamento e pulitura tramite filtro in tessuto. Operazione di processo, post combustione se necessaria e corretto

		raffreddamento di gas.
Colata anodica e granulazione scorie.	Vapore acqueo.	Scrabber ad umido o abbattitore di nebbia se necessario.
Processi pirometallurgici di trattamento scorie.	Polvere e metalli. Monossido di carbonio. Biossido di zolfo.	Operazione di processo e raccolta gas, raffreddamento e pulitura attraverso filtro in tessuto. Post combustione se necessario.
<p>Nota * materiali organici includono VOC come carbonio totale (escluso CO) e diossine, l'esatto contenuto dipende dalla materia prima usata. **biossido di zolfo può essere presente se viene utilizzata materia prima o combustibile a contenente zolfo. Monossido di carbonio può essere prodotto da combustione povera, da presenza di materiale organico o deliberatamente per minimizzare il contenuto di ossigeno. *** per processo discontinuo, CO solo al principio della soffiata. **** CO solo se non post combustione.</p>		

La raccolta di fumi secondari è costosa e consuma molta energia, tuttavia è necessaria in caso di convertitori discontinui e per la ventilazione di punti di prelievo, canalette ecc. L'uso di un sistema intelligente, capace di ottenere l'estrazione di fumi alla fonte e durante le fasi di produzione di qualunque fumo è più efficace.

La tabella riassume le opzioni considerate BAT per i processi di abbattimento per componenti che possono essere presenti nei gas di scarico. Possono esserci variazioni di materia prima che influenzano la gamma dei componenti o lo stato fisico di alcuni componenti come la dimensione e le proprietà fisiche della polvere prodotta. Queste dovrebbero essere valutate localmente.

Emissioni nell'aria associate con l'uso di BAT

Le emissioni nell'aria includono le emissioni captate/abbattute da varie fonti, più le emissioni fuggitive o non captate da tali fonti. I sistemi moderni e ben funzionanti di abbattimento attuano una rimozione efficiente di inquinanti; informazione indicano che in certi casi le emissioni fuggitive possono essere uno dei maggiori fattori di emissione nell'aria..

- a) Per il rame secondario, le emissioni totali nell'aria sono basate su:
- Ricezione del materiale, magazzinaggio, miscela and campionamento.
 - La fusione, conversione, forni ad affinazione e colata anodica con il trasferimento associato di metallo e il sistema di trattamento e pulitura di gas.
 - Il sistema di trattamento scorie.
 - La raffinazione di rame elettrolitico.

- b) Per la fabbricazione di wire -rod di rame, le emissioni nell'aria sono basate su emissioni provenienti da:
- La fusione, l' affinazione (se applicata) e forni a tenuta con il sistema associato di trattamento e pulitura gas.
 - Gli impianti di colata, laminatoio barre and attrezzature ausiliarie.
- c) Per la fabbricazione di semilavorati di rame e per la produzione di lingotti, le emissioni totali nell'aria sono basate su emissioni derivanti da :
- La ricezione di materiale e magazzinaggio.
 - La fusione,raffinazione , forni di attesa/colata con il sistema di aspirazione e pulitura gas e sistema di trasferimento siviera.
 - L'impianto di colata, le unità di fabbricazione e le attrezzature ausiliarie.

Emissioni fuggitive possono essere molto rilevanti e dovrebbero essere valutate localmente.

Le seguenti tabelle riassumono le emissioni captate associate con l'uso delle migliori tecniche per il trattamento delle emissioni .

Emissioni nell'aria da processi idrometallurgici e di elettro-estrazione associati con l'uso delle BAT nel settore rame. (Non ci sono nebbie acide dai processi di affinazione elettrolitica)			
Inquinante	campo associato con l'uso di BAT	Tecniche che possono essere usate per raggiungere questi livelli	note
Nebbie acide	<50mg/Nm ³	Abbattitore di nebbie, scrubber ad umido	un abbattitore od uno scrubber ad acqua permette di riusare l'acido raccolto.
VOC o solventi come C	5-15 mg/Nm ³	contenimento, condensatore, carbone o bio-filtro	
<p>Note: solo emissioni convogliate. Le emissioni associate sono indicate come medie giornaliere sulla base del monitoraggio continuo durante il periodo operativo. In casi in cui il monitoraggio continuo non è praticabile, si applica il valore medio relativo al periodo di campionamento. Per il sistema di abbattimento usato, le caratteristiche del gas e polvere e la corretta temperatura operativa saranno prese in considerazione nella progettazione del sistema.</p>			

Emissioni nell'aria da fusione e conversione secondaria, raffinazione a fuoco primaria e secondaria, nonché da scorie e fusione, associate con l'uso delle BAT nel settore rame			
Inquinante	Campo associato con l'uso di BAT	Tecniche che possono essere usate per raggiungere questi livelli	Nota
Polvere	< 5 mg/Nm ³	Filtri in tessuto	Le caratteristiche della polvere varieranno con le materie prime e influenzano il valore ottenuto. Il filtri in tessuto ad alto rendimento possono ottenere bassi livelli di metalli pesanti. La concentrazione di metalli pesanti è collegata con la concentrazione di polvere ed il rapporto dei metalli nella polvere.
SO ₂	50-200 mg/Nm ³	Scrubber alcalina semi-secco e filtro in tessuto. Scrubber ad umido o scrubber doppio con uso di calce, idrossido di magnesio, idrossido di sodio. Combinazioni di sodio o allumina/solfato di alluminio in combinazione con la calce per rigenerare il reagente e formare gesso.	Potenziati effetti cross-media per l'uso di energia, acque di scarico e residui solidi insieme all'abilità di riutilizzo prodotti da scrubber, influenzano la tecnica usata.
NO _x	< 100mg/Nm ³ 100-300 mg/Nm ³	Bruciatore a basso NO _x , Bruciatore con aggiunta di ossigeno.	Valori più elevati sono associati con l'arricchimento di ossigeno per ridurre l'uso di energia. In questi casi viene ridotta l'emissione del volume e massa del gas.
Carbonio organico totale come C	5 - 15 mg/Nm ³ 5 - 50 mg/Nm ³	Post combustione. Combustione ottimizzata.	Pretrattamento di materiale secondario per rimuovere rivestimento organico se necessario.
Diossine	< 0,5 ng TEQ/Nm ³	Sistema di rimozione polveri ad alta efficienza (i.e. filtro in tessuto) Postcombustione seguita da raffreddamento.	Altre tecniche sono disponibile (i.e. assorbimento su carbonio attivo: - filtro di carbone o tramite iniezione di calce /carbone). Trattamento di un gas de-

			polverizzato è richiesto per ottenere livelli bassi.
<p>Note: solo emissioni convogliate.</p> <p>Le emissioni associate sono indicate come medie giornaliere sulla base del monitoraggio continuo durante il periodo operativo. In casi in cui il monitoraggio continuo non è praticabile, si applica il valore medio relativo al periodo di campionamento.</p> <p>Per il sistema di abbattimento usato, le caratteristiche del gas e polvere e la corretta temperatura operativa saranno prese in considerazione nella progettazione del sistema.</p> <p>Per SO₂ o rimozione totale di carbonio, la variazione in concentrazione del gas grezzo durante i processi discontinui, potrebbe influenzare il rendimento del sistema di abbattimento. Concentrazioni massime nel gas trattato possono essere fino a 3 volte il valore riportato. Per l' NO_x, l'uso di processi ad elevata efficienza (e.g. Contimelt) richiede un equilibrio da stabilire localmente tra uso di energia e valore ottenuto.</p>			

Emissioni nell'aria da sistemi di raccolta fumi e processi di essiccazione associati con l'uso delle BAT nel settore rame			
Inquinante	Campo associato con l'uso di BAT	Tecniche che possono essere usate per raggiungere questi livelli	Nota
Polvere	< 5 mg/Nm ³	Filtri in tessuto con iniezione di calce (per raccolta SO ₂ / protezione filtro)	Il ricircolo della polvere può essere utilizzato per la protezione tessuto/ cattura particelle fini. La concentrazione di metalli pesanti è collegata con la concentrazione di polvere ed il rapporto dei metalli nella la polvere.
SO ₂	< 500 mg/Nm ³	Filtro in tessuto con iniezione di calce asciutta nel gas freddo. Scrubber alcalino ad umido per raccolta SO ₂ da gas caldi (da gas più secchi dopo rimozione della polvere)	Ci sono effetti di cross media potenzialmente rilevanti se si utilizzano sistemi di scrubber ad umido o semisecco con gas freddo.
Diossine	< 0,5 ng TEQ/Nm ³	Filtro di tessuto con iniezione di calce per protezione filtro.	Il trattamento di un gas depolverizzato è richiesto per ottenere livelli bassi.

Note: solo emissioni convogliate.

Le emissioni associate sono indicate come medie giornaliere sulla base del monitoraggio continuo durante il periodo operativo. In casi in cui il monitoraggio continuo non è praticabile, si applica il valore medio relativo al periodo di campionamento.

Per il sistema di abbattimento usato, le caratteristiche del gas e polvere e la corretta temperatura operativa saranno prese in considerazione nella progettazione del sistema.

Il contenuto di metallo nella polvere varia ampiamente tra processo e processo. Inoltre ci sono variazioni significative nel contenuto del metallo dovute all'uso di variazioni di materie prime nei forni sia per i differenti tipi di lega che per le operazioni di raffinazione, per separare elementi minori per successiva raccolta ed arricchimento del metallo principale per l'ulteriore lavorazione. Pertanto in questo documento non sono dettagliate le concentrazioni ottenibili specificatamente per tutti i metalli emessi nell'aria.

Alcuni metalli hanno composti tossici che possono uscire dai processi e devono essere quindi ridotti per rispettare gli standard di qualità dell'aria a livello locale, regionale e a lungo raggio. Si ritiene che basse concentrazioni di metalli pesanti siano associate con l'uso di moderni sistemi di abbattimento ad alto rendimento come un filtro in tessuto, premesso che la temperatura operativa sia corretta e che si tenga conto delle caratteristiche del gas e della polvere.

Acque di scarico

Questo è un fattore specifico per ogni sito, mentre i sistemi di trattamento devono corrispondere ad un elevato standard. Tutte le acque di scarico saranno trattate per rimuovere solidi, oli e ioni, e dovrebbero essere riutilizzate se possibile o neutralizzate se necessario. Le fonti di emissioni nell'acqua sono:

- a) Per il rame primario e secondario le emissioni totali nell'acqua sono basate su:
 - Trattamento scorie e sistema di granulazione.
 - Affinazione rame elettrolitico con il circuito di purificazione elettrolitico e le sezioni di fango elettrolitico.
 - Il sistema di trattamento acque di scarico e acqua piovana.

- b) Per la produzione di wire-rod, semilavorati e lingotti di rame, le emissioni totali nell'acqua sono basate su:
 - Sistema di trattamento di acque di scarico.

Esempi di trattamento di acque di scarico applicati in diversi processi sono stati presentati nella sezione sulle tecniche da considerare nella determinazione delle BAT per le acque di processo, ed includono trattamento con idrossido o precipitazioni con solfuro che dipendono dai metalli contenuti, seguiti da sedimentazione e, se necessario, filtrazione. Gli esempi mostrano le concentrazioni associate con questi processi. Il

rendimento associato con il corretto trattamento di acque di scarico è riportato nella seguente tabella::

Campo di concentrazione di metalli associato ad una varietà di acque di scarico di impianti di produzione rame. Il campo viene indicato per notare la variazione dell'input nel carico di metalli						
Componenti principali (mg/l)						
	Cu	Pb	As	Ni	Cd	Zn
Acqua di processo	0.01-0.2	0.001-0.04	0.01-0.1	0.004-0.15	0.0001-0.1	0.01-0.2
Acqua piovana	0.01-0.4	0.005-0.2	0.003-0.07	0.002-0.4	0.0002-0.1	0.03-0.4
Acqua di raffreddamento diretto	0.01-0.25	0.001-0.1	0.001-0.1	0.002-0.06	0.001-0.003	0.002-0.5

Nota: le emissioni associate sono basate su un campione qualificato oppure su un campione composito nelle 24 ore. La tipologia del trattamento delle acque di scarico dipende dalla fonte e dai metalli contenuti nelle acque di scarico.

Residui di processo

Il riciclo di scorie, fanghi e polveri da filtro è considerato come parte dei processi. I processi produttivi in questo settore sono stati sviluppati dall'industria per massimizzare il riutilizzo della maggioranza dei residui di processo dalle unità di produzione o per produrre residui per arricchire elementi minori così da renderne possibile l'uso in altri processi produttivi di metalli non ferrosi.

I prodotti intermedi e i residui ottenuti, così come le tipologie di utilizzazione finali, sono indicati precedentemente al § "sintesi emissioni di rifiuti solidi nella produzione di rame e sue leghe".

La quantità di residui e prodotti intermedi ottenuta dipende fortemente dalle materie prime, in particolare dal contenuto di ferro delle materie prime, dal contenuto di altri metalli non ferrosi in materiali primari e secondari e dalla presenza di altri componenti come il silice ecc.

La formazione di residui è pertanto molto specifica a secondo del sito e del materiale e dipende dai fattori precedentemente indicati. E' pertanto impossibile produrre una tabella realistica e tipica di quantità che sono associate con l'uso di BAT senza il dettaglio delle specifiche della materia prima. Ciò può essere determinato solo localmente.

I principi delle BAT includono la prevenzione dei rifiuti e loro minimizzazione, nonché la riutilizzazione di residui quando questa è possibile. La tabella sopra citata dà una panoramica sull'uso potenziale dei residui derivanti dai processi usati per produrre il rame. L'elenco non è esauriente ed inoltre alcune opzioni potrebbero non essere disponibili a causa dell'assenza di impiantistica appropriata.

Monitoraggio

Il piano di monitoraggio ha lo scopo di:

- fornire le informazioni atte a documentare l'attuazione del livello di protezione ambientale richiesto dall'autorizzazione integrata IPPC;
- fornire indicazioni sulle misure ambientali previste per il controllo delle emissioni nell'ambiente, al fine di verificare condizioni di conformità rispetto ai Valori Limite di Emissione (VLE);
- fornire indicazioni in merito alle prestazioni ambientali delle tecniche adoperate ed al loro possibile miglioramento;
- fornire dati utili alle comunicazioni aziendali per la costruzione dei registri nazionali e comunitari delle emissioni;
- fornire indicazioni specifiche (frequenze, elaborazione e valutazione dati) sulle modalità di effettuazione delle misure di monitoraggio ambientale.

In generale la scelta dei parametri da monitorare dipende dai processi produttivi, dalle materie prime e dai prodotti chimici usati nel singolo insediamento.

Devono pertanto essere considerati soltanto gli elementi e/o composti significativamente presenti nel ciclo di lavorazione.

I parametri di impatto ambientale relativi ai vari metalli non ferrosi sono riportati nei capitoli specifici della presente Linea Guida e in generale si riferiscono ad aria, acqua, suolo e rumore.

Il piano di monitoraggio, nella selezione dei parametri da considerare e nella formulazione del programma, deve tenere presente i livelli di rischio potenziale di danno ambientale, la probabilità del superamento dei valori limiti di emissione (VLE) e la gravità delle conseguenze dell'eventuale superamento dei limiti nel contesto del singolo insediamento.

Occorre inoltre considerare, in particolare nella determinazione delle frequenze:

- le caratteristiche tecniche specifiche dell'impianto in questione, la sua ubicazione geografica e le condizioni locali dell'ambiente.
- le condizioni operative del processo produttivo (ad es. processi continui o discontinui) ed i cicli delle varie operazioni.
- l'importanza di situazioni non di regime, quali l'avviamento e l'arresto
- l'esistenza di un adeguato sistema di gestione ambientale a supporto di una generale affidabilità delle misure.

Le modalità specifiche di monitoraggio possono inoltre essere diverse ed in particolare seguire diversi approcci operativi, anche in funzione dell'affidabilità delle misure stesse e dei relativi tempi e costi.

Si possono in particolare avere.

- Misure dirette
- Parametri sostitutivi
- Calcoli
- Fattori di emissione

Occorre comunque tenere presente che ogni metodo tra quelli sopra indicati, non esclude gli altri e che una eventuale contemporaneità può rafforzare la attendibilità delle rilevazioni.

Gli impianti produttivi normalmente eseguono con opportuna frequenza una serie di controlli su parametri caratteristici del processo produttivo nel suo complesso. L'adozione di misure in continuo deve essere valutata caso per caso in funzione delle specificità ambientali locali ed impiantistiche.

In relazione alle specifiche caratteristiche di ogni singolo insediamento, sarà opportuno che l'autorità competente per il rilascio dell'autorizzazione integrata ambientale ricerchi con l'azienda interessata la soluzione ottimale per definire un corretto, efficace e realistico piano di monitoraggio e di trasmissione dati.

Alcune indicazioni preliminari da prendere come riferimento possono essere formulate sulla base di quanto riportato nella presente Linea Guida e nello stesso documento BRef originale, tenendo comunque presente alcuni aspetti particolari:

- occorre ad esempio distinguere tra esigenze di confronto tecnologico, tipiche delle performance ambientali riportate nel BRef, e le esigenze di monitoraggio ambientale specifiche degli organi di controllo e delle stesse aziende;
- alcuni dei parametri utilizzati dal BRef non sono necessariamente significativi, come nel caso del monitoraggio dell'SOx nelle emissioni in aria, nel caso di combustione di gas naturale, o di altro combustibile a basso tenore di zolfo.

Le tabelle che seguono riassumono i parametri più significativi e le frequenze (puramente indicative) utilizzabili come riferimento di partenza nella definizione del piano di monitoraggio. Le frequenze di monitoraggio qui proposte corrispondono a situazioni operative standard ed a normale prassi industriale. Esse non devono essere intese come la soluzione migliore per ogni situazione, sono modificabili in ragione di specifiche condizioni locali e prescindono da prescrizioni specifiche contenute nella normativa ambientale (attuale e futura) che deve essere, in ogni caso, rispettata.

Le tabelle seguenti, infine, riguardano le sole emissioni convogliate. Anche le emissioni diffuse e fuggitive costituiscono un aspetto rilevante e dovranno essere monitorate, in funzione dell'efficienza dei sistemi di prevenzione e captazione, tenendo presente che allo stato attuale non esiste un metodo unico e condiviso per la loro valutazione.

MONITORAGGIO EMISSIONI IN ATMOSFERA

Parametri emissioni convogliate		Unità di misura	Frequenza
Monossido di carbonio	Solo in presenza di combustione con bruciatore	mg/Nm ³	6÷12 mesi
Ossidi di azoto		mg/Nm ³	6÷12 mesi
Ossidi di zolfo		mg/Nm ³	6÷12 mesi
Carbonio organico totale		mg/Nm ³	6÷12 mesi
Polveri		mg/Nm ³	6÷12 mesi
Metalli nelle polveri: rame, zinco, piombo ed altri metalli in funzione delle leghe ottenute		mg/Nm ³	6÷12 mesi
Diossine		ng/Nm ³	vedi note a seguire

Si ritiene opportuno evidenziare che:

- metalli e sostanze tipiche della produzione possono avere tempistiche di monitoraggio diverse da quelle sopra riportate qualora specificamente indicate nella normativa nazionale e regionale;
- altri parametri previsti dal BRef e dalle liste EPER (vedi paragrafo monitoraggio nel capitolo di questo documento dedicato all'analisi dell'applicabilità ad impianti esistenti delle tecniche di prevenzione integrata dell'inquinamento) potrebbero essere presenti in funzione delle sostanze/preparati utilizzati, e delle caratteristiche del processo e pertanto potrebbero essere oggetto di monitoraggio delle emissioni secondo una tempistica da valutare nel caso specifico; in tale ambito ricade anche il monitoraggio delle diossine, la cui formazione dipende dalle caratteristiche dell'alimentazione, dalla tipologia delle apparecchiature, dal processo;
- il monitoraggio in continuo può essere valutato dal gestore, ed eventualmente concordato con l'autorità competente, per una sua applicazione, in casi particolari, ai punti di emissione di maggiore rilevanza ambientale (sia in termini di portata degli effluenti che di pericolosità degli inquinanti presenti) anche al fine di documentare e garantire il rispetto dei limiti di emissione che saranno fissati per l'impianto.

MONITORAGGIO EMISSIONI IN ACQUA

Parametri	Unità di misura	Frequenza
Materiali grossolani		1÷3 mesi
Colore		1÷3 mesi
pH		1÷3 mesi
Temperatura	°C	1÷3 mesi
Metalli tipici della produzione	mg/l	1÷3 mesi
Grassi ed olii	mg/l	1÷6 mesi

Cloruri e solfati	mg/l	In funzione dell'attività dell'impianto di trattamento (3-12 mesi)
Parametri della tabella 3 all 5 del D Lgs 152/99		
Solidi sospesi totali	mg/l	3÷12 mesi
BOD 5	mg/l	3÷12 mesi
COD	mg/l	3÷12 mesi
Cromo totale	mg/l	3÷12 mesi
Ferro	mg/l	3÷12 mesi
Stagno	mg/l	3÷12 mesi
NicKel	mg/l	3÷12 mesi
Azoto Ammoniacale	mg/l	3÷12 mesi
Idrocarburi totali	mg/l	3÷12 mesi
Altri parametri relativi alla 152 ed alla lista EPER, di cui sia ammissibile riscontrarne la presenza	mg/l	3÷12 mesi
Metalli e sostanze tipiche della produzione possono avere tempistiche di monitoraggio diverse da quelle riportate qualora specificamente indicate nella normativa nazionale		

Nel caso degli effluenti liquidi il monitoraggio in continuo può essere valutato e può essere applicato a parametri quali pH, temperatura e conducibilità, mentre non è tecnicamente attuabile per le determinazioni sui parametri chimici, quali metalli pesanti, solfati e cloruri.

MONITORAGGIO DEI RIFIUTI

Ai fini del monitoraggio, per i rifiuti prodotti dall'impianto oppure in ingresso all'impianto autorizzato, il gestore provvede a registrare e detenere, per un adeguato periodo di tempo, i seguenti elementi:

- la composizione;
- la migliore stima/pesata della quantità prodotta;
- i percorsi dello smaltimento;
- la migliore stima della quantità inviata al recupero;
- registri di carico e scarico, formulari di identificazione dei rifiuti, autorizzazioni degli impianti di smaltimento.

ANALISI DELL'APPLICABILITÀ AD IMPIANTI ESISTENTI DELLE TECNICHE DI PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO ELENcate AL PUNTO PRECEDENTE, ANCHE CON RIFERIMENTO AI TEMPI DI ATTUAZIONE

Applicabilità delle MTD agli impianti esistenti

Sui limiti per l'applicabilità delle MTD agli impianti esistenti si è già detto, per continuità ed efficacia espositiva, nei singoli capitoli di descrizione delle tecniche; vale la pena di riprendere qui solo alcuni concetti.

Nella scelta delle tecniche MTD si deve tener presente che potrebbe risultare molto difficile adottarne alcune (es. sostituire un processo con un altro) in impianti esistenti: è evidente, infatti, che il cambiamento dalla tecnica già in uso potrebbe comportare effetti ambientali ed economici (es. la dismissione dell'impianto o esistente o parte di esso) talmente significativi da controbilanciare negativamente i vantaggi ambientali ed economici dell'applicazione della nuova tecnica. L'applicazione di alcune MTD, di conseguenza, potrebbe risultare appropriata solo in occasione di rilevanti modifiche nuove installazioni; gli impianti esistenti possono inoltre avere scarse disponibilità di spazi, che impediscono la piena adozione di alcune tecniche. Una valutazione appropriata può essere fatta solo a livello locale o di sito.

Monitoraggio

Nell'accezione d'interesse per il presente documento, come già ripetutamente detto, con il termine monitoraggio si intende la rilevazione sistematica delle variazioni di una specifica caratteristica chimica o fisica di emissione, scarico, consumo, parametro equivalente o misura tecnica. Esso si basa su misurazioni e osservazioni ripetute con una frequenza appropriata, in accordo con procedure documentate e stabilite, con lo scopo di fornire informazioni utili.

Spesso il termine monitoraggio viene adoperato in connessione con quello di controllo che ha invece un significato diverso, rappresentando il complesso di azioni per valutare o verificare un valore o un parametro o uno stato fisico in modo da confrontarlo con una situazione di riferimento o per determinare irregolarità.

Non sfugge al lettore come non possa esserci (o comunque sia abbastanza difficile) azione di controllo senza un'opportuna azione di monitoraggio. Questo giustifica la consuetudine di unire il due termini a rappresentare l'insieme delle procedure e delle tecniche che consentono, per un verso, di mantenere una conoscenza continua e d'insieme sull'evoluzione dei parametri ambientali di rilievo per l'esercizio di un impianto e, per altro verso, di costituire la base informativa per l'azione di verifica di conformità alle normative ambientali vigenti. È evidente quindi che lo stesso monitoraggio trova nel confronto con prescrizioni fissate, siano esse operative e finalizzate all'esercizio corretto degli impianti ovvero normative e finalizzate al contenimento degli effetti inquinanti, la sua principale ragion d'essere.

Indicazioni di massima sui parametri principali di interesse per i piani di monitoraggio e su frequenze indicative di monitoraggio sono state già fornite nei singoli capitoli relativi alle specifiche produzioni. Nel seguito di questo paragrafo si è inteso fornire al lettore un'ulteriore rassegna, valida in generale per il settore della produzione e trasformazione dei metalli non ferrosi, su alcune fonti informative utili in termini di monitoraggio e sui metodi di misura disponibili per le determinazioni su specifici analiti.

Liste di inquinanti significativi in aria ed acqua definita in ambito UE

La direttiva IPPC e la Decisione della Commissione europea 2000/479/EC stabiliscono e regolano la costruzione del registro europeo delle emissioni di inquinanti (EPER, *European Pollutant Emission Register*).

Il decreto di recepimento della direttiva IPPC, D.Lgs. n. 372 del 4 agosto 1999, stabilisce la costruzione del registro nazionale delle emissioni inquinanti che alimenta l'EPER.

La UE ha predisposto le linee guida per la realizzazione dell'EPER e successivamente sono state emanate le linee guida ed il questionario nazionale per la realizzazione del registro nazionale delle emissioni inquinanti.

Tali linee guida e questionario costituiscono gli allegati al decreto ministeriale 23 novembre 2001 (G.U. n. 37 del 13 febbraio 2002, supplemento ordinario n.29) che stabilisce "Dati, formato e modalità della comunicazione di cui all'art. 10, comma 1, del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 372).

Le linee guida comunitarie e le linee guida nazionali per la costituzione dell'EPER, che nella sua versione nazionale ha assunto la denominazione INES (Inventario delle Emissioni e delle loro Sorgenti), contengono una lista di inquinanti, emessi in aria ed acqua, ritenuti significativi ai fini della costituzione dei registri delle emissioni (complessivamente 50) e sottoliste di tali inquinanti significative per ciascuna singola categoria IPPC. Ancorché non precisamente indirizzate alla valutazione dell'impatto ambientale delle raffinerie, le sottoliste EPER rappresentano comunque un'indicazione di minima delle emissioni di inquinanti che ciascun gestore deve considerare (valutandone l'applicabilità al proprio caso) ed eventualmente dichiarare annualmente, se superiori a determinate soglie.

Nella tabella seguente sono riportati gli inquinanti INES che caratterizzano l'attività IPPC 2.5: Impianti:

- a) destinati a ricavare metalli grezzi non ferrosi da minerali, nonché concentrati o materie prime secondarie attraverso procedimenti metallurgici, chimici o elettrolitici
- b) di fusione e lega di metalli non ferrosi, compresi i prodotti di recupero, (affinazione, formatura in fonderia) con una capacità di fusione superiore a 4 tonnellate al giorno per il piombo e il cadmio o a 20 tonnellate al giorno per tutti gli altri metalli.

Ai fini del monitoraggio bisogna considerare, comunque, che questa lista di inquinanti non è esaustiva, poiché la sua finalità è solo quella di configurare la base informativa del registro europeo delle emissioni.

EMISSIONI IN ARIA		
Inquinante	Metodo di misura	Frequenza di monitoraggio
Polveri ⁽⁴⁾	(1) M.U. 811: 88 Determinazione del materiale particellare in flussi gassosi convogliati ad alto tasso di umidità M.U. 402 – Determinazione del materiale particellare - Prelievo isocinetico con sonda isocinetica - Metodo gravimetrico (metodo recepito come norma UNI EN 13284-1) M.U. 494 - Determinazione del materiale particellare - Prelievo isocinetico con sonde separate: tubo di prelievo e tubo di Pitot - Metodo gravimetrico (metodo recepito come norma UNI 13284)	Discontinuo ⁽³⁾
Ossidi di zolfo (Sox)	(2) Assorbimento degli ossidi di zolfo e degli ossidi di azoto per gorgogliamento del flusso gassoso in una soluzione alcalina di permanganato di potassio e successiva determinazione analitica, per cromatografia a scambio ionico, dei prodotti di ossidazione (SO ₄ ²⁻ e NO ₃ ⁻)	Discontinuo ⁽³⁾
Ossidi di azoto (NOx)		
Esafluoruro di zolfo (SF6)	(6)	-
Monossido di carbonio (CO)	(1) M.U. 542 - Determinazioni di gas di combustione in flussi gassosi convogliati. Metodo gascromatografico (metodo recepito come norma UNI 9968) M.U. 543 - Determinazione del monossido di carbonio in flussi gassosi convogliati. Metodo spettrofotometrico all'infrarosso (metodo recepito come norma UNI 9969)	Discontinuo ⁽³⁾⁽⁵⁾
Biossido di carbonio (CO ₂)	(6)	-
Ammoniaca (NH ₃)	(1) M.U. 632: 84 – Determinazione	Discontinuo ⁽³⁾

EMISSIONI IN ARIA		
Inquinante	Metodo di misura	Frequenza di monitoraggio
	dell'ammoniaca – metodo colorimetrico con reattivo di Nessler	
Composti organici volatili non metanici (COVNM) (totale dei composti organici volatili escluso il metano)	(2) Determinazione di composti organici volatili per adsorbimento su carboni attivi ed analisi gascromatografica Metodo contenuto nella Norma UNI 10493 Determinazione di composti organici volatili (COV) espressi come carbonio organico totale nei flussi gassosi convogliati attraverso il Metodo strumentale automatico con rivelatore a ionizzazione di fiamma (FID). Metodo contenuto nella Norma UNI 10391	Discontinuo ^{(3) (9)}
Cadmio (Cd) e composti (totale)		Discontinuo ⁽³⁾
Mercurio (Hg) e composti (totale)	(1) ISTISAN n. 88/19 – Campionamento e dosaggio di microinquinanti in flussi gassosi convogliati	Discontinuo ⁽³⁾
Cromo (Cr) e composti (totale)		Discontinuo ⁽³⁾
Piombo (Pb) e composti (totale)	M.U. 723:86 –	Discontinuo ⁽³⁾
Arsenico (As) e composti (totale)	Solubilizzazione del materiale particellare per la determinazione dei metalli mediante tecniche di spettrometria	Discontinuo ⁽³⁾
Nichel (Ni) e composti (totale)		Discontinuo ⁽³⁾
Rame (Cu) e composti (totale)		Discontinuo ⁽³⁾
Zinco (Zn) e composti (totale)	(6)	-
Polifluorocarburi (PFC) (Totale: somma di: CF ₄ , C ₂ F ₆ , C ₃ F ₈ , C ₄ F ₁₀ , c-C ₄ F ₈ , C ₅ F ₁₂ , C ₆ F ₁₄)	(7)	Discontinuo ^{(3) (7)}

EMISSIONI IN ARIA		
Inquinante	Metodo di misura	Frequenza di monitoraggio
Policlorodibenzodiossine e Polidiclorobenzofurani (PCDD + PCDF)	(1) ISTISAN n. 88/19 – Campionamento e dosaggio di microinquinanti in flussi gassosi convogliati M.U 825:89 – Campionamento e determinazione di microinquinanti organici: IPA, PCDD+PCDF, PCB	Discontinuo ⁽³⁾
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) (Somma dei 6 IPA di Borneff) ^{(8) (10)}	(2) Rapporto ISTISAN 97/35 – Determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Metodo gascromatografico.	Discontinuo ⁽³⁾
Cloro e composti inorganici	⁸ Assorbimento dell'acido cloridrico e dell'acido fluoridrico per gorgogliamento del flusso gassoso, preventivamente filtrato, in una soluzione alcalina di idrossido di sodio (NaOH) e successiva determinazione mediante cromatografia a scambio ionico dei prodotti provenienti dalla reazione con idrossido di sodio	Discontinuo ⁽³⁾
Fluoro e composti inorganici		Discontinuo ⁽³⁾

Note:

1. il riferimento normativo per il metodo è il DM 12/07/90, tabella 4.1 allegato 4
2. il riferimento normativo per il metodo è il DM 25/08/00. in particolare, i metodi che si riferiscono a questo decreto hanno sostituito alcuni dei metodi riportati nella tabella 4.1 dell'allegato 4 del 12/07/90
3. Ai sensi dell'allegato 4 del DM del 12/07/90, le misure possono essere effettuate con metodi discontinui, tenendo presente che i valori limite di emissione si riferiscono ad un'ora di funzionamento dell'impianto nelle condizioni più gravose. Tuttavia, l'autorità competente può prescrivere un monitoraggio in continuo per l'ossigeno, ossidi di zolfo, ossidi di azoto e polveri. Resta inoltre da sottolineare che, ai sensi dell'articolo 4, comma 5 del DM 12/07/90, la valutazione dei valori di sostanze inquinanti presenti nelle emissioni deve essere effettuata considerando il valore medio dei risultati ottenuti dall'analisi dei campioni prelevati secondo le indicazioni del manuale UNICHIM 158/88.
4. Nella lista INES è riportato il PM10 e non le polveri. i metodi riportati, che permettono la misura delle polveri totali, possono costituire una base per la misura del PM₁₀
5. Gli impianti di potenza termica nominale, per singolo focolare, pari o superiore a 6 MW, devono essere dotati di rilevatori della temperatura nei gas effluenti nonché di un analizzatore per la

- misurazione e la registrazione in continuo dell'ossigeno libero e del monossido di carbonio (art. 5, comma 1 del DPCM 8 marzo 2002)
6. Secondo quanto riportato nel paragrafo 1.2.14, allegato I (Linee guida per la dichiarazione delle emissioni), del D.M. 23 novembre 2001, per gli inquinanti non regolamentati dalla normativa nazionale italiana si raccomanda di utilizzare metodi standardizzati internazionalmente accettati. Se si vuole usare un metodo non standardizzato, esso dovrà essere verificato con un metodo standard. Un elenco indicativo dei principali metodi di analisi standardizzati e riconosciuti a livello internazionale elaborati da UNI, CEN, ISO, ASTM (American Society for Testing and Materials) ed EPA, è indicato nel D.M. 23/11/2001 (tab.1.6.8)
 7. Nel DM del 12/07/90 sono presenti: trifluorometano e diversi cloro-fluoro e bromo-fluoro carburi.
 8. Gli IPA di Borneff sono: Fluorantene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Benzo(ghi)perilene, Indeno(1,2,3-cd)pirene). I metodi di misura indicati nella normativa italiana e riconosciuti a livello internazionale generalmente prevedono la determinazione di un numero di composti maggiori e diversi rispetto a quelli di Borneff. Si può inoltre osservare che nel DM 12/07/1990 sono indicati diversi IPA ma solo 3 dei 6 di Borneff.
 9. Nel DM 12/07/1990 sono indicati diversi COVNM appartenenti a classi diverse (allegato I, paragrafo 4); nell'allegato 2 del 12/07/90 (valori di emissione per specificate tipologie di impianti) la determinazione dei COV è prevista come carbonio totale
 10. Monitoraggio non previsto dal registro INES per gli impianti di categoria 2.5 a)

INQUINATI IN ACQUA		
INQUINANTI INES	METODO/I DI MISURA ^(1, 4)	FREQUENZA DI MONITORAGGIO
1 - Nutrienti		⁽²⁾ Ai sensi del paragrafo 1.2 dell'allegato 5, D.Lgs. 258/2000, le determinazioni analitiche ai fini del controllo di conformità degli scarichi sono di norma riferite ad un campione medio prelevato nell'arco di tre ore. La tabella 3/A dell'allegato 5 prevede invece per le medie
Azoto Totale espresso come N	4030 A2 Azoto ammoniacale spettrofotometrico con Nessler; 4030 A1 azoto ammoniacale spettrofotometrico all'indofenolo; 4020 Anioni in cromatografia ionica (per l'azoto ammoniacale)	

INQUINATI IN ACQUA		
INQUINANTI INES	METODO/I DI MISURA ^(1,4)	FREQUENZA DI MONITOTAGGIO
	4050 Azoto nitroso spettrofotometrico con solfanilammide + naftiletilendiammina; 4020 Anioni in cromatografia ionica (per l'azoto nitroso)	mensili un prelievo quotidiano di un campione rappresentativo degli scarichi effettuati nel giro di 24 ore e la misurazione della concentrazione della sostanza in esame e la misura del flusso totale degli scarichi nello stesso arco di tempo. La quantità di sostanza scaricata nel corso di un mese si calcola sommando la quantità scaricata ogni giorno nel corso del mese.
	4040 A1 Azoto nitrico spettrofotometrico con salicilato di sodio; 4040 A2 riduzione su colonna di Cd/Cu + spettrofotometria con solfanilammide e a- naftiletilendiammina; 4020 Anioni in cromatografia ionica (per l'azoto nitrico)	
Fosforo Totale espresso come P	4060 Azoto totale e fosforo totale	
2 - Metalli e composti		
Arsenico (As) e composti Totale (composti inorganici e organici espressi come arsenico elementare)	3080 assorbimento atomico con formazione di idruri	
Cadmio (Cd) e composti Totale (composti inorganici e organici espressi come cadmio elementare)	3120 A assorbimento atomico in fiamma	
Cromo (Cr) e composti Totale (composti inorganici e organici espressi come cromo elementare)	3150 A assorbimento atomico in fiamma	
	3150 C spettrofotometrico con difenilcarbazide	

INQUINATI IN ACQUA		
INQUINANTI INES	METODO/I DI MISURA ^(1, 4)	FREQUENZA DI MONITORAGGIO
Rame (Cu) e composti Totale (composti inorganici e organici espressi come rame elementare)	3250 A assorbimento atomico in fiamma	
Mercurio (Hg) e composti Totale (composti inorganici e organici espressi mercurio elementare)	3200 A2 assorbimento atomico a vapori freddi	
Nichel (Ni) e composti Totale (composti inorganici e organici espressi come nichel elementare)	3220 A assorbimento atomico in fiamma	
Piombo (Pb) e composti Totale (composti inorganici e organici espressi come piombo elementare)	3230 A assorbimento atomico in fiamma	
Zinco (Zn) e composti Totale (composti inorganici e organici espressi come zinco elementare)	3320 assorbimento atomico in fiamma	
3 - Sostanze organiche clorurate 5150 Solventi clorurati		
Dicloroetano-1,2 (DCE) Totale	5150 Solventi clorurati: gascromatografia con rivelazione a cattura elettronica, previa estrazione con opportuno solvente, o la gascromatografia, previo isolamento con procedimento "purge and trap" e intercettazione mediante un separatore capillare raffreddato tramite criogenia.	
Diclorometano (DCM) Totale	5150 Solventi clorurati	

INQUINATI IN ACQUA		
INQUINANTI INES	METODO/I DI MISURA^(1,4)	FREQUENZA DI MONITOTAGGIO
Cloroalcani (C10-13) Totale		
Esaclorobenzene (HCB) Totale	5150 Solventi clorurati	
Esaclorobutadiene (HCBD) Totale		
Esaclorocicloesano (HCH) Totale	5090 Pesticidi clorurati - estrazione liquido-liquido ed gascromatografia capillare con rivelatore ECD	
Pentaclorobenzene	5090 Pesticidi clorurati	
Composti organici alogenati Totale (espressi come AOX)		
4 -Altri composti organici		⁽²⁾ Ai sensi del paragrafo 1.2 dell'allegato 5, D.Lgs. 258/2000, le determinazioni analitiche ai fini del controllo di conformità degli scarichi sono di norma riferite ad un campione medio prelevato nell'arco di tre ore.
Benzene, toluene, etilbenzene, xileni (BTEX) Totale (espressi come somma dei singoli composti)	5140 Solventi organici aromatici - purge and trap e gascromatografia	
Difeniletere bromato Totale (espresso come bromo Br)		
Composti organostannici Totale (espressi come stagno Sn)		
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) Somma dei 6 IPA di Borneff	5080 LLE o SPE + GC-MS o HLPC-fluorescenza	
Fenoli Totale (espressi come C)	5070 B1 fenoli in HPLC	

INQUINATI IN ACQUA		
INQUINANTI INES	METODO/I DI MISURA^(1,4)	FREQUENZA DI MONITORAGGIO
Nonilfenolo Nonilfenolo etossilato e sostanze correlate		
Carbonio organico totale Espresso come C o COD/3	5040 Analisi elementare - 5130 COD	
5 - Altri composti		
Cloruri Totale (espressi come Cl)	4020 Anioni in cromatografia ionica	
Cianuri Totale (espressi come CN)	4070 spettrofotometrico con cloramina T	
Fluoruri Totale (espressi come F)	4020 Anioni in cromatografia ionica	

ALTRI INQUINANTI IN ACQUA PRESENTI NEL D.Lgs. 258/2000 MA NON PREVISTI NEL REGISTRO INES		
INQUINANTI INES	METODO/I DI MISURA ^(1, 4)	FREQUENZA DI MONITORAGGIO
pH	2060 pH	⁽²⁾ Ai sensi del paragrafo 1.2 dell'allegato 5, D.Lgs. 258/2000, le determinazioni analitiche ai fini del controllo di conformità degli scarichi sono di norma riferite ad un campione medio prelevato nell'arco di tre ore.
Temperatura (°C)	2100 Temperatura	
Colore	2020 Colore	
Odore		
Materiali grossolani	2090 Solidi	
Solidi sospesi totali (mg/L)	2090 Solidi	
BOD5 (come O ₂) (mg/L)	5120 BOD	
Alluminio (mg/L)	3050 Alluminio F-AAS	
Bario (mg/L)	3090 Bario F-AAS	
Boro (mg/L)	3110 spettrofotometrico con curcumina	⁽²⁾ Ai sensi del paragrafo 1.2 dell'allegato 5, D.Lgs. 258/2000, le determinazioni analitiche ai fini del controllo di conformità degli scarichi sono di norma riferite ad un campione medio prelevato nell'arco di tre ore.
Ferro (mg/L)	3160 Ferro F-AAS	
Manganese (mg/L)	3190 Manganese F-AAS	
Selenio (mg/L)	3260 Selenio HG-AAS	
Stagno (mg/L)	3280 Stagno F-AAS	
Cloro attivo libero (mg/L)	4080 Cloro attivo libero	
Solfuri (come H ₂ S) (mg/L)	4160 Solfuro	
Solfiti (mg/L)	4150 Solfito	
Solfati (come SO ₃) (mg/L)	4140 Solfato	
Grassi e olii animali/vegetali (mg/L)	5160 A1 sostanze oleose	

ALTRI INQUINANTI IN ACQUA PRESENTI NEL D.Lgs. 258/2000 MA NON PREVISTI NEL REGISTRO INES		
INQUINANTI INES	METODO/I DI MISURA^(1,4)	FREQUENZA DI MONITORAGGIO
Aldeidi (mg/L)	5010 Aldeidi	
Solventi organici azotati (mg/L)		
Tensioattivi totali (mg/L)	5170 + 5180*	
Pesticidi fosforati (mg/L)	5100 Pesticidi fosforati	
Pesticidi totali (esclusi i fosforati) tra cui:	5060 Prodotti fitosanitari	
- aldrin (mg/L)	"	
- dieldrin (mg/L)	"	
- endrin (mg/L)	"	
- isodrin (mg/L)	"	
Escherichia coli UFC/100mL	7030 Escherichia coli	
Saggio di tossicità acuta ⁽³⁾	8020 Daphnia	

ALTRI INQUINANTI IN ACQUA PRESENTI NEL D.Lgs. 258/2000 MA NON PREVISTI NEL REGISTRO INES		
INQUINANTI INES	METODO/I DI MISURA ^(1, 4)	FREQUENZA DI MONITORAGGIO
<p>¹ Ai sensi dell'allegato 5, paragrafo 4 del D.Lgs. 258/2000, rimangono valide le procedure di controllo, campionamento e misura definite dalla normativa in essere (ossia L. 319, 10 maggio 1976) prima dell'entrata in vigore dello stesso decreto. Tali metodiche dovranno essere aggiornate con apposito decreto ministeriale su proposta dell'ANPA. Di seguito si riportano i metodi analitici di riferimento descritti nei volumi "Metodi analitici per le acque" redatti dall'Istituto di Ricerca sulle Acque, CNR, Roma ed in fase di pubblicazione. Secondo quanto riportato nel paragrafo 1.2.15, allegato I (Linee guida per la dichiarazione delle emissioni), del D.M. 23 novembre 2001, per gli inquinanti non regolamentati dalla normativa nazionale italiana si raccomanda di utilizzare metodi standardizzati internazionalmente accettati. Se si vuole usare un metodo non standardizzato, esso dovrà essere verificato con un metodo standard. Un elenco indicativo dei principali metodi di analisi standardizzati e riconosciuti a livello internazionale elaborati da UNI, CEN, ISO, ASTM (American Society for Testing and Materials) ed EPA, e indicati nel D.M. 23/11/2001 (tab.1.6.10), è riportato in allegato alla presente tabella.</p> <p>² L'autorità preposta al controllo può, con motivazione espressa nel verbale di campionamento, effettuare il campionamento su tempi diversi al fine di ottenere il campione più adatto a rappresentare lo scarico qualora lo giustifichino particolari esigenze quali quelle derivanti dalle prescrizioni contenute nell'autorizzazione dello scarico, dalle caratteristiche del ciclo tecnologico, dal tipo di scarico (in relazione alle caratteristiche di continuità dello stesso), il tipo di accertamento (accertamento di routine, accertamento di emergenza, ecc.). Per verificare inoltre che gli scarichi dei cicli produttivi specificati nella tabella 3/A, allegato 5 del D.Lgs. 258/2000, soddisfino i limiti indicati nella stessa tabella 3/A, deve essere prevista una procedura di controllo che prevede: a) il prelievo quotidiano di un campione rappresentativo degli scarichi effettuati nel giro di 24 ore e la misurazione della concentrazione della sostanza in esame; b) la misurazione del flusso totale degli scarichi nello stesso arco di tempo.</p> <p>La quantità di sostanza scaricata nel corso di un mese si calcola sommando le quantità scaricate ogni giorno nel corso del mese. Tale quantità va divisa per la quantità di prodotto o di materia prima.</p> <p>³ Il saggio di tossicità è obbligatorio. Oltre al saggio su <i>Daphnia magna</i>, possono essere eseguiti saggi di tossicità acuta su <i>Ceriodaphnia dubia</i>, <i>Selenastrum capricornutum</i>, batteri bioluminescenti o organismi quali <i>Artemia salina</i>, per scarichi di acqua salata o altri organismi tra quelli che saranno indicati ai sensi del punto 4 del presente allegato. In caso di esecuzione di più test di tossicità si consideri il risultato peggiore. Il risultato positivo della prova di tossicità non determina l'applicazione diretta delle sanzioni di cui al Titolo V, determina altresì l'obbligo di approfondimento delle indagini analitiche, la ricerca delle cause di tossicità e la loro rimozione.</p> <p>⁴ I metodi riportati in grassetto sono i più adatti alla misura di valori di concentrazione conformi ai limiti di emissione indicati nella tabella 3, allegato 5 del D.Lgs 152/99, e successive modifiche e integrazioni.</p>		

DEFINIZIONE DEI CRITERI DI INDIVIDUAZIONE E UTILIZZAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

Considerazioni generali

Le informazioni contenute in questo documento sono da intendere come un riferimento per la determinazione delle MTD nei singoli casi specifici. Le tecniche che vengono presentate e i livelli di emissione e di consumi energetici e di materiali ad esse associati dovrebbero essere considerate come un'indicazione generale e una sorta di base tecnica da consultare nel momento del rilascio di un'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) basata sulle MTD.

La determinazione di appropriate condizioni da prescrivere nel rilascio dall'AIA dovrebbe tener conto, infatti, di fattori locali e specifici del sito, come le caratteristiche tecniche dell'insediamento produttivo interessato, la sua localizzazione geografica e le specifiche condizioni ambientali. Nel caso di impianti esistenti, inoltre, si dovrebbe prendere in considerazione la fattibilità tecnico/economica dell'introduzione di una tecnica indicata in questa guida come MTD, ricordando che essa è definita come tale solo in senso generale. Le tecniche e i livelli di performance ambientale indicati non sono perciò necessariamente da considerare appropriati per tutti i tipi di impianti, anche se possono essere ritenuti validi per un'ampia casistica.

L'elenco delle MTD riportate nel presente documento, così come nel BRef, non può essere considerato esaustivo. Nell'applicazione al caso concreto si dovrà quindi anche valutare la reale applicabilità delle tecniche, oltre alla possibilità di disporre di tecniche alternative parimenti efficaci. Pertanto l'individuazione delle MTD applicate ed applicabili in un singolo impianto deve necessariamente partire da una valutazione preliminare dell'impianto produttivo, che l'azienda dovrà svolgere e successivamente sottoporre all'amministrazione tramite la domanda di autorizzazione.

Tale valutazione, da parte dell'azienda, deve essere finalizzata alla illustrazione dei processi condotti nel sito produttivo e delle conseguenti prestazioni ambientali. In questa fase dovranno quindi essere individuate le differenti fasi produttive, le apparecchiature installate, le materie prime impiegate. Tutto ciò avrà infatti influenza sulle tecniche applicabili e sulle emissioni prodotte.

La fase successiva richiede la valutazione degli aspetti ambientali significativi sui quali concentrare l'attenzione, nell'ambito di un approccio integrato. In questo senso, è necessaria una valutazione dei flussi di materia ed energia in ingresso ed in uscita dallo stabilimento. Ulteriori valutazioni dei flussi, suddivise per singole fasi di lavorazione, possono rendersi utili o necessarie per utenze di particolare impatto, nel caso in cui su tali utenze sia possibile ottenere un miglioramento ambientale sensibile ed importante. Per l'identificazione dei parametri significativi ci si può riferire a quanto già disponibile in letteratura, verificandone la congruenza nel caso specifico.

A questo punto l'azienda sarà in grado di identificare le MTD, o altre tecniche alternative, già applicate nello stabilimento e valutare le eventuali possibilità di

intervento, in particolare nei settori ambientali che dovessero essere emersi come più significativi nella valutazione precedente. Alla identificazione, da parte dell'azienda, di possibili tecniche integrative si deve associare la valutazione dell'applicabilità tecnica ed economica nella realtà specifica.

Criteri di individuazione ed utilizzo.

In sintesi le MTD sono individuate con un procedimento iterativo che prevede i seguenti passaggi:

- identificazione delle problematiche ambientali chiave correlabili al settore;
- analisi delle tecnologie più importanti per affrontare le problematiche identificate;
- identificazione dei migliori livelli di performance ambientali sulla base di dati storici del settore a livello europeo e mondiale;
- esame delle condizioni che consentono il raggiungimento dei citati livelli di performance: costi, situazione di contaminazione incrociata, eventuali specifici benefici che promuovano l'attuazione delle tecnologie identificate;
- selezione delle MTD e dei livelli di emissione o di consumo loro associati.

Si richiama che per le MTD presentate e, per quanto possibile, per le emissioni ed i consumi ad esse associate, valgono le seguenti considerazioni.

- Deve esser opportunamente valutata l'applicazione della singola tecnica su impianti nuovi od esistenti. Gli impianti esistenti si avvicineranno alle condizioni previste dalle MTD in funzione, caso per caso, della pratica applicabilità, dal punto di vista tecnico ed economico, delle tecniche considerate. In generale, le performance ambientali associate alle MTD sono da intendersi come performance prevedibili a seguito dell'applicazione delle tecnologie considerate su impianti di nuova realizzazione ed alle quali dovranno tendere, nel tempo, le tecniche già applicate agli impianti esistenti.
- È opportuno considerare l'età complessiva delle installazioni cui le tecniche sono applicate.
- Il livello di evoluzione tecnologica e progettuale corrispondente all'epoca della loro realizzazione, in quanto una medesima tecnologia è a sua volta soggetta ad un progresso tecnologico continuo.
- Eventuali livelli di performance ambientale (emissioni e consumi), associati a MTD di settore, devono essere intesi come performance massime prevedibili applicando una determinata tecnologia; ma va valutato adeguatamente l'equilibrio costi/benefici e tenute sempre presenti le condizioni di riferimento (ad esempio i periodi per la valutazione dei valori medi). Essi non sono, e non devono essere, considerati alla stregua di valori limite di emissione o di consumo.
- Le MTD vanno considerate come riferimenti e orientamenti generali per valutare la performance di impianti esistenti o la proposta di nuove installazioni, in vista della definizione di condizioni di funzionamento o di vincolo appropriate.
- Gli impianti esistenti si avvicineranno alle condizioni previste dalle MTD in funzione, caso per caso, della pratica applicabilità, dal punto di vista tecnico ed economico, delle tecniche considerate.

- La definizione e l'adozione delle MTD richiede una precisa metodologia, in quanto esse sono influenzate da numerosi fattori di carattere locale, quali ad esempio la disponibilità di materie prime e la loro qualità, la compatibilità con sistemi di abbattimento efficaci e la possibilità di ridurre al massimo i consumi di acqua e la generazione di rifiuti.

Il documento sottolinea inoltre la necessità, nell'adozione delle MTD, di attenersi ai seguenti principi:

- una volta adottata una tecnica classificabile come MTD, perché la tecnica sia veramente tale è necessario che sia gestita nella maniera più corretta in modo che il beneficio ambientale non venga a diminuire o a interrompersi nel tempo;
- il concetto di MTD va applicato a tutta la catena di gestione delle attività, onde evitare che il beneficio ambientale di una misura presa all'inizio venga cancellato da una gestione a valle a bassa efficacia ambientale.

Come accennato, per determinare l'applicabilità di una tecnica è necessario verificare il contesto in cui opera l'azienda e la coerenza con i principi delle MTD, sulle quali si fonda la direttiva stessa.

A tale riguardo ricordiamo che nell'allegato IV della direttiva 96/61/CE e dello stesso d.lgs 372/99 si elencano le considerazioni da tenere presenti nella determinazione delle MTD, tenuto conto dei costi e dei benefici, così riassunti.

1. Impiego di tecniche a scarsa produzione di rifiuti.
2. Impiego di sostanze meno pericolose.
3. Sviluppo di tecniche per il ricupero e il riciclo delle sostanze emesse e usate nel processo, e, ove opportuno, dei rifiuti.
4. Processi, sistemi o metodi operativi comparabili, sperimentati con successo su scala industriale.
5. Progressi in campo tecnico e evoluzione delle conoscenze in campo scientifico.
6. Natura, effetti e volume delle emissioni in questione.
7. Date di messa in funzione degli impianti nuovi o esistenti.
8. Tempo necessario per utilizzare una migliore tecnica disponibile.
9. Consumo e natura delle materie prime ivi compresa l'acqua usata nel processo e efficienza energetica.
10. Necessità di prevenire o di ridurre al minimo l'impatto globale sull'ambiente delle emissioni e dei rischi.
11. Necessità di prevenire gli incidenti e di ridurre le conseguenze per l'ambiente;
12. Informazioni pubblicate dalla Commissione ai sensi dell'art. 16, paragrafo 2, o da organizzazioni internazionali (ad esempio il BRef e questa stessa linea guida).

In questa fase è inoltre necessario tenere in considerazione la legislazione nazionale e regionale di riferimento, la presenza di idonee infrastrutture e servizi e la localizzazione del sito.

Alcuni esempi dell'importanza di tali valutazioni sono la disponibilità nella zona di strutture idonee al trattamento dei residui di produzione, la qualità e le caratteristiche delle varie metriche ambientali, la presenza di centri abitati od aree protette in prossimità dello stabilimento.

E' quindi opportuno procedere con la valutazione dei benefici ambientali attesi con l'applicazione della tecnica, non solo in termini di prestazioni teoriche, ma anche in funzione della reale operatività nel tempo. I benefici andranno valutati secondo un approccio integrato, al fine di evitare il trasferimento di inquinamento da un settore ambientale ad un altro.

Ai benefici ambientali ottenibili dovranno essere rapportati i costi derivanti, per verificarne la congruità. Nella valutazione dei benefici si dovrà tenere in considerazione le priorità definite, in campo ambientale, a livello territoriale e nazionale, dalle Autorità competenti e la significatività dell'intervento rispetto ad esse. L'Amministrazione dovrà rendere disponibili all'azienda le informazioni sullo stato del territorio in cui è collocata l'attività produttiva, per permettere a quest'ultima una corretta valutazione.

Nella valutazione economica è invece necessario tenere conto della situazione economica, della capacità competitiva dell'impresa sul proprio mercato di riferimento e delle economie di scala ottenibili.

Per gli impianti esistenti, inoltre, si dovranno considerare i costi aggiuntivi dovuti alla perdita di produzione causata dalle fermate necessarie per le modifiche impiantistiche e la messa a punto.

Infine l'applicabilità della MTD è condizionata alla compatibilità tecnica con le strutture esistenti, alla disponibilità di spazio e alla qualità richiesta dal prodotto. La verifica della compatibilità tecnica ed economica è una fase particolarmente critica, in quanto riassume tutte le specificità dell'impianto produttivo a cui ci si riferisce e pertanto non è possibile trovare le informazioni necessarie se non all'interno del sito stesso.

I tempi di attuazione, infine, dipendono dall'impatto che la tecnica ha sull'intero processo. In questo senso le tecniche che intervengono sul processo richiedono tempi di applicazione e affinamento maggiori. Questo vuol dire che possono sussistere interventi per i quali le aziende devono programmare gli investimenti con gradualità e con prospettive a lungo termine.

Una volta identificata la migliore combinazione di MTD, o tecniche alternative, applicabili all'unità produttiva, l'Autorità competente potrà verificarne la coerenza con i principi della direttiva ed i requisiti di legge e definire le eventuali prescrizioni che dovranno essere inserite nell'autorizzazione integrata ambientale. Per quanto detto in precedenza, tali prestazioni saranno specifiche per ogni impianto produttivo e dovranno mantenere la loro coerenza con tutte le altre disposizioni di legge applicabili alla realtà produttiva in oggetto.

Occorre, infine, richiamare l'attenzione del lettore sul fatto che l'utilizzo di una tecnica per la riduzione al minimo dell'impatto ambientale deve necessariamente essere accompagnata da un adeguato sistema di gestione ambientale e di verifica delle condizioni operative. L'installazione di una tecnica, infatti, non è sufficiente ad assicurare il conseguimento della prestazione in modo continuativo se non è supportata

da un sistema che garantisca l'affidabilità degli impianti e delle attrezzature e che preveda procedure operative adeguate alle diverse condizioni operative e tempi efficaci di rilevazione e reazione ad eventuali scostamenti dalle condizioni volute.

In sede di definizione dell'atto di autorizzazione integrata ambientale, per i singoli insediamenti, dovranno essere accertate le condizioni generali di gestione e di controllo dell'affidabilità impiantistica.

GLOSSARIO (DEFINIZIONI, ABBREVIAZIONI ED ACRONIMI)

Audit	Strumento della gestione ambientale, di sicurezza e salute, utilizzato secondo una specifica procedura, che ha lo scopo di verificarne l'efficienza di organizzazione, il raggiungimento degli obiettivi fissati e l'individuazione di eventuali azioni correttive.
Autocontrollo (automonitoraggio)	Monitoraggio eseguito dal gestore in accordo con il piano di controllo stabilito nella/e autorizzazione/i. Può includere il monitoraggio delle emissioni, dei parametri di processo e degli impatti sull'ambiente recettore. I gestori possono anche affidare il loro autocontrollo ad un soggetto esterno.
Autorità competente	Si intende qui competente per il rilascio dell'autorizzazione integrata ambientale, la medesima autorità statale competente al rilascio del provvedimento di valutazione dell'impatto ambientale ai sensi della vigente normativa o l'autorità individuata dalla regione, tenuto conto dell'esigenza di definire un unico procedimento per il rilascio dell'autorizzazione integrata ambientale.
Autorità di controllo	È in generale l'autorità competente per l'effettuazione dei controlli ambientali ovvero le agenzie regionali e provinciali per la protezione dell'ambiente incaricate dall'autorità competente, ove previsto, di accertare la corretta esecuzione del piano di controllo e la conformità dell'impianto alle prescrizioni contenute nell'AIA.
Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) (permesso)	Una decisione scritta (o più decisioni) o parte di essa che contiene l'autorizzazione a gestire tutto o una parte dell'impianto, fissando le condizioni che garantiscono che l'impianto sia conforme ai requisiti della Direttiva 96/61/CE. Una autorizzazione/permesso può coprire uno o più impianti o parti di impianti nello stesso sito gestiti dallo stesso operatore.
BAT	Best Available Techniques
BOD (Biological Oxygen Demand)	Misura dell'inquinamento organico. Indica la quantità di ossigeno utilizzato dai microrganismi per unità di volume di acqua ad una data temperatura per un dato tempo.
BRef	BAT Reference Document
CO (monossido di carbonio)	È un gas che si produce da una combustione che avviene in carenza di ossigeno. È tossico per l'uomo in quanto si lega all'emoglobina del sangue in modo irreversibile al posto delle molecole di ossigeno.
CO₂ (anidride carbonica)	È un gas che si produce dalla combustione di materiale organico. È costituente fondamentale del ciclo vegetale (fotosintesi clorofilliana). È trasparente alla luce solare e assorbe le radiazioni infrarosse emesse dalla superficie terrestre (effetto serra).

COD (Chemical Oxygen Demand)	È l'indice della quantità di sostanza organica e inorganica presente negli scarichi idrici e quindi del loro potenziale inquinamento.
Combustione	È la reazione di sostanze organiche che avviene in presenza di ossigeno che ha come prodotti di reazione principalmente ossidi di carbonio, acqua e calore.
Desolfurazione	È il trattamento delle frazioni gassose che consiste nell'estrazione dei composti solforati a carattere acido (acido solfidrico e mercaptani).
EMAS	Eco Management and Audit Scheme.
Emissione	È il risultato dell'immissione nell'ambiente di inquinanti a seguito di attività umane.
Emissione convogliata	Avviene attraverso camini allo scopo di facilitarne la dispersione in aria.
Emissione fuggitiva	È prodotta in modo involontario da perdite di componenti degli impianti di lavorazione o dai serbatoi di stoccaggio.
EPER	European Pollutant Emission Register.
Gestore (esercente)	Qualsiasi persona fisica o giuridica che detiene o gestisce l'impianto.
GPL	Gas di petrolio liquefatto: miscela di idrocarburi costituita prevalentemente da butano e propano, presenti allo stato liquido o gassoso in relazione alla temperatura e pressione.
Impianto	Unità tecnica permanente dove vengono svolte una o più attività elencate nell'Allegato I della Direttiva IPPC, e ogni altra attività direttamente associata che abbia una relazione tecnica con le attività intraprese in quel sito e che potrebbe avere conseguenze sulle emissioni e sull'inquinamento.
INES	Inventario nazionale delle emissioni e delle loro sorgenti (è la versione italiana dell'EPER).
IPA	Idrocarburi Policiclici Aromatici.
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control.
Monitoraggio	Controllo sistematico delle variazioni di una specifica caratteristica chimica o fisica di un'emissione, scarico, consumo, parametro equivalente o misura tecnica ecc. Ciò si basa su misurazioni e osservazioni ripetute con una frequenza appropriata, in accordo con procedure documentate e stabilite, con lo scopo di fornire informazioni utili.
MTD	Migliore tecnica disponibile
NO_x (ossidi di	Sono composti gassosi costituiti da azoto e ossigeno. In atmosfera

azoto)	fanno parte dei precursori dello smog fotochimico e dopo l'SO ₂ sono i principali responsabili delle piogge acide.
Piano di controllo	È l'insieme di azioni svolte dal gestore e dall'Autorità di controllo che consentono di effettuare, nelle diverse fasi della vita di un impianto o di uno stabilimento, un efficace monitoraggio degli aspetti ambientali dell'attività costituiti dalle emissioni nell'ambiente e dagli impatti sui corpi recettori, assicurando la base conoscitiva che consente in primo luogo la verifica della sua conformità ai requisiti previsti nella/e autorizzazione/i.
Polveri o PST (Particolato Sospeso Totale)	È costituito da particelle solide in sospensione in aria. Per la maggior parte è materiale carbonioso incombusto che può adsorbire sulla sua superficie composti di varia natura. La frazione di particolato più fine (PM ₁₀) con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm può essere inalato ed arrivare ai polmoni diventando potenzialmente pericoloso per la salute umana.
ppm (parti per milione)	Unità di misura utilizzata per le concentrazioni di sostanze all'interno di miscele. Le parti possono essere intese in volume o in peso.
SGA	Sistema di Gestione Ambientale
Sistema di monitoraggio delle emissioni (SME)	Sistema per la misura delle grandezze, relative alle emissioni, in grado di espletare le seguenti funzioni: campionamento ed analisi, acquisizione, validazione, elaborazione automatica ed archiviazione dei dati.
Sistema di monitoraggio in continuo delle emissioni (SMCE)	È un sistema di monitoraggio delle emissioni che opera in continuo.
SO₂ (anidride solforosa)	È un gas che viene rilasciato durante la combustione di combustibili fossili contenenti zolfo. In aria è uno dei principali responsabili delle piogge acide che, in terreni poco ricchi di basi, come nel nord Europa, possono causare danni all'ecosistema.
SST	Solidi Sospesi Totali: materiale solido finemente suddiviso in sospensione in acqua.
Stabilimento (sito)	Tutta l'area sottoposta al controllo di un gestore, nella quale sono presenti uno o più impianti, comprese le infrastrutture o le attività comuni o connesse.
Standard di qualità dell'aria	Valore di concentrazione di un inquinante nell'aria al di sotto del quale la popolazione generale è sufficientemente protetta. Costituiscono il riferimento per fissare i valori limite alle emissioni di sostanze inquinanti prodotte dall'uomo.

VOC (in italiano anche COV Composti Organici Volatili)	Sono la frazione più leggera degli idrocarburi che compongono i combustibili. Comprendono sostanze con numero di atomi di carbonio da 4 a 8 (tra cui il benzene). Sono emessi nell'ambiente principalmente per evaporazione.
Zolfo	È presente nei combustibili soprattutto sotto forma di zolfo elementare, composti organici come tiofene e nonilmercaptano. Combustibili di alta qualità hanno basso contenuto di zolfo per cui si tende ad eliminarlo nei processi di raffinazione (vedi desolforazione). Lo zolfo recuperato come tale viene poi venduto all'industria chimica.