

II

(Atti non legislativi)

DECISIONI

DECISIONE DI ESECUZIONE DELLA COMMISSIONE

del 26 marzo 2013

che stabilisce le conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BAT) per il cemento, la calce e l'ossido di magnesio, ai sensi della direttiva 2010/75/UE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alle emissioni industriali

[notificata con il numero C(2013) 1728]

(Testo rilevante ai fini del SEE)

(2013/163/UE)

LA COMMISSIONE EUROPEA,

visto il trattato sul funzionamento dell'Unione europea,

vista la direttiva 2010/75/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 24 novembre 2010, relativa alle emissioni industriali (prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento) ⁽¹⁾, in particolare l'articolo 13, paragrafo 5,

considerando quanto segue:

- (1) A norma dell'articolo 13, paragrafo 1, della direttiva 2010/75/UE, la Commissione organizza uno scambio di informazioni sulle emissioni industriali, con gli Stati membri, le industrie interessate e le organizzazioni non governative che promuovono la protezione ambientale al fine di contribuire all'elaborazione dei documenti di riferimento sulle migliori tecniche disponibili (*best available techniques* - BAT) definiti all'articolo 3, paragrafo 11, della direttiva in questione.
- (2) Ai sensi dell'articolo 13, paragrafo 2, della direttiva 2010/75/UE, lo scambio di informazioni riguarda in particolare le prestazioni delle installazioni e delle tecniche in termini di emissioni, espresse come medie a breve e lungo termine, ove appropriato, e le condizioni di riferimento associate, il consumo e la natura delle materie prime ivi compreso il consumo idrico, l'uso dell'energia e la produzione di rifiuti e le tecniche usate, il monitoraggio associato, gli effetti incrociati, la fattibilità economica e tecnica e i relativi sviluppi, le migliori tecniche disponibili e le tecniche emergenti individuate dopo aver esaminato gli elementi di cui all'articolo 13, paragrafo 2, lettere a) e b), di tale direttiva.
- (3) Le "conclusioni sulle BAT", definite all'articolo 3, paragrafo 12, della direttiva 2010/75/UE, sono l'elemento fondamentale dei documenti di riferimento sulle BAT e

contengono le conclusioni sulle migliori tecniche disponibili, la loro descrizione, le informazioni necessarie per valutarne l'applicabilità, i livelli di emissione associati alle migliori tecniche disponibili, il monitoraggio associato, i livelli di consumo associati e, se del caso, le pertinenti misure di bonifica del sito.

- (4) Ai sensi dell'articolo 14, paragrafo 3, della direttiva 2010/75/UE, le conclusioni sulle BAT fungono da riferimento per stabilire le condizioni di autorizzazione per le installazioni di cui al capo II della direttiva.
- (5) L'articolo 15, paragrafo 3, della direttiva 2010/75/UE stabilisce che l'autorità competente fissa valori limite di emissione che garantiscano che, in condizioni di esercizio normali, le emissioni non superino i livelli di emissione associati alle migliori tecniche disponibili indicati nelle decisioni sulle conclusioni sulle BAT di cui all'articolo 13, paragrafo 5, della direttiva 2010/75/UE.
- (6) L'articolo 15, paragrafo 4, della direttiva 2010/75/UE prevede delle deroghe alla prescrizione di cui all'articolo 15, paragrafo 3, unicamente ove i costi legati al conseguimento dei livelli di emissione associati alle BAT comportino una maggiorazione sproporzionata dei costi rispetto ai benefici ambientali in ragione dell'ubicazione geografica, delle condizioni ambientali locali o delle caratteristiche tecniche dell'installazione interessata.
- (7) Ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 2010/75/UE, le disposizioni in materia di controllo di cui all'articolo 14, paragrafo 1, lettera c), si basano sulle conclusioni del controllo descritte nelle conclusioni sulle BAT.
- (8) Ai sensi dell'articolo 21, paragrafo 3, della direttiva 2010/75/UE, entro quattro anni dalla data di pubblicazione delle decisioni sulle conclusioni sulle BAT, l'autorità competente riesamina e, se necessario, aggiorna tutte le condizioni di autorizzazione e garantisce che l'installazione sia conforme a tali condizioni di autorizzazione.

⁽¹⁾ GU L 334 del 17.12.2010, pag. 17.

- (9) La decisione della Commissione, del 16 maggio 2011, che istituisce un forum per lo scambio di informazioni ai sensi dell'articolo 13 della direttiva 2010/75/UE relativa alle emissioni industriali ⁽¹⁾ ha istituito un forum composto da rappresentanti degli Stati, membri, delle industrie interessate e delle organizzazioni non governative che promuovono la protezione ambientale.
- (10) A norma dell'articolo 13, paragrafo 4, della direttiva 2010/75/UE, il 13 settembre 2012 la Commissione ha ottenuto il parere ⁽²⁾ del forum in questione sul contenuto proposto del documento di riferimento sulle BAT per la produzione di cemento, calce e ossido di magnesio e lo ha reso pubblico.
- (11) Le misure previste dalla presente decisione sono conformi al parere del comitato di cui all'articolo 75, paragrafo 1, della direttiva 2010/75/UE,

HA ADOTTATO LA PRESENTE DECISIONE:

Articolo 1

Le conclusioni sulle BAT per la produzione di cemento, calce e ossido di magnesio sono stabilite nell'allegato alla presente decisione.

Articolo 2

Gli Stati membri sono destinatari della presente decisione.

Fatto a Bruxelles, il 26 marzo 2013

Per la Commissione

Janez POTOČNIK

Membro della Commissione

⁽¹⁾ GU L 146 del 17.5.2011, pag. 3.

⁽²⁾ http://circa.europa.eu/Public/irc/env/ied/library?l=/ied_art_13_forum/opinions_article

ALLEGATO

**CONCLUSIONI RELATIVE ALLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI PER LA PRODUZIONE DEL CEMENTO,
DELLA CALCE E DELL'OSSIDO DI MAGNESIO**

CAMPO DI APPLICAZIONE	5
NOTA SULLO SCAMBIO DI INFORMAZIONI	6
DEFINIZIONI	6
CONSIDERAZIONI GENERALI	7
CONCLUSIONI SULLE BAT	8
1.1 Conclusioni generali sulle BAT	8
1.1.1 Sistemi di gestione ambientale (Environmental management systems, EMS)	8
1.1.2 Rumore	9
1.2 Conclusioni sulle BAT per l'industria del cemento	10
1.2.1 Tecniche primarie generali	10
1.2.2 Monitoraggio	11
1.2.3 Consumo di energia e selezione del processo	11
1.2.4 Utilizzo dei rifiuti	13
1.2.5 Emissioni di polveri	14
1.2.6 Composti gassosi	17
1.2.7 Emissioni di PCDD/F	21
1.2.8 Emissioni di metalli	21
1.2.9 Perdite/rifiuti di processo	22
1.3 Conclusioni sulle BAT per l'industria della calce	22
1.3.1 Tecniche primarie generali	22
1.3.2 Monitoraggio	23
1.3.3 Consumo di energia	23
1.3.4 Consumo di calcare	25
1.3.5 Selezione dei combustibili	25
1.3.6 Emissioni di polveri	26
1.3.7 Composti gassosi	29
1.3.8 Emissioni di PCDD/F	33
1.3.9 Emissioni di metalli	33
1.3.10 Perdite/rifiuti di processo	34

1.4	Conclusioni sulle BAT per l'industria dell'ossido di magnesio	34
1.4.1	Monitoraggio	34
1.4.2	Consumo di energia	35
1.4.3	Emissioni di polveri	35
1.4.4	Composti gassosi	37
1.4.5	Perdite/rifiuti del processo	39
1.4.6	Utilizzo dei rifiuti come combustibili e/o materie prime	40
	DESCRIZIONE DELLE TENICHE	40
1.5	Descrizione delle tecniche per l'industria del cemento	40
1.5.1	Emissioni di polveri	40
1.5.2	Emissioni di NO _x	41
1.5.3	Emissioni di SO _x	42
1.6	Descrizione delle tecniche per l'industria della calce	43
1.6.1	Emissioni di polveri	43
1.6.2	Emissioni di NO _x	44
1.6.3	Emissioni di SO _x	44
1.7	Descrizione delle tecniche per l'industria dell'ossido di magnesio (processo per via secca)	44
1.7.1	Emissioni di polveri	44
1.7.2	Emissioni di SO _x	45

CAMPO DI APPLICAZIONE

Le presenti conclusioni relative alle migliori tecniche disponibili (BAT — *Best Available Techniques*) concernono le attività industriali indicate al punto 3.1 dell'allegato I della direttiva 2010/75/CE, ovvero:

"3.1. Produzione di cemento, calce e ossido di magnesio", ivi comprese le seguenti attività:

- a) produzione di clinker da cemento in forni rotanti la cui capacità di produzione supera 500 tonnellate al giorno o in altri tipi di forni aventi una capacità di produzione di oltre 50 tonnellate al giorno;
- b) produzione di calce viva in forni aventi una capacità di produzione di oltre 50 tonnellate al giorno;
- c) produzione di ossido di magnesio in forni aventi una capacità di produzione di oltre 50 tonnellate al giorno.

Relativamente al punto 3.1, lettera c), di cui sopra, le presenti conclusioni sulle BAT riguardano esclusivamente la produzione di ossido di magnesio con processo a via secca a partire dalla magnesite naturale di origine mineraria (carbonato di magnesio, $MgCO_3$).

In particolare, per quanto attiene alle suddette attività, le presenti conclusioni sulle BAT si riferiscono alle seguenti attività:

- produzione di cemento, calce e ossido di magnesio (processo a via secca)
- materie prime – stoccaggio e preparazione
- combustibili – stoccaggio e preparazione
- utilizzo di rifiuti come materie prime e/o combustibili, requisiti di qualità, controllo e preparazione
- prodotti – stoccaggio e preparazione
- insaccamento e spedizione.

Le presenti conclusioni sulle BAT non riguardano le seguenti attività:

- produzione di ossido di magnesio utilizzando il processo a via umida e utilizzando cloruro di magnesio come materiale iniziale, come previsto nel documento di riferimento sulle migliori tecniche disponibili *Large Volume Inorganic Chemicals – Solids and Other Industry* (LVIC-S) [Prodotti chimici inorganici (solidi e no) fabbricati in grande quantità]
- produzione di dolomite a bassissimo tenore di carbonio (ovvero, di una miscela di ossidi di calcio e magnesio prodotta dalla decarbonatazione pressoché completa della dolomite ($CaCO_3, MgCO_3$). Il contenuto di CO_2 residuo del prodotto è inferiore a 0,25 % e il peso specifico apparente è notevolmente inferiore a $3,05 g/cm^3$)
- produzione di clinker di cemento in forni a tino
- attività non direttamente associate all'attività primaria, quali lo sfruttamento delle cave.

Altri documenti di riferimento pertinenti per le attività contemplate nelle seguenti conclusioni sulle BAT sono:

Documenti di riferimento	Attività
Emissioni prodotte dallo stoccaggio [<i>Emissions from storage</i> (EFS)]	Stoccaggio e trattamento di materie prime e prodotti
Principi generali di monitoraggio [<i>General Principles of Monitoring</i> (MON)]	Monitoraggio di emissioni
Industrie di trattamento dei rifiuti [<i>Waste Treatments Industries</i> (WT)]	Trattamento dei rifiuti
Efficienza energetica [<i>Energy Efficiency</i> (ENE)]	Efficienza energetica in generale
Effetti economici e incrociati [<i>Economic and Cross-Media Effects</i> (ECM)]	Aspetti economici ed effetti incrociati delle tecniche

Le tecniche elencate e descritte nelle presenti conclusioni sulle BAT non sono né prescrittive né esaustive. Si possono utilizzare altre tecniche purché garantiscano almeno un livello equivalente di protezione ambientale.

Laddove le presenti conclusioni sulle BAT riguardano gli impianti di coincenerimento, ciò non pregiudica le disposizioni del capo IV e dell'allegato VI della direttiva 2010/75/UE.

Laddove le presenti conclusioni sulle BAT riguardano l'efficienza energetica, ciò non pregiudica le disposizioni della nuova direttiva 2012/27/UE del Parlamento europeo e del Consiglio ⁽¹⁾ in materia di efficienza energetica.

NOTA SULLO SCAMBIO DI INFORMAZIONI

Lo scambio di informazioni sulle BAT per le industrie del cemento, della calce e dell'ossido di magnesio è terminato nel 2008. Per l'elaborazione delle presenti conclusioni sulle BAT sono state utilizzate le informazioni disponibili in quel momento, integrate da informazioni relative alle emissioni legate alla produzione dell'ossido di magnesio.

DEFINIZIONI

Ai fini delle presenti conclusioni sulle BAT si intende per:

Termine utilizzato	Definizione
Unità tecnica nuova	Un'unità tecnica realizzata nel sito dell'installazione in seguito alla pubblicazione delle presenti conclusioni sulle BAT o un'unità tecnica che ne sostituisce un'altra dopo la pubblicazione delle presenti conclusioni sulle BAT, anche se utilizza fondazioni già esistenti dell'installazione
Unità tecnica esistente	Un'unità tecnica che non costituisce un'unità tecnica nuova
Modifica sostanziale	Un adeguamento dell'unità tecnica/del forno che prevede una modifica sostanziale dei requisiti o della tecnologia del forno, ovvero la sua sostituzione
«Utilizzo dei rifiuti come combustibili e/o materie prime»	Il termine si riferisce all'utilizzo di: <ul style="list-style-type: none"> — combustibili ricavati da rifiuti con elevato potere calorifico; e — rifiuti in sostituzione delle materie prime con potere calorifico ridotto ma contenenti componenti minerali utilizzati come materie prime, che contribuiscono al clinker quale prodotto intermedio; e — rifiuti in sostituzione delle materie prime con potere calorifico elevato e componenti minerali

Definizione utilizzata per determinati prodotti

Termine utilizzato	Definizione
Cemento bianco	Cemento di cui al seguente codice PRODCOM 2007: 26.51.12.10 – Cemento Portland bianco
Cemento speciale	Cementi speciali di cui ai seguenti codici PRODCOM 2007: <ul style="list-style-type: none"> — 26.51.12.50 – Cemento alluminoso — 26.51.12.90 – Altri cementi idraulici
Calce dolomitica o dolomite calcinata	Miscela di ossidi di calcio e di magnesio, ottenuta dalla decarbonatazione del calcare dolomitico (CaCO_3 , MgCO_3) con un tenore residuo di CO_2 superiore allo 0,25 % e un peso specifico apparente notevolmente inferiore a $3,05 \text{ g/cm}^3$. Il contenuto di MgO libero è solitamente compreso tra il 25 % e il 40 %.
Calce dolomitica sinterizzata	Miscela di ossidi di calcio e di magnesio utilizzati esclusivamente per la produzione di mattoni refrattari e altri prodotti refrattari con un peso specifico apparente di $3,05 \text{ g/cm}^3$

⁽¹⁾ GU L 315 del 14.11.2012, pag. 1.

Definizione utilizzata per determinati inquinanti atmosferici

Termine utilizzato	Definizione
NO _x espresso come NO ₂	La somma dell'ossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO ₂) espressa come NO ₂
SO _x espresso come SO ₂	La somma del biossido di zolfo (SO ₂) e del triossido di zolfo (SO ₃) espressa come SO ₂
Cloruro di idrogeno espresso come HCl	Tutti i cloruri gassosi espressi come HCl
Fluoruro di idrogeno espresso come HF	Tutti i fluoruri gassosi espressi come HF

Abbreviazioni

FTA	Forni a tino anulari
MCM	Magnesia stracotta
I-TEQ	Tossicità internazionale equivalente (<i>international toxicity equivalent</i> , I-TEQ)
FRL	Forni rotanti lunghi
FTCM	Forni a tino a carica mista
AF	Altri forni Per l'industria della calce, si tratta di: — forni a tino doppio piano inclinato (forni a Z) — forni a tino a multicamera — forni a tino con bruciatore centrale — forni a tino con camera esterna — forni a tino con trave bruciatori — forni a tino con arco interno — forni a suola mobile — forni con bruciatori in testa — forni con calcinatore flash — forni a suola ruotante
AFT	Altri forni a tino (forni a tino diversi dai forni di tipo FTA e FTCM)
PCDD	Policlorodibenzo-p-diossina
PCDF	Policlorodibenzofurano
FRFP	Forni rigenerativi a flusso parallelo
FRP	Forni rotanti con preriscaldatore (FRP)

CONSIDERAZIONI GENERALI**Periodi di riferimento per il calcolo delle medie e condizioni di riferimento per le emissioni atmosferiche**

I livelli di emissioni associati alle migliori tecniche disponibili (BAT-AEL) indicati nelle presenti conclusioni sulle BAT si riferiscono a condizioni standard: gas secco a una temperatura di 273 K e una pressione pari a 1 013 hPa.

I valori indicati sotto forma di concentrazioni si applicano alle seguenti condizioni di riferimento:

	Attività	Condizioni di riferimento
Attività effettuate nei forni	Industria del cemento	10 % ossigeno in volume
	Industria della calce ⁽¹⁾	11 % ossigeno in volume
	Industria dell'ossido di magnesio (processo a via secca) ⁽²⁾	10 % ossigeno in volume
Attività non effettuate nei forni	Tutti i processi	Nessuna correzione per l'ossigeno
	Impianti di idratazione della calce	Come da emissioni (nessuna correzione per l'ossigeno e il gas secco)

⁽¹⁾ Per la calce dolomitica sinterizzata prodotta mediante il "processo a doppio passo" non si applica la correzione per l'ossigeno.

⁽²⁾ Per la magnesia stracotta (DBM) prodotta mediante il processo a doppio passo non si applica la correzione per l'ossigeno.

Per i periodi di riferimento per il calcolo delle medie si applicano le seguenti definizioni:

Valore medio giornaliero	Valore medio di un periodo di 24 ore, misurate dal monitoraggio in continuo delle emissioni
Valore medio riferito al periodo di campionamento	Valore medio delle misurazioni puntuali (periodiche) di almeno 30 minuti ciascuna, salvo altrimenti stabilito

Conversione alla concentrazione di ossigeno di riferimento

Qui di seguito viene riportata la formula per il calcolo della concentrazione delle emissioni a un livello di ossigeno di riferimento

$$E_R = \frac{21 - O_R}{21 - O_M} * E_M$$

dove:

E_R (mg/Nm³): concentrazione delle emissioni in relazione al livello di ossigeno di riferimento O_R

O_R (vol %): livello di ossigeno di riferimento

E_M (mg/Nm³): concentrazione delle emissioni in relazione al livello di ossigeno misurato O_M

O_M (vol %): livello di ossigeno misurato

CONCLUSIONI SULLE BAT

1.1 Conclusioni generali sulle BAT

Le BAT illustrate in questa sezione si applicano esclusivamente agli impianti interessati dalle presenti conclusioni sulle BAT (industrie del cemento, della calce e dell'ossido di magnesio).

Le BAT specifiche di processo di cui alle sezioni da 1.2 a 1.4 si applicano inoltre alle BAT generali indicate nella presente sezione.

1.1.1 Sistemi di gestione ambientale (Environmental management systems, EMS)

1. Per migliorare le prestazioni ambientali complessive delle unità tecniche/degli impianti di produzione del cemento, della calce e dell'ossido di magnesio, le BAT relative alla produzione devono consistere nell'attuazione e nel rispetto di un sistema di gestione ambientale (EMS) che comprenda tutte le seguenti caratteristiche:

- i. impegno della direzione, compresi i dirigenti di alto grado;
- ii. definizione di una politica ambientale che preveda il miglioramento continuo dell'impianto da parte della direzione;

- iii. pianificazione e definizione delle procedure, degli obiettivi e dei traguardi necessari in relazione alla pianificazione finanziaria e degli investimenti;
- iv. attuazione delle procedure prestando particolare attenzione a:
 - a) struttura e responsabilità
 - b) formazione, sensibilizzazione e competenza
 - c) comunicazione
 - d) coinvolgimento dei dipendenti
 - e) documentazione
 - f) controllo efficiente dei processi
 - g) programmi di manutenzione
 - h) preparazione e reazione alle emergenze
 - i) verifica della conformità alla normativa in materia ambientale;
- v. controllo delle prestazioni e adozione di misure correttive, prestando particolare attenzione a:
 - a) monitoraggio e misurazione (cfr. anche il documento di riferimento sui principi generali di monitoraggio)
 - b) azioni preventive e correttive
 - c) gestione delle registrazioni
 - d) attività di *audit* interno o esterno indipendente (laddove possibile) al fine di determinare se il sistema di gestione ambientale si attiene alle modalità previste ed è correttamente attuato e gestito;
- vi. riesame da parte dell'alta dirigenza del sistema di gestione ambientale al fine di accertarsi che continui ad essere idoneo, adeguato ed efficace;
- vii. seguire gli sviluppi delle tecnologie più pulite;
- viii. tenere in considerazione, durante la fase di progettazione delle unità tecniche nuove e nel corso della loro vita operativa, gli impatti ambientali derivanti da un'eventuale dismissione;
- ix. applicazione periodica di analisi comparative settoriali.

Applicabilità

Il campo di applicazione (per esempio il livello di dettaglio) e la natura del sistema di gestione ambientale (per esempio standardizzato o non standardizzato) saranno generalmente legati alla natura, alle dimensioni e alla complessità dell'impianto e alla gamma di impatti ambientali che esso può comportare.

1.1.2 Rumore

2. Per limitare/ridurre al minimo le emissioni sonore prodotte dai processi di fabbricazione del cemento, della calce e dell'ossido di magnesio, le BAT prevedono l'applicazione combinata delle seguenti tecniche:

	Tecnica
a	Scelta di una sede adatta per le operazioni rumorose
b	Protezione delle aree delle operazioni/delle unità rumorose

	Tecnica
c	Utilizzo di sistemi di isolamento dalle vibrazioni delle operazioni/unità
d	Utilizzo di rivestimenti interni ed esterni realizzati in materiali isolanti
e	Utilizzo di edifici insonorizzati in cui svolgere le operazioni rumorose che comportano l'uso di apparecchiature di trasformazione dei materiali
f	Utilizzo di barriere antirumore e/o barriere naturali
g	Utilizzo di silenziatori sui camini di scarico
h	Impiego di canalizzazioni coibentate e ventilatori finali situati in edifici insonorizzati
i	Chiusura di porte e finestre delle aree coperte
j	Utilizzo di sistemi di isolamento adeguati per gli edifici in cui sono collocati i macchinari
k	Utilizzo di sistemi di isolamento acustico nelle aree non isolate, ad esempio installando una paratia all'ingresso di un nastro trasportatore
l	Installazione di silenziatori sullo scarico dell'aria, ad esempio all'uscita dei gas puliti delle unità di depolverazione,
m	Riduzione della velocità del flusso nei condotti
n	Utilizzo di sistemi di isolamento adeguati per i condotti
o	Realizzare il disaccoppiamento tra le fonti di rumore e i componenti che potrebbero entrare in risonanza, ad esempio i compressori e i condotti
p	Utilizzo di silenziatori per le ventole dei filtri
q	Utilizzo di moduli antirumore per i dispositivi tecnici (ad esempio, i compressori)
r	Utilizzo di protezioni in gomma per i mulini (evitando il contatto delle parti in metallo tra loro)
s	Costruzione di edifici o collocazione di alberi e cespugli tra l'area protetta e le attività rumorose

1.2 Conclusioni sulle BAT per l'industria del cemento

Salvo altrimenti stabilito, le conclusioni sulle BAT della presente sezione si applicano a tutti gli impianti dell'industria del cemento.

1.2.1 Tecniche primarie generali

3. Per ridurre le emissioni dai forni e garantire un uso efficiente dell'energia, le BAT consistono nell'ottenere un funzionamento del forno stabile e costante, che avvenga secondo parametri di processo vicini a quelli prefissati, attraverso le seguenti tecniche:

	Tecnica
a	Ottimizzazione del controllo del processo, compreso il controllo automatico computerizzato
b	Utilizzo di sistemi moderni costituiti da dosatori gravimetrici ed alimentatori di combustibili solidi.

4. Per prevenire e ridurre le emissioni, le BAT consistono nello scegliere e controllare accuratamente tutte le sostanze che vengono immesse nel forno.

Descrizione

La scelta e il controllo accurati di tutte le sostanze che vengono immesse nel forno contribuiscono a ridurre le emissioni. Nella scelta di tali sostanze, è opportuno tenere conto della composizione chimica delle sostanze e del modo in cui vengono immesse nel forno. Fra le sostanze potenzialmente critiche rientrano le sostanze indicate nella BAT 11 e nelle BAT comprese tra 24 e 28.

1.2.2 *Monitoraggio*

5. Le BAT prevedono che siano monitorati e misurati periodicamente i parametri di processo e le emissioni e monitorate le emissioni in conformità alle norme EN pertinenti ovvero, qualora tali norme non siano disponibili, alle norme ISO, nazionali o ad altre norme internazionali al fine di garantire la presenza di dati di rilevanza scientifica equivalente, compresi i dati seguenti:

	Tecnica	Applicabilità
a	Misurazioni continue dei parametri di processo atte a dimostrarne la stabilità, quali temperatura, tenore di O ₂ , pressione e portata	Generalmente applicabile
b	Monitoraggio e stabilizzazione dei parametri di processo fondamentali, ad esempio miscela omogenea delle materie prime e alimentazione di combustibile, dosaggio regolare e tenore di ossigeno in eccesso	Generalmente applicabile
c	Misurazioni continue di emissioni di NH ₃ in caso di utilizzo della tecnica SNCR	Generalmente applicabile
d	Misurazioni continue di polvere ed emissioni di polveri di NO _x , SO _x e CO	Applicabile ai processi effettuati nei forni
e	Misurazioni periodiche di PCDD/F e delle emissioni di metallo	
f	Misurazioni continue o periodiche delle emissioni di HCl, HF e COT.	
g	Misurazioni continue o periodiche delle emissioni di polveri	Applicabile ai processi non effettuati nei forni Per le piccole fonti (<10 000 Nm ³ /h) prodotte dalle operazioni che generano polvere diverse dalle operazioni previste nell'ambito dei principali processi di raffreddamento e macinazione, la frequenza delle misurazioni o dei controlli dell'efficienza dovrebbe basarsi su un sistema di gestione della manutenzione.

Descrizione

La scelta tra le misurazioni continue o periodiche di cui alle BAT 5, lettera f), si basa sulla fonte delle emissioni e sul tipo di inquinante previsto.

1.2.3 *Consumo di energia e selezione del processo*1.2.3.1 *Selezione del processo*

6. Per ridurre il consumo di energia, le BAT prevedono che si utilizzi un forno per processo per via secca con preriscaldamento multistadio e precalcinazione.

Descrizione

In questo tipo di impianto del forno, i gas di scarico e il calore residuo recuperato dall'impianto di raffreddamento possono essere utilizzati per il preriscaldamento/la precalcinazione delle materie prime di alimentazione prima che siano immesse nel forno, consentendo in tal modo di conseguire risparmi significativi nel consumo di energia.

Applicabilità

Applicabile alle nuove unità tecniche e alle modifiche sostanziali, in funzione del contenuto di umidità delle materie prime.

Livelli di consumo di energia associati alle BAT

Cfr. tabella 1.

Tabella 1

Livelli di consumo di energia associati alle BAT per le nuove unità tecniche e gli adeguamenti di rilievo delle unità tecniche, utilizzando un processo per via secca mediante forno con preriscaldamento multistadio e precalcinazione

Processo	Unità	Livelli di consumo di energia associati alle BAT ⁽¹⁾
Processo per via secca con preriscaldamento multistadio e precalcinazione	MJ/t di clinker	2 900 – 3 300 ⁽²⁾ ⁽³⁾

⁽¹⁾ I livelli non si applicano agli impianti che producono cemento speciale o clinker da cemento bianco che richiedono temperature di processo notevolmente superiori in base al disciplinare del prodotto.

⁽²⁾ In condizioni di esercizio normali e ottimizzati (escludendo, ad esempio, operazioni quali avvii e/o arresti).

⁽³⁾ La capacità produttiva influenza la domanda di energia, in quanto capacità maggiori permettono di conseguire risparmi energetici e capacità minori richiedono un maggior consumo di energia. Il consumo di energia dipende altresì dal numero di stadi del preriscaldatore a cicloni, laddove un maggior numero di stadi comporta un minor consumo di energia del processo del forno. Il numero adatto di stadi del preriscaldatore a cicloni dipende prevalentemente dal contenuto di umidità delle materie prime.

1.2.3.2 Consumo di energia

7. Per limitare/ridurre al minimo il consumo di energia termica, le BAT prevedono l'applicazione combinata delle seguenti tecniche:

	Tecnica	Applicabilità
a	Utilizzo di impianti migliori e ottimizzati e funzionamento del forno stabile e costante, che avvenga secondo parametri di processo vicini a quelli prefissati, attraverso le seguenti operazioni: I. Ottimizzazione del controllo del processo, compreso il controllo automatico computerizzato II. Utilizzo di sistemi moderni di dosatori gravimetrici ed alimentatori di combustibili solidi III. Preriscaldamento e precalcinazione nella misura possibile, tenendo conto della configurazione del sistema di forno esistente	Generalmente applicabile. Per i forni esistenti, l'applicabilità del preriscaldamento e della precalcinazione dipende dalla configurazione del sistema del forno
b	Recupero del calore in eccesso dai forni, soprattutto dalla loro area di raffreddamento. In particolare, il calore in eccesso dai forni ottenuto dall'area di raffreddamento (aria calda) o dal preriscaldatore può essere utilizzato per l'essiccazione delle materie prime	Generalmente applicabile all'industria cementiera La tecnica di recupero del calore in eccesso dall'area di raffreddamento è applicabile in caso di utilizzo di impianti di raffreddamento a griglia. L'impiego di impianti di raffreddamento rotanti può determinare un'efficienza di recupero limitata
c	Applicazione del numero adeguato di stadi dei cicloni relative alle caratteristiche e alle proprietà delle materie prime e dei combustibili utilizzati	Le fasi del preriscaldatore a cicloni sono applicabili ai nuovi impianti e alle modifiche sostanziali.
d	Utilizzo di combustibili con caratteristiche tali da influenzare positivamente il consumo di energia termica	La tecnica è generalmente applicabile ai forni da cemento in funzione della disponibilità dei combustibili e, nel caso dei forni esistenti, condizionatamente alle possibilità tecniche di iniettare i combustibili nel forno
e	Nel sostituire i combustibili tradizionali con i combustibili derivati dai rifiuti, utilizzo di sistemi di forni per il cemento ottimizzati e adatti alla combustione dei rifiuti	Generalmente applicabile a tutti i tipi di forni da cemento
f	Riduzione al minimo dei flussi nel sistema di bypass	Generalmente applicabile all'industria cementiera

Descrizione

Numerosi fattori influenzano il consumo di energia degli impianti moderni di forni, quali le proprietà delle materie prime (ad esempio, contenuto di umidità, attitudine alla cottura), l'utilizzo di combustibili che presentano proprietà diverse, nonché l'utilizzo di un sistema di bypass per i gas. Inoltre, la capacità produttiva del forno influenza la domanda di energia.

Tecnica 7c: il numero adatto di stadi dei cicloni per il preriscaldamento è determinato dal volume e dal contenuto di umidità delle materie prime e dei combustibili che devono essere essiccati dal calore residuo degli effluenti gassosi in quanto le materie prime locali si differenziano notevolmente in termini di contenuto di umidità e attitudine alla cottura.

Tecnica 7d: nell'industria cementiera è possibile utilizzare combustibili tradizionali e ottenuti dai rifiuti. Le caratteristiche dei combustibili utilizzati, quali un potere calorifico adeguato e un basso contenuto di umidità, esercitano un'influenza positiva sul consumo di energia specifico del forno.

Tecnica 7f: la rimozione delle materie prime calde e del gas caldo comporta un consumo di energia specifico più elevato di circa 6 – 12 MJ/t di clinker per punto percentuale di gas rimosso all'ingresso del forno. Pertanto, ridurre al minimo l'utilizzo di un sistema di bypass per i gas può avere effetti positivi in termini di consumo di energia.

8. Per ridurre il consumo di energia primaria, le BAT devono valutare la possibilità di ridurre il contenuto di clinker nel cemento e nei prodotti a base di cemento.

Descrizione

La riduzione del contenuto di clinker nel cemento e nei prodotti a base di cemento è possibile grazie all'aggiunta di *filler* e/o additivi, quali scorie d'altoforno, calcare, ceneri volanti e pozzolana nella fase di macinazione in conformità alle norme pertinenti applicabili nell'industria del cemento.

Applicabilità

Generalmente applicabile all'industria del cemento, in funzione della disponibilità (locale) di filler e/o additivi e alle specificità del mercato locale.

9. Per ridurre il consumo di energia primaria, le BAT devono valutare la possibilità di utilizzare impianti di cogenerazione/produzione combinata di calore e elettricità.

Descrizione

Nell'industria del cemento è possibile impiegare impianti di cogenerazione per la produzione di vapore e di elettricità o impianti di produzione combinata di calore e elettricità mediante il recupero del calore residuo dall'impianto di raffreddamento del clinker o dai gas effluenti del forno utilizzando i processi tradizionali del ciclo del vapore o altre tecniche. Inoltre, il calore in eccesso può essere recuperato dall'impianto di raffreddamento del clinker o dai gas effluenti del forno per il teleriscaldamento o altre applicazioni industriali.

Applicabilità

La tecnica è applicabile a tutti i forni da cemento a condizione che vi sia un quantità sufficiente di calore in eccesso, siano soddisfatti opportuni parametri di processo e venga garantita la sostenibilità economica dell'operazione.

10. Per limitare/ridurre al minimo il consumo di energia elettrica, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione:

	Tecnica
a	Utilizzo di sistemi di gestione dell'energia elettrica
b	Utilizzo di apparecchiature di macinazione e altri apparecchi elettrici ad alta efficienza energetica
c	Utilizzo di sistemi di monitoraggio perfezionati
d	Riduzione di infiltrazioni di aria falsa nel sistema
e	Ottimizzazione del controllo del processo

1.2.4 Utilizzo dei rifiuti

1.2.4.1 Controllo della qualità dei rifiuti

11. Per garantire le caratteristiche dei rifiuti da utilizzare come materie prime e/o combustibili nel forno da cemento e ridurre le emissioni, le BAT prevedono l'applicazione delle seguenti tecniche:

	Tecnica
a	Applicazione di sistemi di assicurazione della qualità per garantire le caratteristiche dei rifiuti e per analizzare i rifiuti da utilizzare come materie prime e/o combustibile nel forno da cemento I. qualità costante II. criteri fisici, ad esempio formazione di emissioni, pezzatura, reattività, attitudine alla combustione, potere calorifico III. criteri chimici, ad esempio tenore di cloro, zolfo, metalli alcalini, fosfati, nonché di altri metalli da considerare
b	Controllo dei rifiuti da utilizzare come materie prime e/o combustibile nel forno da cemento relativamente al valore quantitativo dei parametri di interesse, ad esempio cloro, metalli da considerare (tra cui cadmio, mercurio, tallio), zolfo, contenuto totale di alogeni
c	Applicazione di sistemi di assicurazione della qualità per ciascun carico di rifiuti

Descrizione

Diversi tipi di rifiuti possono sostituire le materie prime e/o i combustibili fossili nell'industria di produzione del cemento, contribuendo in tal modo al risparmio di risorse naturali.

1.2.4.2 Rifiuti alimentati al forno

12. Per garantire un trattamento adeguato dei rifiuti da utilizzare come combustibile e/o materie prime nel forno, le BAT prevedono l'applicazione delle seguenti tecniche:

	Tecnica
a	Utilizzo di punti di alimentazione dei rifiuti al forno che permettano di ottenere temperature e un tempo di permanenza in forno adeguati in funzione delle caratteristiche progettuali e operative del forno
b	Alimentazione di rifiuti in sostituzione delle materie prime, contenenti componenti organici che si possano volatilizzare nelle zone dell'impianto del forno con temperatura sufficientemente elevata a monte della zona di calcinazione
c	Controllo del processo in modo tale che la temperatura dei gas risultanti dal coincenerimento dei rifiuti venga innalzata in maniera omogenea, anche nelle condizioni più sfavorevoli, a 850 °C per 2 secondi
d	Innalzamento della temperatura a 1 100 °C se nel processo si effettua il coincenerimento di rifiuti pericolosi con un tenore di composti organici alogenati, espressi come cloro, superiore all'1 %
e	Alimentazione dei rifiuti in modo continuo e costante
f	Ritardo o interruzione del coincenerimento dei rifiuti in concomitanza con operazioni quali avvii e/o arresti quando non sia possibile raggiungere temperature e tempi di permanenza adeguati, indicati alle lettere a) e d) precedenti

1.2.4.3 Gestione della sicurezza relativamente all'uso di rifiuti pericolosi in sostituzione delle materie prime

13. Le BAT prevedono l'applicazione di sistemi di gestione della sicurezza nelle fasi di stoccaggio, manipolazione, alimentazione di rifiuti pericolosi in sostituzione delle materie prime, ad esempio ricorrendo ad un approccio basato sui rischi in funzione dell'origine e della tipologia dei rifiuti per l'identificazione, il controllo, il campionamento e le prove sui rifiuti da utilizzare nel processo.

1.2.5 Emissioni di polveri

1.2.5.1 Emissioni di polveri diffuse

14. Per ridurre al minimo/evitare le emissioni di polveri diffuse provenienti da operazioni che generano polvere, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione:

	Tecnica	Applicabilità
a	Utilizzo di un assetto semplice e lineare del sito dell'installazione	Applicabile solo ai nuovi impianti

	Tecnica	Applicabilità
b	Protezione/chiusura delle aree delle operazioni che generano polvere, quali macinazione, vagliatura e mescolamento	Generalmente applicabile
c	Copertura di nastri trasportatori ed elevatori, realizzati come sistemi chiusi, qualora esista la probabilità di rilascio di emissioni di polveri diffuse da materiale che genera polvere	
d	Riduzione dei punti di perdite d'aria e materiali	
e	Utilizzo di dispositivi e sistemi di controllo automatici	
f	Garanzia di assenza di complicazioni nello svolgimento delle operazioni	
g	Garanzia di una manutenzione adeguata e completa dell'impianto attraverso impianti di aspirazione per pulizia mobili e fissi. — Durante le operazioni di pulizia o in caso di problemi con i nastri trasportatori possono verificarsi fuoriuscite di materiale. Per evitare che si formino polveri diffuse durante le operazioni di rimozione è opportuno utilizzare impianti di aspirazione. I nuovi edifici possono essere facilmente dotati di tubature fisse per l'aspirazione per pulizia, mentre per gli edifici esistenti è di norma preferibile prevedere sistemi mobili e collegamenti flessibili — In casi specifici, può essere preferibile l'applicazione di un processo di circolazione per gli impianti di trasporto pneumatici	
h	Ventilazione e raccolta delle polveri mediante filtri a tessuto: — Per quanto possibile, è opportuno eseguire tutte le operazioni di movimentazione dei materiali in impianti chiusi tenuti in condizioni di pressione negativa. L'aria di aspirazione utilizzata a tal fine viene successivamente ripulita dalle polveri attraverso un filtro a tessuto prima di essere nuovamente emessa nell'atmosfera	
i	Utilizzo di sistemi chiusi di stoccaggio attraverso un impianto di movimentazione automatico: — Il ricorso a sili di clinker e ad aree completamente automatizzate per lo stoccaggio delle materie prime è considerato la soluzione più efficace al problema delle polveri diffuse generate da scorte consistenti. Queste modalità di stoccaggio prevedono uno o più filtri a tessuto per prevenire la formazione di polveri diffuse durante le operazioni di carico e scarico — Utilizzo di sili di stoccaggio di capacità adeguate, indicatori di livello con interruttori di emergenza e filtri per trattare l'aria polverosa spostata durante le operazioni di riempimento	
j	Utilizzo di tubature di riempimento flessibili per i processi di spedizione e carico, corredate di un sistema di aspirazione delle polveri per il caricamento del cemento, posizionate nella direzione del pianale di carico dell'automezzo	

15. Per ridurre al minimo/evitare le emissioni di polveri diffuse provenienti da operazioni che generano polvere, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione:

	Tecnica
a	Copertura delle aree di magazzino alla rinfusa o degli ammassi di scorte, ovvero protezione degli stessi con schermi, pareti o sistemi di chiusura realizzati con vegetazione verticale (barriere antivento artificiali o naturali per la protezione delle scorte all'aperto)
b	Utilizzo di sistemi antivento per la protezione delle scorte all'aperto: — È opportuno evitare di stoccare all'aperto materiali che generano polveri. Se presenti, è possibile tuttavia ridurre le polveri utilizzando apposite barriere antivento
c	Nebulizzazione di acqua e abbattitori chimici delle polveri: — Quando la fonte puntuale delle polveri diffuse è ben localizzata, è possibile installare un sistema di iniezione di acqua nebulizzata. L'umidificazione delle particelle di polvere ne favorisce l'agglomerazione e il deposito. Esiste inoltre un'ampia gamma di sostanze che possono essere utilizzate per migliorare l'efficienza complessiva della nebulizzazione d'acqua

	Tecnica
d	Garantire la pavimentazione, la bagnatura delle strade e le operazioni di manutenzione: — È opportuno che le zone di circolazione degli automezzi siano pavimentate, laddove possibile, e che l'area sia tenuta il più possibile pulita. La bagnatura delle strade contribuisce a ridurre le emissioni di polveri, in particolare in condizioni di tempo asciutto. La pulizia delle strade può essere effettuata anche mediante l'impiego di spazzatrici stradali. È opportuno ricorrere a buone pratiche di manutenzione per tenere le emissioni di polveri diffuse al minimo
e	Garantire l'umidificazione delle scorte: — Le emissioni di polveri diffuse in prossimità delle scorte possono essere ridotte umidificando in modo sufficiente i punti di carico e scarico e utilizzando nastri trasportatori ad altezze variabili
f	Avvicinamento dell'altezza del piano di scarico all'altezza variabile della scorta, possibilmente in modo automatico o riducendo la velocità dell'operazione di scarico, qualora sia impossibile evitare emissioni di polveri diffuse nei punti di carico e scarico dei siti di stoccaggio

1.2.5.2 Emissioni di polveri convogliate prodotte dalle operazioni che generano polvere

La presente sezione riguarda le emissioni di polveri prodotte dalle operazioni che generano polvere diverse dai processi di cottura in forno, raffreddamento o dalle principali operazioni di macinazione. Comprende processi, quali la frantumazione delle materie prime, il trasporto tramite nastri trasportatori ed elevatori, lo stoccaggio di materie prime, clinker e cemento, lo stoccaggio di combustibili e la spedizione del cemento.

16. Per ridurre le emissioni di polveri convogliate, le BAT prevedono di applicare un sistema di gestione della manutenzione che prenda in considerazione in modo specifico l'efficienza dei filtri utilizzati per le operazioni che generano polvere, diverse dai processi di cottura in forno, raffreddamento e macinazione. Tenendo conto di questo sistema, le BAT prevedono l'effettuazione della pulizia mediante la depolverazione a secco dei gas esausti tramite filtro.

Descrizione

Per le operazioni che generano polvere, la depolverazione a secco dei gas esausti avviene solitamente attraverso un filtro a tessuto. La descrizione generale dei filtri a tessuto è riportata nella sezione 1.5.1.

Livelli di emissione associati alle BAT

Il BAT-AEL per le emissioni di polveri convogliate prodotte dalle operazioni che generano polvere diverse dalle operazioni previste nell'ambito dei principali processi di cottura in forno, raffreddamento e macinazione è $<10 \text{ mg/Nm}^3$, come valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni puntuali di almeno mezz'ora).

Giova rilevare che per le fonti di portata modesta ($<10\,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$) si deve prevedere un approccio che tenga conto delle priorità, basato su un sistema di gestione della manutenzione che tenga in considerazione in modo specifico la frequenza dei controlli dell'efficienza del filtro (cfr. BAT 5).

1.2.5.3 Emissioni di polveri dovute ai processi di cottura in forno

17. Per ridurre le emissioni di polveri derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura, le BAT prevedono la depolverazione a secco dei gas esausti tramite filtro.

	Tecnica ⁽¹⁾	Applicabilità
a	Precipitatori elettrostatici (ESP)	Applicabile a tutti i forni
b	Filtri a tessuto	
c	Filtri ibridi	

(1)) La descrizione delle tecniche è riportata nella sezione 1.5.1

Livelli di emissione associati alle BAT

Il BAT-AEL per le emissioni di polveri derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno è $<10 - 20 \text{ mg/Nm}^3$ (valore medio giornaliero). Il livello più basso si ottiene utilizzando filtri a tessuto o precipitatori elettrostatici nuovi o sottoposti agli opportuni adeguamenti.

1.2.5.4 Emissioni di polveri derivanti dai processi di raffreddamento e macinazione

18. Per ridurre le emissioni di polveri derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di raffreddamento e macinazione, le BAT prevedono la depolverazione a secco dei gas esausti tramite filtro.

	Tecnica ⁽¹⁾	Applicabilità
a	Precipitatori elettrostatici (ESP)	Generalmente applicabile agli impianti di raffreddamento del clinker e ai mulini di macinazione del cemento.
b	Filtri a tessuto	Generalmente applicabile agli impianti di raffreddamento del clinker e ai mulini di macinazione del cemento.
c	Filtri ibridi	Applicabile agli impianti di raffreddamento del clinker e ai mulini di macinazione del cemento.

⁽¹⁾ La descrizione delle tecniche è riportata nella sezione 1.5.1

Livelli di emissione associati alle BAT

Il BAT-AEL per le emissioni di polveri derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di raffreddamento e macinazione è <10 – 20 mg/Nm³, calcolato come valore medio giornaliero o valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni puntuali per almeno mezz'ora). Il livello più basso si ottiene utilizzando filtri a tessuto o precipitatori elettrostatici nuovi o sottoposti agli opportuni adeguamenti.

1.2.6 Composti gassosi

1.2.6.1 Emissioni di NO_x

19. Per ridurre le emissioni di NO_x derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno e/o di preriscaldamento/precalcinazione, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione:

	Tecnica ⁽¹⁾	Applicabilità
a	Tecniche primarie	
	I. Iniezione di acqua in fiamma	Applicabile a tutti i tipi di forni utilizzati per la produzione di cemento. Il livello di applicabilità può essere limitato dai requisiti di qualità del prodotto e dagli impatti potenziali sulla sua stabilità del processo
	II. Bruciatori a basse emissioni di ossidi di azoto (<i>low NO_x</i>)	Applicabile a tutti i forni rotanti, sia nel forno principale sia nel precalcinatore
	III. Mid-kiln firing	Generalmente applicabile ai forni rotanti lunghi
	IV. Aggiunta di agenti mineralizzanti per migliorare la l'attitudine alla cottura della farina cruda (clinker mineralizzato)	Generalmente applicabile ai forni rotanti, condizionatamente ai requisiti di qualità del prodotto finale
	V. Ottimizzazione del processo	Generalmente applicabile a tutti i forni
b	Combustione a stadi (con combustibili convenzionali o da rifiuti), anche in combinazione con l'uso di un precalcinatore e di un mix di combustibili ottimizzato.	In generale, il processo può essere utilizzato solo nei forni provvisti di precalcinatore. Sono necessarie modifiche sostanziali all'unità tecnica nei sistemi con preriscaldatore a cicloni privi di precalcinatore. Nei forni senza precalcinatore, l'utilizzo di combustibili in pezzatura nei forni senza precalcinatore può avere effetti positivi in termini di riduzione di NO _x condizionatamente alla capacità di produrre un'atmosfera che favorisce la riduzione controllata e il controllo delle relative emissioni di CO
c	Riduzione selettiva non catalitica (<i>selective non-catalytic reduction, SNCR</i>)	In linea di principio, applicabile a tutti i forni da cemento rotanti. Le aree di iniezione variano a seconda del tipo di processo di cottura. Nei forni che utilizzano il processo lungo per via secca e per via umida potrebbe essere difficile ottenere la giusta temperatura e il tempo di residenza richiesto. Cfr. anche BAT 20.
d	Riduzione selettiva catalitica (<i>selective catalytic reduction, SCR</i>)	L'applicabilità è condizionata dallo sviluppo di processi e catalizzatori adatti nell'industria cementiera

⁽¹⁾ La descrizione delle tecniche è riportata nella sezione 1.5.2.

Livelli di emissione associati alle BAT

Cfr. tabella 2.

Tabella 2

Livelli di emissioni associate alle BAT per NO_x derivanti dagli effluenti gassosi dei processi degli impianti di cottura e/o con preriscaldamento/precalcinazione nell'industria del cemento

Tipo di forno	Unità	BAT-AEL (valore medio giornaliero)
Forni con preriscaldatore	mg/Nm ³	<200 – 450 ⁽¹⁾ ⁽²⁾
Forni Leopol e forni rotanti lunghi	mg/Nm ³	400 – 800 ⁽³⁾

⁽¹⁾ Il valore superiore dell'intervallo BAT-AEL è 500 mg/Nm³ nei casi in cui dopo le misure tecniche primarie il livello iniziale di NO_x è >1 000 mg/Nm³.

⁽²⁾ La capacità di ottenere valori compresi nell'intervallo indicato può essere influenzata dalle caratteristiche costruttive dei forni esistenti, dalle proprietà del mix di combustibili (rifiuti compresi), dalla attitudine alla cottura delle materie prime (ad esempio, cemento speciale o clinker da cemento bianco). Livelli inferiori a 350 mg/Nm³ si ottengono in forni con condizioni favorevoli quando si utilizza la riduzione selettiva non catalitica (SNCR). Nel 2008, il valore inferiore, pari a 200 mg/Nm³, è stato riportato come media mensile di tre impianti (con l'utilizzo di una miscela facilmente cuocibile) utilizzando la riduzione selettiva non catalitica (SNCR).

⁽³⁾ In funzione dei livelli iniziali e delle perdite di NH₃.

20. In caso di ricorso alla tecnica SNCR, le BAT prevedono che si consegua una riduzione di NO_x efficace e si mantenga al contempo la perdita di ammoniaca al livello più basso possibile mediante la seguente tecnica:

	Tecnica
a	Applicazione di un'efficienza di riduzione di NO _x adeguata e sufficiente, insieme a un processo operativo stabile
b	Applicazione di una buona distribuzione stechiometrica dell'ammoniaca al fine di raggiungere la maggiore efficienza possibile nella riduzione del NO _x e ridurre la perdita di NH ₃
c	Mantenimento delle emissioni della perdita di NH ₃ (a causa dell'ammoniaca non reagita) proveniente dagli effluenti gassosi il più possibile bassa, tenendo conto della correlazione tra l'efficienza di abbattimento degli NO _x e la perdita di NH ₃

Applicabilità

La tecnica SNCR è in linea di principio applicabile a tutti i forni da cemento rotanti. Le aree di iniezione variano a seconda del tipo di processo di cottura. Nei forni che utilizzano il processo lungo per via secca e per via umida potrebbe essere difficile ottenere la giusta temperatura e il tempo di residenza richiesto. Cfr. anche BAT 19.

Livelli di emissione associati alle BAT

Cfr. tabella 3.

Tabella 3

Livelli di emissione associati alle BAT in caso di perdita di NH₃ negli effluenti gassosi in caso di applicazione della tecnica SNCR

Parametro	Unità	BAT-AEL (valore medio giornaliero)
Perdita di NH ₃	mg/Nm ³	<30 – 50 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ La perdita di ammoniaca è in funzione dei livelli iniziali di NO_x e dell'efficienza di abbattimento di NO_x. Per i forni Lepol e i forni rotanti lunghi, il livello può essere ancora più elevato.

1.2.6.2 Emissioni di SO_x

21. Per ridurre le emissioni di SO_x derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno e/o di preriscaldamento/precalcinazione, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione:

	Tecnica ⁽¹⁾	Applicabilità
a	Aggiunta di adsorbenti	L'aggiunta di adsorbenti è, in linea di principio, applicabile a tutti i forni, sebbene sia prevalentemente utilizzata nei preriscaldatori in sospensione. L'aggiunta di calce al materiale con cui viene alimentato il forno riduce la qualità dei granuli/noduli e causa problemi di flusso nei forni Lepol. Nei forni con preriscaldatore, si è osservato che l'iniezione diretta di calce spenta negli effluenti gassosi è meno efficiente dell'aggiunta di calce al materiale con cui viene alimentato il forno
b	Sistemi di abbattimento a umido	Applicabile a tutti i tipi di forni da cemento con livelli di SO ₂ appropriati (sufficienti) alla produzione di gesso

⁽¹⁾ La descrizione delle tecniche è riportata nella sezione 1.5.3

Descrizione

A seconda delle materie prime e della qualità del combustibile impiegati, i livelli di emissione di SO_x possono essere tenuti bassi senza la necessità di ricorrere ad una tecnica di abbattimento.

Laddove necessario, le tecniche primarie e/o di abbattimento, quali l'aggiunta di adsorbenti o l'utilizzo di sistemi di abbattimento a umido, possono essere utilizzate per ridurre le emissioni di SO_x.

I sistemi di abbattimento a umido sono già stati impiegati in impianti in cui i livelli non abbattuti di SO_x iniziali erano superiori a 800 – 1 000 mg/Nm³.

Livelli di emissione associati alle BAT

Cfr. tabella 4.

Tabella 4

Livelli di emissioni associate alle BAT per SO_x derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno e/o di preriscaldamento/precalcinazione nell'industria del cemento

Parametro	Unità	BAT-AEL ⁽¹⁾ ⁽²⁾ (valore medio giornaliero)
SO _x espressi come SO ₂	mg/Nm ³	<50 – 400

⁽¹⁾ L'intervallo di valori tiene conto del tenore di zolfo nelle materie prime.

⁽²⁾ Nella produzione di cemento bianco e clinker da cemento speciale, il clinker potrebbe presentare una capacità di gran lunga inferiore di trattenere lo zolfo immesso come combustibile, causando così maggiori emissioni di SO_x.

22. Per ridurre le emissioni di SO₂ dal forno, le BAT prevedono che si debba ottimizzare i processi di macinazione del crudo.

Descrizione

La tecnica consiste nell'ottimizzare i processi di macinazione del crudo, affinché l'impianto di macinazione del crudo possa funzionare per l'abbattimento della quantità di SO₂ del forno. Tale risultato può essere conseguito attraverso l'adeguamento dei seguenti fattori:

- umidità delle materie prime;
- temperatura dell'impianto;
- tempo di residenza nell'impianto;
- finezza del materiale macinato.

Applicabilità

Applicabile se il processo di macinazione a secco è utilizzato in modalità combinata.

1.2.6.3 Emissioni di CO e disinnesti del sistema filtrante per eccessiva concentrazione di CO

1.2.6.3.1 Riduzione dei disinnesti del sistema filtrante per eccessiva concentrazione di CO

23. Per ridurre al minimo la frequenza dei disinnesti del sistema filtrante dovuti all'eccessiva concentrazione di CO e mantenere la loro durata complessiva al di sotto dei 30 minuti l'anno, nei casi in cui si utilizzano precipitatori elettrostatici (ESP) o filtri ibridi, le BAT prevedono l'uso combinato delle seguenti tecniche:

	Tecnica
a	Gestione dei disinnesti del sistema filtrante dovuti all'eccessiva concentrazione di CO per ridurre il tempo di inattività degli ESP
b	Misurazioni continue e automatiche di CO mediante apparecchiature di controllo con tempi brevi di risposta e collocate vicino alla fonte di CO

Descrizione

Per motivi di sicurezza, a causa del rischio di esplosioni gli ESP dovranno essere disattivati in presenza di livelli elevati di CO negli effluenti gassosi. Le tecniche seguenti consentono di prevenire i disinnesti del sistema filtrante dovuti all'eccessiva concentrazione di CO e dunque ridurre i periodi di inattività degli ESP:

- controllo del processo di combustione;
- controllo del carico organico delle materie prime;
- controllo della qualità dei combustibili e del sistema di alimentazione del combustibile.

Le interruzioni si verificano prevalentemente durante la fase di avvio dell'operazione. A fini di sicurezza, gli analizzatori di gas ai fini della protezione degli ESP devono essere in linea durante tutte le fasi operative e il periodo di interruzione degli ESP può essere ridotto mediante un sistema di monitoraggio ausiliare sempre in funzione.

Il sistema di monitoraggio continuo di CO deve essere ottimizzato relativamente al tempo di reazione e va posizionato vicino a una fonte di CO, ad esempio all'uscita di una torre del preriscaldatore o all'ingresso del forno in caso di impianto che utilizza il processo per via umida.

In caso di utilizzo di filtri ibridi, si raccomanda di posizionare a terra la gabbia di supporto al sacchetto dotata di piastra.

1.2.6.4 Emissioni di carbonio organico totale (COT)

24. Per mantenere basse le emissioni di COT derivanti dagli effluenti gassosi del processo di cottura in forno, le BAT prevedono che si eviti di alimentare il forno con materie prime che hanno un contenuto elevato di composti organici volatili

1.2.6.5 Emissioni di cloruro di idrogeno (HCl) e fluoruro di idrogeno (HF)

25. Per evitare/ridurre le emissioni di HCl derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche primarie o di una loro combinazione:

	Tecnica
a	Utilizzo di materie prime e combustibili a basso tenore di cloro
b	Limitazione della quantità di cloro contenuta per ogni rifiuto utilizzato come materia prima e/ combustibile in un forno da cemento

Livelli di emissioni associate alle BAT

Il BAT-AEL per le emissioni di HCl è <10 mg/Nm³, calcolato come valore medio giornaliero o valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni isolate per almeno mezz'ora).

26. Per evitare/ridurre le emissioni di HF dovute agli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione:

	Tecnica
a	Utilizzo di materie prime e combustibili a basso tenore di fluoro
b	Limitazione della quantità di fluoro contenuta per ogni rifiuto utilizzato come materia prima e/ combustibile in un forno da cemento

Livelli di emissione associati alle BAT

Il BAT-AEL per le emissioni di HF <1 mg/Nm³, calcolato come valore medio giornaliero o valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni puntuali di almeno mezz'ora).

1.2.7 Emissioni di PCDD/F

27. Per evitare o mantenere a un livello basso le emissioni di PCDD/F provenienti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione:

	Tecnica	Applicabilità
a	Scelta e controllo accurati del materiale immesso nel forno (materie prime), ad esempio, cloro, rame e composti organici volatili	Generalmente applicabile
b	Scelta e controllo accurati del materiale immesso nel forno (combustibili), ad esempio, cloro e rame	Generalmente applicabile
c	Ridurre/evitare l'utilizzo di rifiuti che contengono talune sostanze organiche clorate	Generalmente applicabile
d	Evitare di alimentare combustibili che presentano un elevato tenore di alogeni (ad esempio, cloro) nella combustione secondaria	Generalmente applicabile
e	Raffreddamento rapido degli effluenti gassosi provenienti dal forno a temperature inferiori a 200 °C e riduzione al minimo del tempo di residenza degli effluenti gassosi e del tenore di ossigeno in zone in cui la temperatura è compresa tra 300 e 450 °C	Applicabile ai forni che utilizzano il processo lungo per via umida e ai forni che utilizzano il processo lungo per via secca senza preriscaldamento. Tale caratteristica è sempre presente nei moderni forni provvisti di preriscaldatore e precalcinatore
f	Interruzione del coincenerimento dei rifiuti per operazioni quali gli avvii e le fermate	Generalmente applicabile

Livelli di emissione associati alle BAT

I BAT-AEL per le emissioni di PCDD/F dovute agli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno sono <0,05 – 0,1 ng PCDD/F I-TEQ/Nm³, intesi come valore medio riferito al periodo di campionamento (6 – 8 ore).

1.2.8 Emissioni di metalli

28. Per ridurre al minimo le emissioni dei metalli derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione:

	Tecnica
a	Scelta di materiali con un basso tenore di metalli, in particolare il mercurio
b	Applicazione di un sistema di assicurazione della qualità per garantire le caratteristiche dei rifiuti utilizzati in sostituzione delle materie prime
c	Impiego di tecniche efficaci per la rimozione delle polveri, come stabilito dalla BAT 17

Livelli di emissione associati alle BAT

Cfr. tabella 5.

Tabella 5

Livelli di emissione associati alle BAT per i metalli, derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno

Metalli	Unità	BAT-AEL (Valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni puntuali di almeno mezz'ora))
Hg	mg/Nm ³	<0,05 ⁽²⁾
Σ (Cd, Tl)	mg/Nm ³	<0,05 ⁽¹⁾
Σ (As, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	mg/Nm ³	<0,5 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Sono stati registrati livelli bassi per questioni legate alla qualità delle materie prime e dei combustibili.

⁽²⁾ Sono stati registrati livelli bassi per questioni legate alla qualità delle materie prime e dei combustibili. I valori superiori a 0,03 mg/Nm³ devono essere oggetto di ulteriori analisi. Per i valori prossimi a 0,05 mg/Nm³ occorre tenere conto di tecniche aggiuntive (ad esempio, abbassamento della temperatura degli effluenti gassosi, carbone attivo).

1.2.9 Perdite/rifiuti di processo

29. Per ridurre i rifiuti solidi dal processo di produzione del cemento conseguendo al contempo risparmi sulle materie prime, le BAT prevedono l'applicazione delle seguenti tecniche:

	Tecnica	Applicabilità
a	Riutilizzo delle polveri raccolte nel processo, qualora fattibile	Generalmente applicabile ma condizionata dalla composizione della sostanza chimica delle polveri
b	Utilizzo di tali polveri in altri prodotti commercializzabili laddove possibile	L'utilizzo delle polveri in altri prodotti commercializzabili è un'attività che potrebbe non rientrare nel controllo dell'operatore

Descrizione

Le polveri raccolte possono essere riciclate e reimmesse nel processo di produzione, qualora fattibile. Questa operazione di riciclaggio può avvenire direttamente in prossimità del forno o dell'ingresso del forno (il contenuto dei metalli alcalini può essere il fattore limitante), ovvero mescolando le polveri ai prodotti finiti. In sede di riciclaggio e reimmissione delle polveri raccolte all'interno dei processi di produzione, potrebbe essere necessaria l'applicazione di una procedura di assicurazione della qualità. Per i materiali che non possono essere riciclati (ad esempio, additivi per la desolforizzazione degli effluenti gassosi negli impianti di combustione) possono essere individuati utilizzi alternativi.

1.3 Conclusioni sulle BAT per l'industria della calce

Salvo altrimenti stabilito, le conclusioni sulle BAT della presente sezione si applicano a tutti gli impianti dell'industria della calce.

1.3.1 Tecniche primarie generali

30. Per ridurre le emissioni dai forni e garantire un uso efficiente dell'energia, le BAT consistono nell'ottenere un funzionamento del forno stabile e costante, che avvenga secondo parametri di processo vicini a quelli prefissati, attraverso le seguenti tecniche:

	Tecnica
a	Ottimizzazione del controllo del processo, compreso il controllo automatico computerizzato
b	Utilizzo di sistemi di alimentazione dei combustibili solidi gravimetrici e/o di gassometri

Applicabilità

Il processo è applicabile in misura diversa a tutti gli impianti di produzione della calce: Non è possibile raggiungere una completa automazione del processo a causa di variabili non controllabili, ad esempio, la qualità del calcare.

31. Per prevenire e ridurre le emissioni, le BAT consistono nello scegliere e controllare accuratamente tutte le materie prime che vengono immesse nel forno.

Descrizione

Le materie prime immesse nel forno posso avere conseguenze significative sulle emissioni atmosferiche a causa delle impurità che contengono; pertanto, un'attenta scelta delle materie prime consente di ridurre tali emissioni già alla fonte. Ad esempio, le variazioni del tenore di zolfo e cloro nel calcare/nella dolomite influenzano le emissioni di SO₂ e HCl negli effluenti gassosi, mentre la presenza di materia organica influenza le emissioni di COT e CO.

Applicabilità

L'applicabilità dipende dalla disponibilità (locale) di materie prime che presentino un basso contenuto di impurità. Il tipo di prodotto finale e di forno utilizzato possono costituire un vincolo ulteriore.

1.3.2 Monitoraggio

32. Le BAT prevedono che siano monitorati e misurati periodicamente i parametri e le emissioni di processo e monitorate le emissioni in conformità alle norme EN pertinenti ovvero, qualora tali norme non siano disponibili, alle norme ISO, nazionali o ad altre norme internazionali al fine di garantire la presenza di dati di qualità scientifica equivalente, compresi i dati seguenti:

	Tecnica	Applicabilità
a	Misurazioni continue dei parametri di processo atte a dimostrarne la stabilità, quali temperatura, tenore di O ₂ , pressione, flusso ed emissioni di CO	Applicabile ai processi effettuati nei forni
b	Monitoraggio e stabilizzazione dei parametri di processo fondamentali, ad esempio alimentazione dei combustibili, dosaggio regolare e tenore di ossigeno in eccesso	
c	Misurazioni continue o periodiche di polveri, emissioni di NO _x , SO _x , CO ed emissioni di NH ₃ in caso di applicazione di applicazione della tecnica SNCR	Applicabile ai processi effettuati nei forni
d	Misurazioni continue o periodiche delle emissioni di HCl e HF in caso di coincenerimento di rifiuti	Applicabile ai processi effettuati nei forni
e	Misurazioni continue o periodiche delle emissioni di COT o misurazioni continue in caso di coincenerimento di rifiuti	Applicabile ai processi effettuati nei forni
f	Misurazioni periodiche di PCDD/F e delle emissioni metalliche	Applicabile ai processi effettuati nei forni
g	Misurazioni continue o periodiche delle emissioni di polveri	Applicabile ai processi non effettuati nei forni. Per le piccole fonti (<10 000 Nm ³ /h) la frequenza delle misurazioni dovrebbe basarsi su quanto stabilito dal sistema di gestione della manutenzione

Descrizione

La scelta tra le misurazioni continue o periodiche di cui dalla lettera c) alla lettera f) della BAT 32, si basa sulla fonte delle emissioni e sul tipo di inquinante previsto.

Nel caso delle misurazioni periodiche delle emissioni di polveri, nonché di NO_x, SO_x e CO, l'indicazione fornita è di effettuare tali misurazioni in condizioni di esercizio normali con una frequenza di almeno una volta al mese e fino a una volta l'anno.

Le misurazioni periodiche delle emissioni di PCDD/F, COT, HCl, HF e di metalli vanno condotte con una frequenza adeguata alle materie prime e ai combustibili utilizzati nel processo.

1.3.3 Consumo di energia

33. Per limitare/ridurre al minimo il consumo di energia termica, le BAT prevedono l'applicazione combinata delle seguenti tecniche:

	Tecnica	Descrizione	Applicabilità
a	<p>Utilizzo di impianti migliori e ottimizzati e ottenimento di un funzionamento del forno stabile e costante, che avvenga secondo parametri di processo vicini a quelli prefissati, attraverso le seguenti operazioni:</p> <p>I. ottimizzazione del controllo del processo</p> <p>II. recupero del calore dagli effluenti gassosi (ad esempio, utilizzo del calore in eccesso proveniente dai forni rotanti per l'asciugatura del calcare per altri processi, quali la macinazione del calcare)</p> <p>III. utilizzo di sistemi moderni dosatori gravimetrici ed alimentatori di combustibili solidi</p> <p>IV. manutenzione dell'apparecchiatura (ad esempio, ermeticità all'aria, erosione del rivestimento in materiale refrattario)</p> <p>V. granulometria ottimizzata per i minerali</p>	<p>Mantenere i parametri di controllo del forno vicini ai valori ottimali consente di ridurre tutti i parametri di consumo grazie al minor numero di interruzioni e condizioni di alterazione del processo.</p> <p>L'utilizzo di minerali dalla granulometria ottimizzata è condizionato dalla disponibilità delle materie prime.</p>	La tecnica (a) II si applica solo ai forni rotanti lunghi (FRL)
b	Utilizzo di combustibili che presentano caratteristiche in grado di influenzare positivamente il consumo di energia termica	Le caratteristiche dei combustibili, ad esempio un elevato potere calorifico e un basso contenuto di umidità, possono influenzare positivamente il consumo di energia termica	L'applicabilità dipende dalla fattibilità tecnica di alimentare il forno con il combustibile scelto, nonché dalla disponibilità di combustibili adatti (ad esempio, combustibili con elevato potere calorifico e basso contenuto di umidità) che potrebbe dipendere dalla politica energetica dello Stato membro
c	Limitazione dell'aria in eccesso	<p>Diminuire l'aria in eccesso utilizzata per la combustione ha effetti diretti sul consumo di combustibile, in quanto la presenza di aria in percentuali elevate richiede più energia termica per riscaldare il volume in eccesso.</p> <p>La limitazione dell'aria in eccesso influenza il consumo totale di energia solo nei forni di tipo FRL e FRP.</p> <p>La tecnica è in grado di aumentare le emissioni di COT e CO</p>	Applicabile a forni di tipo FRL e FRP entro i limiti di un potenziale surriscaldamento di talune aree del forno, con il conseguente peggioramento del ciclo di vita del materiale refrattario

Livelli di consumi associati alle BAT

Cfr. tabella 6.

Tabella 6

Livelli di consumo associati alle BAT per il consumo di energia termica nell'industria della calce e della calce dolomitica

Tipo di forno	Consumo di energia termica (1) GJ/t di prodotto
Forni rotanti lunghi (FRL)	6,0 – 9,2
Forni rotanti con preriscaldatore (FRP)	5,1 – 7,8
Forni rigenerativi a flusso parallelo (FRFP)	3,2 – 4,2
Forni a tino anulari (FTA)	3,3 – 4,9

Tipo di forno	Consumo di energia termica (¹) GJ/t di prodotto
Forni a tino a carica mista (FTCM)	3,4 – 4,7
Altri forni (AF)	3,5 – 7,0

(¹) Il consumo di energia dipende da fattori, quali tipo di prodotto, qualità del prodotto, condizioni di processo e materie prime

34. Per ridurre al minimo il consumo di energia elettrica, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione

	Tecnica
a	Utilizzo di sistemi di gestione dell'energia elettrica
b	Granulometria del calcare ottimizzata
c	Utilizzo di apparecchiature di macinazione e altri apparecchi elettrici ad alta efficienza energetica.

Descrizione – Tecnica (b)

I forni verticali vengono solitamente utilizzati solo per il calcare di granulometria grossa. Tuttavia i forni rotanti che richiedono un maggiore consumo di energia, consentono altresì di valorizzare le frazioni piccole e i nuovi forni verticali sono adatti alla cottura di calcare di piccola granulometria da 10 mm. Per il calcare di granulometria più grossa in alimentazione al forno si utilizzano maggiormente i forni verticali dei forni rotanti.

1.3.4 Consumo di calcare

35. Per ridurre al minimo il consumo di calcare, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione:

	Tecnica	Applicabilità
a	Attività specifiche di estrazione, frantumazione e uso mirato del calcare (qualità, granulometria)	Generalmente applicabile nell'industria della calce; tuttavia, la trasformazione delle pietre è condizionata dalla qualità del calcare
b	Scelta di forni che applicano tecniche ottimizzate che consentono di trattare una vasta gamma di granulometrie, al fine di utilizzare in modo ottimale il calcare estratto	Applicabile ai nuovi impianti e agli adeguamenti di rilievo di forni preesistenti. I forni verticali vengono in linea di principio utilizzati solo per il calcare di granulometria grossa. I forni FRFP da piccola pezzatura e/o i forni rotanti sono in grado di funzionare con granulometrie di calcare più piccole

1.3.5 Selezione dei combustibili

36. Per prevenire e ridurre le emissioni, le BAT prevedono che i combustibili immessi nel forno siano scelti e controllati accuratamente.

Descrizione

I combustibili immessi nel forno possono influenzare in modo significativo le emissioni atmosferiche a causa delle impurità che contengono. Il contenuto di zolfo (in particolare, per i forni rotanti lunghi), azoto e cloro influenzano le emissioni di SO_x, NO_x e HCl nell'effluente gassoso. A seconda della composizione chimica del combustibile e del tipo di forno utilizzato, la scelta del combustibile o di una miscela di combustibili più appropriati può contribuire a ridurre le emissioni.

Applicabilità

A eccezione dei forni a tino a carica mista, tutti i tipi di forni funzionano con tutti i tipi di combustibili e miscele di combustibili, in funzione della loro disponibilità che può dipendere dalla politica energetica dello Stato membro. La scelta del combustibile dipende altresì dal livello di qualità del prodotto finale desiderato, dalla fattibilità tecnica di alimentare il forno scelto con il combustibile e da considerazioni di natura economica.

1.3.5.1 Utilizzo di combustibili da rifiuti

1.3.5.1.1 Controllo della qualità dei rifiuti

37. Per garantire le caratteristiche dei rifiuti da utilizzare come combustibili nei forni da calce, le BAT prevedono l'applicazione delle seguenti tecniche:

Tecnica	
a	<p>Applicare sistemi di assicurazione della qualità per garantire e controllare le caratteristiche dei rifiuti e per analizzare i rifiuti da utilizzare come combustibile nel forno relativamente ai seguenti criteri:</p> <p>I. qualità costante</p> <p>II. criteri fisici, ad esempio formazione di emissioni, ruvidezza, reattività, attitudine alla combustione, potere calorifico</p> <p>III. criteri chimici, ad esempio tenore totale di cloro, zolfo, metalli alcalini, fosfati, nonché di altri metalli da considerare (ad esempio, tenore totale di cromo, piombo, cadmio, mercurio, tallio)</p>
b	Controllare il valore quantitativo dei componenti di interesse per ogni rifiuto da utilizzare come combustibile, ad esempio tenore totale di alogeni, di metalli (tra cui cromo totale, piombo, cadmio, mercurio, tallio) e di zolfo

1.3.5.1.2 Rifiuti alimentati al forno

38. Per prevenire/ridurre le emissioni derivanti dall'utilizzo dei rifiuti da utilizzare come combustibili nel forno, le BAT prevedono l'applicazione delle seguenti tecniche:

Tecnica	
a	Utilizzo di bruciatori adeguati per l'alimentazione di rifiuti adatti in base alle caratteristiche e al funzionamento del forno
b	Funzionamento in modo che la temperatura dei gas risultanti dal coincenerimento dei rifiuti venga innalzata in maniera controllata e omogenea, anche nelle condizioni più sfavorevoli, a 850 °C per 2 secondi
c	Innalzamento della temperatura a 1 100 °C se nel processo si effettua il coincenerimento di rifiuti pericolosi con un tenore di composti organici alogenati, espressi come cloro, superiore all'1 %
d	Alimentazione dei rifiuti in modo continuo e costante
e	Sospensione del coincenerimento dei rifiuti in concomitanza con operazioni quali avvii e/o fermate nei casi in cui non sia possibile raggiungere temperature e tempi di permanenza adeguati, indicati alle lettere b) e c) precedenti

1.3.5.1.3 Sistemi di gestione della sicurezza dei rifiuti pericolosi in sostituzione delle materie prime

39. Per prevenire emissioni accidentali, le BAT prevedono l'applicazione di sistemi di gestione della sicurezza nelle fasi di stoccaggio, manipolazione e alimentazione di rifiuti pericolosi in sostituzione delle materie prime.

Descrizione

L'applicazione di sistemi di gestione della sicurezza nelle fasi di stoccaggio, manipolazione e alimentazione di rifiuti pericolosi in sostituzione delle materie prime consiste in un approccio basato sui rischi in funzione dell'origine e della tipologia dei rifiuti per l'identificazione, il controllo, il campionamento e le prove sui rifiuti da utilizzare nel processo.

1.3.6 Emissioni di polveri

1.3.6.1 Emissioni di polveri diffuse

40. Per ridurre al minimo/evitare le emissioni di polveri diffuse provenienti da operazioni che generano polvere, le BAT prevedono l'applicazione di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione:

Tecnica	
a	Protezione/chiusura delle aree delle operazioni che generano polvere, quali macinazione, vagliatura e miscelazione
b	Utilizzo di nastri trasportatori ed elevatori coperti, realizzati come sistemi chiusi, qualora esista la probabilità di rilascio di emissioni di polveri diffuse da materiale che genera polvere
c	Utilizzo di sili di stoccaggio di capacità adeguate, indicatori di livello con interruttori di emergenza e filtri per la gestione dell'aria impregnata di polveri spostata durante le operazioni di riempimento
d	Applicazione di un processo di circolazione per gli impianti di trasporto pneumatici

	Tecnica
e	Movimentazione dei materiali in impianti chiusi che operano in condizioni di pressione negativa e successiva pulizia dalle polveri dell'aria di aspirazione attraverso un filtro a tessuto prima che venga nuovamente emessa nell'atmosfera
f	Riduzione degli ingressi di aria falsa e di fuoriuscite, completamento dell'impianto
g	Manutenzione adeguata e completa dell'impianto
h	Utilizzo di dispositivi e sistemi di controllo automatici
i	Operazioni continue svolte in assenza di complicazioni
j	Utilizzo di tubature di riempimento flessibili, corredate di un sistema di aspirazione delle polveri per il caricamento della calce, posizionate nella direzione del pianale di carico dell'automezzo

Applicabilità

Nelle operazioni di preparazione delle materie prime, quali la frantumazione e la setacciatura, la separazione delle polveri non è solitamente necessaria in virtù del contenuto di umidità delle materie prime.

41. Per ridurre al minimo/evitare le emissioni di polveri diffuse provenienti da aree di stoccaggio in mucchio, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione:

	Tecnica
a	Protezione delle aree di magazzinaggio con schermi, pareti o sistemi di chiusura realizzati con piante verticali (barriere antivento artificiali o naturali per la protezione delle scorte all'aperto)
b	Utilizzo di sili per i prodotti e sistemi di stoccaggio delle materie prime chiusi e completamente automatizzati. Queste modalità di stoccaggio prevedono uno o più filtri a tessuto per prevenire la formazione di polveri diffuse durante le operazioni di carico e scarico
c	Riduzione delle emissioni di polveri diffuse in prossimità delle scorte umidificando in modo sufficiente i punti di carico e scarico e utilizzando nastri trasportatori ad altezze variabili. Nell'applicazione di misure/tecniche di umidificazione o nebulizzazione è possibile impermeabilizzare il suolo e raccogliere l'acqua in eccesso, che può essere, se necessario, trattata e utilizzata in cicli chiusi
d	Riduzione delle emissioni di polveri diffuse in prossimità dei punti di carico e scarico dei siti di stoccaggio, qualora non possano essere evitate, avvicinamento dell'altezza del piano di scarico all'altezza variabile della scorta, possibilmente in modo automatico o riducendo la velocità dell'operazione di scarico
e	Garantire la bagnatura dei siti, in particolare delle aree asciutte, utilizzando nebulizzatori ed effettuando la pulizia mediante spazzatrici stradali
f	Utilizzo di sistemi di aspirazione durante le operazioni di rimozione. I nuovi edifici possono essere facilmente dotati di tubature fisse per l'aspirazione per pulizia, mentre gli edifici esistenti è di norma preferibile prevedere sistemi mobili e collegamenti flessibili
g	Riduzione delle emissioni di polveri diffuse nelle zone di circolazione degli automezzi provvedendo alla pavimentazione di tali aree, laddove possibile, e mantenendo l'area il più possibile pulita. La bagnatura delle strade contribuisce a ridurre le emissioni di polveri, in particolare in condizioni di tempo asciutto. È possibile ricorrere a buone pratiche di manutenzione per tenere le emissioni di polveri diffuse al minimo

1.3.6.2 Emissioni di polveri convogliate prodotte dalle operazioni che generano polvere diverse dalle operazioni nell'ambito dei processi di cottura in forno

42. Per ridurre le emissioni di polveri convogliate prodotte dalle operazioni che generano polvere diverse dalle operazioni nell'ambito dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono l'uso di una delle seguenti tecniche e l'applicazione di un sistema di gestione della manutenzione che prenda in considerazione in modo specifico l'efficienza dei filtri utilizzati:

	Tecnica ⁽¹⁾ ⁽²⁾	Applicabilità
a	Filtro a tessuto	Generalmente applicabile a impianti di macinazione e mulini e a processi ausiliari nell'industria della calce, al trasporto dei materiali, nonché alle strutture di stoccaggio e carico. L'applicabilità dei filtri a tessuto negli impianti di idratazione della calce può essere limitata dall'umidità elevata e dalla bassa temperatura degli effluenti gassosi
b	Sistemi di abbattimento a umido	Applicabile prevalentemente a tutti gli impianti di idratazione della calce

⁽¹⁾ La descrizione delle tecniche è riportata nella sezione 1.6.1

⁽²⁾ Laddove necessario, è possibile utilizzare separatori centrifughi/cicloni per il pretrattamento degli effluenti gassosi

Livelli di emissioni associate alle BAT

Cfr. tabella 7.

Tabella 7

Livelli di emissioni associate alle BAT per le emissioni di polveri convogliate prodotte dalle operazioni che generano polvere diverse dalle operazioni nell'ambito dei processi di cottura in forno

Tecnica	Unità	BAT-AEL [valore medio giornaliero o valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni puntuali di almeno mezz'ora)]
Filtro a tessuto	mg/Nm ³	<10
Sistemi di abbattimento a umido	mg/Nm ³	<10 – 20

Gli è rilevare che per le fonti piccole (<10 000 Nm³/h) si deve prendere in considerazione un approccio che tenga conto delle priorità relativamente alla frequenza dei controlli dell'efficienza dei filtri utilizzati per queste fonti (cfr. BAT 32).

1.3.6.3 Emissioni di polveri dai processi di cottura in forno

43. Per ridurre le emissioni di polveri derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono la depolverazione degli effluenti gassosi tramite filtro. È possibile utilizzare singolarmente o in combinazione le seguenti tecniche:

	Tecnica ⁽¹⁾	Applicabilità
a	ESP	Applicabile a tutti i forni
b	Filtro a tessuto	Applicabile a tutti i forni
c	Separatore di polveri per via umida	Applicabile a tutti i forni
d	Separatore centrifugo/ciclone	I separatori centrifughi sono adatti solo come pre-separatori e possono essere utilizzati per la prefiltrazione degli effluenti gassosi provenienti dai forni

⁽¹⁾) La descrizione delle tecniche è riportata nella sezione 1.6.1

Livelli di emissioni associate alle BAT

Cfr. tabella 8.

Tabella 8

Livelli di emissione associati alle BAT per le emissioni di polveri, provenienti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno

Tecnica	Unità	BAT-AEL [valore medio giornaliero o valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni puntuali di almeno mezz'ora)]
Filtro a tessuto	mg/Nm ³	<10
ESP o altri filtri	mg/Nm ³	<20 (*)

(*) In casi eccezionali, in presenza di polveri con resistività elevata, il BAT-AEL può essere più elevato, fino a 30 mg/Nm³ (valore medio giornaliero)

1.3.7 Composti gassosi

1.3.7.1 Tecniche primarie per la riduzione delle emissioni di composti gassosi

44. Per ridurre le emissioni dei composti gassosi (NO_x , SO_x , HCl, CO, TOC/VOC, metalli volatili) derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione:

	Tecnica	Applicabilità
a	Scelta e controllo accurati di tutte le sostanze che vengono immesse nel forno.	Generalmente applicabile
b	Riduzione dei precursori delle sostanze inquinanti nei combustibili e, se possibile, nelle materie prime, ovvero I. scelta di combustibili, qualora disponibili, a basso tenore di zolfo (in particolare per i forni rotanti lunghi), azoto e cloro II. scelta di materie prime, possibilmente con basso contenuto di materia organica III. scelta di combustibili derivati da rifiuti adatti al processo e al bruciatore	Generalmente applicabile nell'industria della calce in base alla disponibilità locale delle materie prime e dei combustibili, del tipo di forno impiegato, delle qualità attese dei prodotti e della possibilità tecnica di iniettare i combustibili nel forno selezionato.
c	Utilizzo di tecniche di ottimizzazione del processo per garantire l'adeguato assorbimento dell'anidride solforosa (ad esempio, attraverso il contatto efficace tra i gas del forno e la calce viva)	Applicabile a tutti gli impianti di produzione della calce In generale, non è possibile raggiungere una completa automazione del processo a causa di variabili non controllabili, ad esempio, la qualità del calcare.

1.3.7.2 Emissioni di NO_x

45. Per ridurre le emissioni di NO_x derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione:

	Tecnica	Applicabilità
a	Tecniche primarie	
	I. Scelta accurata del combustibile e limitazione del tenore di azoto del combustibile	Generalmente applicabile all'industria della calce condizionatamente alla disponibilità del combustibile, che può essere influenzata dalla politica energetica dello Stato membro, e alla fattibilità tecnica di alimentare un determinato tipo di combustibile all'interno del forno scelto
	II. Ottimizzazione del processo, comprese la conformazione della fiamma e profilo della temperatura	Nella produzione della calce è possibile ottimizzare e controllare il processo, tuttavia condizionatamente alla qualità del prodotto finale
	III. Modello del bruciatore (bruciatore a basse emissioni di ossidi di azoto (low NO_x)) ⁽¹⁾	I bruciatori a basse emissioni di ossidi di azoto sono applicabili ai forni rotanti e ai forni a tino anulari che presentino condizioni di aria primaria elevata. La combustione nei forni FRFP e negli altri forni a tino avviene in assenza di fiamma, pertanto i bruciatori a basse emissioni di ossidi di azoto non si applicano a questo tipo di forni
	IV. Air staging ⁽¹⁾	Non applicabile ai forni a tino Applicabile solamente ai forni di tipo FRP, tuttavia non per la produzione di calce fortemente cotta. L'applicabilità può essere limitata da vincoli imposti dal tipo di prodotto finale, a causa del surriscaldamento di alcune aree del forno e del conseguente deterioramento del rivestimento in materiale refrattario
b	SNCR ⁽¹⁾	Applicabile ai forni rotanti Lepol. Cfr. anche BAT 46.

⁽¹⁾ La descrizione delle tecniche è riportata nella sezione 1.6.2

Livelli di emissioni associate alle BAT

Cfr. tabella 9.

Tabella 9

Livelli di emissioni associate alle BAT per NO_x derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno nell'industria della calce

Tipo di forno	Unità	BAT-AEL (valore medio giornaliero o valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni puntuali di almeno mezz'ora), espresso come NO ₂)
FRFP, FTA, FTFCM, AFT	mg/Nm ³	100 – 350 ⁽¹⁾ ⁽³⁾
FRL, FRP	mg/Nm ³	< 200 – 500 ⁽¹⁾ ⁽²⁾

⁽¹⁾ I limiti superiori degli intervalli fanno riferimento alla produzione di calce dolomitica e calce fortemente cotta. Livelli maggiori al limite superiore sono associabili alla produzione di calce dolomitica sinterizzata.

⁽²⁾ Per forni di tipo FRL e FRP con tino e utilizzati per la produzione di calce fortemente cotta, il livello superiore è 800 mg/Nm³

⁽³⁾ Qualora le tecniche primarie indicate nella BAT 45 (a) non siano sufficienti a raggiungere questo livello e le tecniche secondarie non siano applicabili per la riduzione delle emissioni di NO_x a 350 mg/Nm³, il livello superiore è pari a 500 mg/Nm³, in particolare per la produzione di calce fortemente cotta e l'uso di biomassa come combustibile.

46. In caso di ricorso alla tecnica SNCR, le BAT prevedono che si consegua una riduzione di NO_x efficace e si mantenga al contempo la perdita di ammoniaca al livello più basso possibile mediante la seguente tecnica:

	Tecnica
a	Applicazione di un'efficienza di riduzione adeguata e sufficiente, accanto a un processo operativo stabile
b	Applicazione di una buona distribuzione stechiometrica dell'ammoniaca al fine di raggiungere la maggiore efficienza possibile nella riduzione del NO _x e ridurre la perdita di ammoniaca
c	Mantenimento delle emissioni della perdita di NH ₃ (a causa dell'ammoniaca non reagita) proveniente dagli effluenti gassosi il più possibile bassa, tenendo conto della correlazione tra l'efficienza di abbattimento degli NO _x e la perdita di NH ₃

Applicabilità

Applicabile solo a forni rotanti Lepol, in cui sia possibile raggiungere un intervallo di temperatura ottimale compreso tra 850 e 1 020 °C. Cfr. altresì BAT 45, tecnica b).

Livelli di emissione associati alle BAT

I BAT-AEL per le emissioni della perdita di NH₃ derivanti dagli effluenti gassosi <30 mg/Nm³, sono calcolati come valore medio giornaliero o valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni puntuali di almeno mezz'ora).

1.3.7.3 Emissioni di SO_x

47. Per ridurre le emissioni di SO_x derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione

	Tecnica	Applicabilità
a	Ottimizzazione del processo per garantire l'adeguato assorbimento dell'anidride solforosa (ad esempio, attraverso il contatto efficace tra i gas del forno e la calce viva)	Ottimizzazione del processo applicabile a tutti gli impianti di produzione della calce
b	Sceita di combustibili a basso tenore di zolfo	Generalmente applicabile, condizionatamente alla disponibilità di combustibile, in particolare per i forni rotanti lunghi (FRL) a causa delle elevate emissioni di SO _x
c	Utilizzo di tecniche di aggiunta di adsorbenti (ad esempio, aggiunta di adsorbenti, impiego di filtri per la pulizia mediante depolverazione a secco dei gas esausti, sistemi di abbattimento a umido o iniezione di carbone attivo) ⁽¹⁾	Le tecniche per l'aggiunta di adsorbenti sono in linea di principio applicabili all'industria della calce, tuttavia tale tecnica non è stata ancora applicata in tale settore nel 2007. Soprattutto per i forni rotanti lunghi l'applicabilità di tali tecniche deve essere oggetto di ulteriori valutazioni.

⁽¹⁾ La descrizione delle tecniche è riportata nella sezione 1.6.3

Livelli di emissioni associate alle BAT

Cfr. tabella 10.

Tabella 10

Livelli di emissioni associate alle BAT per i SO_x derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno nell'industria della calce

Tipo di forno	Unità	BAT-AEL ⁽¹⁾ ⁽²⁾ (valore medio giornaliero o valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni puntuali di almeno mezz'ora), SO _x espressa come SO ₂)
FRFP, FTA, FTCM, AFT, FRP	mg/Nm ³	<50 – 200
FRL	mg/Nm ³	<50 – 400

⁽¹⁾ Il livello dipende dal livello iniziale di SO_x nell'effluente gassoso e dalla tecnica di riduzione impiegata.⁽²⁾ Per la produzione di calce dolomitica sinterizzata prodotta mediante il processo a doppio passo, le emissioni di SO_x potrebbero essere più elevate del limite massimo dell'intervallo.**1.3.7.4 Emissioni di CO e disinnesti del sistema filtrante per eccessiva concentrazione di CO****1.3.7.4.1 Emissioni di CO**

48. Per ridurre le emissioni di CO derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione:

	Tecnica	Applicabilità
a	Selezione di materie prime con basso contenuto di materia organica	Generalmente applicabile all'industria della calce entro i limiti rappresentati dalla disponibilità locale e dalla composizione delle materie prime, dal tipo di forno utilizzato e dalla qualità del prodotto finito
b	Utilizzo di tecniche di ottimizzazione del processo per ottenere una combustione stabile e completa	Applicabile a tutti gli impianti di produzione della calce In generale, non è possibile raggiungere una completa automazione del processo a causa di variabili non controllabili, ad esempio, la qualità del calcare.

A tale riguardo, cfr. altresì BAT 30 e 31 nella sezione 1.3.1 e BAT 32 nella sezione 1.3.2.

Livelli di emissioni associate alle BAT

Cfr. tabella 11.

Tabella 11

Livelli di emissione associati alle BAT per le emissioni di CO provenienti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno

Tipo di forno	Unità	BAT-AEL ⁽¹⁾ ⁽²⁾ (valore medio giornaliero o valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni puntuali di almeno mezz'ora))
FRFP, AFT, FRL, FRP	mg/Nm ³	<500

⁽¹⁾ Le emissioni possono presentare valori superiori a seconda delle materie prime e/o del tipo di calce prodotta, ad esempio calce idraulica.⁽²⁾ I BAT-AEL non si applicano ai forni di tipo FTCM e FTA.**1.3.7.4.2 Riduzione dei disinnesti del sistema filtrante per eccessiva concentrazione di CO**

49. Per minimizzare la frequenza dei disinnesti del sistema filtrante per eccessiva concentrazione di CO nell'utilizzo di precipitatori elettrostatici, le BAT prevedono l'utilizzo delle seguenti tecniche:

	Tecnica
a	Gestione dei disinnesti del sistema filtrante dovuti all'eccessiva concentrazione di CO per ridurre il tempo di inattività degli ESP
b	Misurazioni continue e automatiche di CO mediante apparecchiature di controllo con brevi tempi di risposta e collocate vicino alla fonte del CO

Descrizione

Per motivi di sicurezza, a causa del rischio di esplosioni gli ESP dovranno essere disattivati in presenza di livelli elevati di CO negli effluenti gassosi. Le tecniche seguenti consentono di prevenire i disinnesti del sistema filtrante dovuti all'eccessiva concentrazione di CO e dunque ridurre i periodi di inattività degli ESP:

- controllo del processo di combustione;
- controllo del carico organico delle materie prime;
- controllo della qualità dei combustibili e del sistema di alimentazione del combustibile.

Le interruzioni si verificano prevalentemente durante la fase di avvio dell'operazione. A fini di sicurezza, gli analizzatori di gas incaricati della protezione degli ESP devono essere in linea durante tutte le fasi operative e il periodo di interruzione degli ESP può essere ridotto mediante un sistema di monitoraggio di riserva sempre in funzione.

Il sistema di monitoraggio continuo di CO deve essere ottimizzato relativamente al tempo di reazione e va posizionato vicino a una fonte di CO, ad esempio all'uscita di una torre del preriscaldatore o all'ingresso del forno in caso di impianto che utilizza il processo per via umida.

Applicabilità

Generalmente applicabile ai forni rotanti provvisti di precipitatori elettrostatici (ESP).

1.3.7.5 Emissioni di carbonio organico totale (COT)

50. Per ridurre le emissioni di COT derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione:

	Tecnica
a	Applicazione di tecniche primarie generali e monitoraggio (cfr. altresì BAT 30 e 31 nella sezione 1.3.1 e BAT 32 nella sezione 1.3.2.)
b	Evitare di alimentare il forno con materie prime ad elevato tenore di composti organici volatili (a eccezione della produzione di calce idraulica)

Applicabilità

Per l'applicabilità delle tecniche primarie generali e il monitoraggio cfr. BAT 30 e 31 nella sezione 1.3.1 e BAT 32 nella sezione 1.3.2.

La tecnica (b) è generalmente applicabile all'industria della calce, condizionatamente alla disponibilità di materie prime locali e/o al tipo di calce prodotta.

Livelli di emissioni associate alle BAT

Cfr. tabella 12.

Tabella 12

Livelli di emissione associati alle BAT per le emissioni di COT provenienti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno

Tipo di forno	Unità di misura	BAT-AEL ⁽¹⁾ [(valore medio giornaliero o valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni puntuali di almeno mezz'ora)]
FRL, FRP	mg/Nm ³	<10
FTA, FTFCM ⁽²⁾ , FRFP ⁽²⁾	mg/Nm ³	<30

⁽¹⁾ Il livello può essere più alto a seconda del contenuto di materia organica nelle materie prime utilizzate e/o del tipo di calce prodotta, in particolare per la produzione di calce idraulica naturale.

⁽²⁾ In casi eccezionali, il livello può essere superiore.

1.3.7.6 Emissioni di cloruro di idrogeno (HCl) e fluoruro di idrogeno (HF)

51. Per ridurre le emissioni di HCl e HF dovute agli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno, in caso di utilizzo di rifiuti come combustibili, le BAT prevedono l'uso delle seguenti tecniche primarie:

	Tecnica
a	Utilizzo di combustibili tradizionali a basso tenore di cloro e fluoro
b	Limitazione della quantità di cloro e fluoro contenuta per ogni rifiuto utilizzato come combustibile in un forno da calce

Applicabilità

Le tecniche vengono generalmente applicate nell'industria della calce, tuttavia sono soggette alla disponibilità locale di combustibile adeguato.

Livelli di emissioni associate alle BAT

Cfr. tabella 13.

Tabella 13

Livelli di emissione associati alle BAT per le emissioni di HCl e HF, provenienti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno in caso di utilizzo di rifiuti come combustibili

Emissione	Unità di misura	BAT-AEL [(valore medio giornaliero o valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni puntuali di almeno mezz'ora)]
HCl	mg/Nm ³	<10
HF	mg/Nm ³	<1

1.3.8 Emissioni di PCDD/F

52. Per evitare o contenere le emissioni di PCDD/F dovute agli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione:

	Tecnica
a	Scelta di combustibili a basso tenore di cloro
b	Limitazione alla quantità di rame immesso attraverso il combustibile
c	Riduzione al minimo del tempo di residenza degli effluenti gassosi e del tenore di ossigeno in aree in cui la temperatura è compresa tra 300 e 450 °C

Livelli di emissioni associate alle BAT

I BAT-AEL sono <0,05 – 0,1 ng PCDD/F I-TEQ/Nm³, considerati come valore medio riferito al periodo di campionamento (6 – 8 ore)

1.3.9 Emissioni di metalli

53. Per ridurre al minimo le emissioni dei metalli derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono l'utilizzo di una delle seguenti tecniche o di una loro combinazione:

	Tecnica
a	Scelta di combustibili a basso tenore di metalli
b	Applicazione di un sistema di assicurazione della qualità per garantire le caratteristiche dei combustibili ottenuti da rifiuti utilizzati
c	Limitare il contenuto di metalli inquinanti nei materiali, in particolare del mercurio
d	Impiego, singolarmente o in combinazione, di tecniche per la rimozione delle polveri, come stabilito dalla BAT 43

Livelli di emissioni associate alle BAT

Cfr. tabella 14.

Tabella 14

Livelli di emissione associati alle BAT per i metalli, provenienti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno in caso di utilizzo di rifiuti

Metalli	Unità di misura	BAT-AEL [valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni puntuali di almeno mezz'ora)]
Hg	mg/Nm ³	< 0,05
Σ (Cd, Tl)	mg/Nm ³	< 0,05
Σ (As, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	mg/Nm ³	< 0,5

NB: Nell'applicazione di tali tecniche, come indicato nella BAT 53 (a) – (d), sono stati registrati livelli bassi.

A tale riguardo, cfr. altresì BAT 37 (sezione 1.3.5.1.1) e BAT 38 (sezione 1.3.5.1.2).

1.3.10 Perdite/rifiuti di processo

54. Per ridurre i rifiuti solidi prodotti dai processi di produzione della calce conseguendo al contempo risparmi sulle materie prime, le BAT prevedono l'utilizzo delle seguenti tecniche:

	Tecnica	Applicabilità
a	Riutilizzo delle polveri o di altro particolato raccolto (ad esempio, sabbia, ghiaia) nel processo	Generalmente applicabile laddove praticabile
b	Utilizzo di polveri, calce viva fuori specifica e calce idrata fuori specifica nei prodotti commerciali selezionati	Generalmente utilizzata nei diversi tipi di prodotti commerciali selezionati in cui tale utilizzo è possibile

1.4 Conclusioni sulle BAT per l'industria dell'ossido di magnesio

Salvo altrimenti stabilito, le conclusioni sulle BAT della presente sezione si applicano a tutti gli impianti dell'ossido di magnesio (processo per via secca).

1.4.1 Monitoraggio

55. Le BAT prevedono che siano monitorati e misurati periodicamente i parametri e le emissioni di processo e monitorate le emissioni in conformità alle norme EN pertinenti ovvero, qualora tali norme non siano disponibili, alle norme ISO, nazionali o ad altre norme internazionali al fine di garantire la presenza di dati di qualità scientifica equivalente, compresi i dati seguenti:

	Tecnica	Applicabilità
a	Misurazioni continue dei parametri di processo atte a dimostrarne la stabilità, quali temperatura, tenore di O ₂ , pressione e flusso	Generalmente applicabile ai processi effettuati nei forni
b	Monitoraggio e stabilizzazione dei parametri di processo fondamentali, ad esempio alimentazione di materie prime e combustibili, dosaggio regolare e tenore di ossigeno in eccesso	
c	Misurazioni continue o periodiche di polvere ed emissioni di polveri di NO _x , SO _x e CO	Generalmente applicabile ai processi dei forni
d	Misurazioni continue o periodiche delle emissioni di polveri	Applicabile ai processi non effettuati nei forni Per le piccole fonti (<10 000 Nm ³ /h) la frequenza delle misurazioni o dei controlli dell'efficienza dovrebbe basarsi su quanto stabilità dal sistema di gestione della manutenzione

Descrizione

La scelta tra le misurazioni continue o periodiche di cui alle BAT 55, c), si basa sulla fonte delle emissioni e sul tipo di inquinante previsto.

Nel caso delle misurazioni periodiche delle emissioni di polveri, nonché di NO_x, SO_x e CO, l'indicazione fornita è di condurre tali misurazioni con una frequenza di almeno una volta al mese e fino a una volta l'anno e in condizioni di esercizio normale.

1.4.2 Consumo di energia

56. Per ridurre al minimo il consumo di energia termica, le BAT prevedono l'applicazione combinata delle seguenti tecniche:

	Tecnica	Descrizione	Applicabilità
a	Utilizzo di impianti migliori e ottimizzati e ottenimento di una marcia del forno stabile e costante attraverso le seguenti operazioni: I. ottimizzazione del controllo del processo II. recupero del calore dagli effluenti gassosi provenienti dai forni e dagli impianti di raffreddamento	Il calore recuperato dagli effluenti gassosi provenienti dal riscaldamento preliminare della magnesite può essere utilizzato per ridurre gli usi dell'energia da combustibili. Il calore recuperato dal forno può essere utilizzato per l'asciugatura di combustibili, materie e taluni materiali da insaccare	L'ottimizzazione del controllo del processo è applicabile a tutti i tipi di forni impiegati nell'industria dell'ossido di magnesio.
b	Utilizzo di combustibili che presentano caratteristiche in grado di influenzare positivamente il consumo di energia termica	Le caratteristiche dei combustibili, ad esempio un elevato potere calorifico e un basso contenuto di umidità, influenzano positivamente il consumo di energia termica	Generalmente applicabile in base alla disponibilità dei combustibili, del tipo di forno impiegato, delle qualità attese del prodotto e della possibilità tecnica di iniettare i combustibili nel forno selezionato.
c	Limitazione dell'aria in eccesso	Il livello di ossigeno in eccesso necessario per ottenere la qualità richiesta dei prodotti e condizioni di combustione ottimali è solitamente, nella pratica, compresa tra 1 e 3 %	Generalmente applicabile

Livelli di consumi associati alle BAT

Il consumo di energia termica associato alle BAT è pari a 6 – 12 GJ/t, in funzione del processo e dei prodotti⁽¹⁾.

57. Per ridurre al minimo il consumo di energia elettrica, le BAT prevedono di utilizzare singolarmente o in combinazione le seguenti tecniche:

	Tecnica
a	Utilizzo di sistemi di gestione dell'energia elettrica
b	Utilizzo di apparecchiature di macinazione e altri apparecchi elettrici ad alta efficienza energetica.

1.4.3 Emissioni di polveri**1.4.3.1 Emissioni di polveri diffuse**

58. Per ridurre al minimo/evitare le emissioni di polveri diffuse provenienti da operazioni che generano polvere, le BAT prevedono l'applicazione combinata delle seguenti tecniche:

	Tecnica
a	Assetto semplice e lineare del sito dell'installazione
b	Buone pratiche di manutenzione di edifici e strade, accanto a una manutenzione adeguata e completa dell'impianto
c	Bagnatura delle scorte di materie prime
d	Protezione/chiusura delle aree delle operazioni che generano polvere, quali macinazione e vagliatura
e	Utilizzo di nastri trasportatori ed elevatori coperti, realizzati come sistemi chiusi, qualora esista la probabilità di rilascio di emissioni di polveri diffuse da materiale che genera polvere

⁽¹⁾ Tale intervallo riflette soltanto le informazioni riportate per il capitolo sugli ossidi di magnesio del documento di riferimento sulle migliori tecniche disponibili (BAT — Best Available Techniques) (BREF). Non sono state riportate informazioni più specifiche relativamente alle tecniche più efficaci e ai prodotti realizzati.

Tecnica	
f	Utilizzo di sili di stoccaggio di capacità adeguate e applicazione di filtri per la gestione dell'aria impregnata di polveri spostata durante le operazioni di riempimento
g	Applicazione di un processo di circolazione per gli impianti di trasporto pneumatici
h	Riduzione degli ingressi di aria falsa e di fuoriuscite
i	Utilizzo di dispositivi automatici e sistemi di controllo
k	Esecuzione di operazioni continue svolte in assenza di complicazioni

1.4.3.2 Emissioni di polveri convogliate prodotte dalle operazioni che generano polvere diverse dalle operazioni previste nell'ambito dei processi di cottura in forno

59. Per ridurre le emissioni di polveri convogliate prodotte dalle operazioni che generano polvere diverse dalle operazioni previste nell'ambito dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono la depolverazione degli effluenti gassosi tramite filtro applicando, singolarmente o in combinazione, una delle seguenti tecniche, nonché l'applicazione di un sistema di gestione della manutenzione che prenda in considerazione in modo specifico l'efficienza dei filtri utilizzati:

	Tecnica ⁽¹⁾	Applicabilità
a	Filtri a tessuto	Generalmente applicabile a tutte le unità coinvolte nel processo di produzione dell'ossido di magnesio, in particolare per le operazioni che generano polvere, la vagliatura e la macinatura
b	Separatori centrifughi/cycloni	A causa del sistema che consente un livello di separazione solo limitato, i cycloni si applicano prevalentemente come separatori preliminari per le polveri grossolane e gli effluenti gassosi
c	Separatori di polveri per via umida	Generalmente applicabile

(1) La descrizione delle tecniche è riportata nella sezione 1.7.1

Livelli di emissioni associate alle BAT

I BAT-AEL per le emissioni di polveri convogliate prodotte dalle operazioni che generano polvere diverse dalle operazioni previste nell'ambito dei processi di cottura in forno sono 10 mg/Nm^3, come valore medio giornaliero o valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni puntuali di almeno mezz'ora).

Giova rilevare che per le fonti piccole ($10\,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$) si deve prendere in considerazione un approccio che tenga conto delle priorità, basato su un sistema di gestione della manutenzione che tenga in considerazione in modo specifico la frequenza dei controlli dell'efficienza dei filtri utilizzati per queste fonti (cfr. BAT 55).

1.4.3.3 Emissioni di polveri dal processo di cottura in forno

60. Per ridurre le emissioni dovute agli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono la depolverazione degli effluenti gassosi tramite filtro utilizzando, singolarmente o in combinazione, le seguenti tecniche:

	Tecnica ⁽¹⁾	Applicabilità
a	Precipitatori elettrostatici (ESP)	Gli ESP sono applicabili prevalentemente nei forni rotanti. Sono applicabili a temperature degli effluenti gassosi superiori al punto di rugiada e fino al limite massimo di 370 – 400 °C
b	Filtri a tessuto	In linea di principio, i filtri a tessuto per la rimozione delle polveri dagli effluenti possono venire applicati a tutte le unità coinvolte nel processo di produzione degli ossidi di magnesio. Sono applicabili a temperature degli effluenti gassosi superiori al punto di rugiada e fino al limite massimo di 280 °C. Per la produzione di magnesite calcinata caustica (MCC) e magnesia sinterizzata/stracotta (MCM), occorre utilizzare filtri a tessuto speciali realizzati in materiali resistenti alle temperature a causa delle alte temperature, della natura corrosiva e del volume elevato degli effluenti gassosi provenienti dal processo di cottura in forno. Tuttavia, l'esperienza maturata nell'industria dell'ossido di magnesio con la produzione di MCM evidenzia che non esistono dispositivi adatti per gli effluenti gassosi che presentano temperature di circa 400 °C per la produzione di ossido di magnesio.

	Tecnica ⁽¹⁾	Applicabilità
c	Separatori centrifughi/cycloni	In considerazione del grado di centrifuga limitato causato dal sistema, i cycloni sono prevalentemente applicabili come separatori preliminari per le polveri grossolane e gli effluenti gassosi
d	Separatori di polveri per via umida	Generalmente applicabile

⁽¹⁾ La descrizione delle tecniche è riportata nella sezione 1.7.1

Livelli di emissioni associate alle BAT

I BAT-AEL per le emissioni di polveri dagli effluenti gassosi originati dai processi di cottura in forno sono <20 – 35 mg/Nm³, calcolati come valore medio giornaliero o valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni puntuali di almeno mezz'ora).

1.4.4 Composti gassosi

1.4.4.1 Tecniche primarie generali per la riduzione delle emissioni di composti gassosi

61. Per ridurre le emissioni di composti gassosi (ad esempio, NO_x, HCl, SO_x, CO) dovute agli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono di utilizzare singolarmente o in combinazione le seguenti tecniche:

	Tecnica	Applicabilità
a	Scelta e controllo accurati dei combustibili immessi nel forno al fine di ridurre i precursori di sostanze inquinanti, ovvero: I. scelta di combustibili a basso tenore di zolfo, se disponibili di cloro e azoto II. scelta di materie prime a basso tenore di materia organica III. scelta di combustibili derivati da rifiuti adatti al processo e al bruciatore	Generalmente applicabile in base alla disponibilità delle materie prime e dei combustibili, del tipo di forno impiegato, delle qualità attese del prodotto e della possibilità tecnica di iniettare i combustibili nel forno selezionato. I materiali di scarto possono essere considerati combustibili nell'industria dell'ossido di magnesio, tuttavia non sono stati utilizzati in tale settore nel 2007
b	Utilizzo di misure/tecniche di ottimizzazione del processo volte a garantire una marcia del forno stabile e costante, che avvenga in prossimità all'aria stechiometrica richiesta	L'ottimizzazione del controllo del processo è applicabile a tutti i tipi di forni impiegati nell'industria dell'ossido di magnesio. Tuttavia, può rivelarsi necessario applicare un sistema di controllo del sistema altamente sofisticato

1.4.4.2 Emissioni di NO_x

62. Per ridurre le emissioni di NO_x dovute agli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono di utilizzare una combinazione delle seguenti tecniche:

	Tecnica	Applicabilità
a	Scelta accurata del combustibile accanto alla limitazione del tenore di azoto del combustibile	Generalmente applicabile condizionatamente alla disponibilità dei combustibili
b	Ottimizzazione del processo e miglioramento della tecnica di cottura.	Generalmente applicabile all'industria dell'ossido di magnesio.

Livelli di emissioni associate alle BAT

I BAT-AEL per le emissioni di NO_x dagli effluenti gassosi originati dai processi di cottura in forno sono <500 – 1 500 mg/Nm³, calcolati come valore medio giornaliero o valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni puntuali di almeno mezz'ora) ed espressi come NO₂. I valori BAT-AEL più alti si riferiscono al processo MCM ad alta temperatura

1.4.4.3 Emissioni di CO e disinnesti del sistema filtrante per eccessiva concentrazione di CO

1.4.4.3.1 Emissioni di CO

63. Per ridurre le emissioni di CO dovute agli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono di utilizzare una combinazione delle seguenti tecniche:

	Tecnica	Descrizione
a	Scelta di materie prime con basso contenuto di materia organica	Parte delle emissioni di CO proviene dalla materia organica delle materie prime, pertanto la scelta di materie prime con un basso contenuto di materia organica può contribuire a ridurre le emissioni di CO
b	Ottimizzazione del controllo del processo	Una combustione completa e corretta è fondamentale per la riduzione delle emissioni di CO. È possibile controllare l'aria proveniente dall'impianto di raffreddamento e l'aria primaria, nonché l'aria proveniente dal camino di scarico, al fine di mantenere un livello di ossigeno compreso tra 1 (prodotti sinterizzati) e 1,5 % (prodotti caustici) durante la combustione. Un cambiamento delle condizioni relative all'aria e al combustibile immesso è in grado di ridurre le emissioni di CO. Inoltre, le emissioni di CO possono essere diminuite modificando la profondità del bruciatore
c	Alimentazione dei combustibili controllata in modo costante e continuo	L'aggiunta controllata di combustibile comprende varie operazioni, ad esempio: <ul style="list-style-type: none"> — utilizzo di linee di alimentazione a peso e valvole rotative di precisione per l'alimentazione del coke da petrolio e/o — utilizzo di flussometri e valvole di precisione per la regolazione dell'alimentazione di olio combustibile denso o gas presso il bruciatore del forno

Applicabilità

Le tecniche di riduzione delle emissioni di CO sono generalmente applicabili nell'industria dell'ossido di magnesio. La scelta di materie prime a basso tenore di materia organica è condizionata dalla disponibilità delle materie prime.

Livelli di emissione associati alle BAT

Il BAT-AEL per le emissioni di CO dagli effluenti gassosi originati dai processi di cottura in forno è <50 – 1 000 mg/Nm³, calcolato come valore medio giornaliero o valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni puntuali di almeno mezz'ora).

1.4.4.3.2 Riduzione dei disinnesti del sistema filtrante per eccessiva concentrazione di CO

64. Per minimizzare la frequenza dei disinnesti del sistema filtrante per eccessiva concentrazione di CO nell'utilizzo di precipitatori elettrostatici, le BAT prevedono l'utilizzo delle seguenti tecniche:

	Tecnica
a	Gestione dei disinnesti del sistema filtrante dovuti all'eccessiva concentrazione di CO per ridurre il tempo di inattività degli ESP
b	Misurazioni continue e automatiche di CO mediante apparecchiature di controllo con brevi tempi di risposta e collocate vicino alla fonte del CO

Descrizione

Per motivi di sicurezza, a causa del rischio di esplosioni gli ESP dovranno essere disattivati in presenza di livelli di CO negli effluenti gassosi elevati. Le tecniche seguenti consentono di prevenire i disinnesti del sistema filtrante dovuti all'eccessiva concentrazione di CO e dunque ridurre i periodi di inattività degli ESP:

- controllo del processo di combustione;
- controllo del carico organico delle materie prime;
- controllo della qualità dei combustibili e del sistema di alimentazione del combustibile.

Le interruzioni si verificano prevalentemente durante la fase di avvio dell'operazione. A fini di sicurezza, gli analizzatori di gas incaricati della protezione degli ESP devono essere in linea durante tutte le fasi operative e il periodo di interruzione degli ESP può essere ridotto mediante un sistema di monitoraggio ausiliare sempre in funzione.

Il sistema di monitoraggio continuo di CO deve essere ottimizzato relativamente al tempo di reazione e va posizionato vicino a una fonte di CO, ad esempio all'uscita di una torre del preriscaldatore o all'ingresso del forno in caso di impianto che utilizza il processo per via umida.

Applicabilità

Generalmente applicabile ai forni provvisti di precipitatori elettrostatici (ESP).

1.4.4.4 Emissioni di SO_x

65. Per ridurre le emissioni di SO_x dovute agli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno, le BAT prevedono di utilizzare una combinazione delle seguenti tecniche primarie e secondarie:

	Tecnica	Applicabilità
a	Tecniche di ottimizzazione del processo	Generalmente applicabili
b	Scelta di combustibili a basso tenore di zolfo	Generalmente applicabile condizionatamente alla disponibilità di combustibili a basso tenore di zolfo, che può dipendere dalla politica energetica dello Stato membro. La scelta del combustibile dipende altresì dalla qualità del prodotto finale, dalla fattibilità tecnica e da considerazioni di natura economica
c	Tecnica di aggiunta di adsorbenti a secco (aggiunta di adsorbenti nella corrente degli effluenti gassosi, quali tipi di MgO reattivi, calce idrata, carbone attivo, ecc.), in combinazione con un filtro ⁽¹⁾	Generalmente applicabile
d	Sistemi di abbattimento a umido ⁽¹⁾	L'applicabilità può essere limitata nelle zone aride dal grande volume di acqua necessaria, dalla necessità di trattamento delle acque reflue e dai relativi effetti incrociati

⁽¹⁾ La descrizione della misura/tecnica è riportata nella sezione 1.7.2

Livelli di emissioni associate alle BAT

Cfr. tabella 15.

Tabella 15

Livelli di emissioni associate alle BAT per SO_x derivanti dagli effluenti gassosi dei processi di cottura in forno nell'industria dell'ossido di magnesio

Parametro	Unità di misura	BAT-AEL ⁽¹⁾ ⁽²⁾ (valore medio giornaliero o valore medio riferito al periodo di campionamento (misurazioni puntuali di almeno mezz'ora))
SO _x espresso come SO ₂	mg/Nm ³	<50 – 400 ⁽³⁾

⁽¹⁾ Il BAT-AEL dipende dalla quantità di zolfo contenuta nelle materie prime e nei combustibili. Il limite inferiore dell'intervallo è associato all'utilizzo di materie prime a basso tenore di zolfo e all'uso di gas naturale; il valore superiore dell'intervallo è associato all'uso di materie prime con un tenore di zolfo superiore e/o all'uso di combustibili contenenti zolfo.

⁽²⁾ Occorre tenere conto degli effetti incrociati per valutare quale combinazione di BAT è la migliore per ridurre le emissioni di SO_x.

⁽³⁾ Qualora non sia applicabile un sistema di abbattimento a umido, i BAT-AEL dipendono dal tenore di zolfo delle materie prime e dei combustibili. In tal caso, il BAT-AEL è <1 500 mg/Nm³ e occorre garantire un'efficienza di rimozione delle emissioni di SO_x pari almeno al 60 %.

1.4.5 Perdite/rifiuti del processo

66. Per limitare/ridurre al minimo le perdite/i rifiuti del processo, le BAT prevedono il riutilizzo di vari tipi di polveri di carbonato di magnesio abbattute nel processo.

Applicabilità

Generalmente applicabile ma condizionatamente alla composizione della sostanza chimica delle polveri

67. Per limitare/ridurre al minimo le perdite/i rifiuti del processo, le BAT prevedono il riutilizzo di vari tipi di polveri di carbonato di magnesio abbattute e non riciclabili in altri prodotti commercializzabili.

Applicabilità

L'utilizzo delle polveri di carbonato di magnesio in altri prodotti commercializzabili è un'attività che potrebbe non rientrare nel controllo dell'operatore

68. Per limitare/ridurre al minimo le perdite/i rifiuti del processo, le BAT prevedono il riutilizzo nello stesso processo o in altri settori dei fanghi prodotti dal processo di desolfurazione degli effluenti gassosi per via umida.

Applicabilità

L'utilizzo dei fanghi prodotti dal processo di desolforazione degli effluenti gassosi per via umida in altri settori potrebbe non rientrare nel controllo dell'operatore.

1.4.6 *Utilizzo dei rifiuti come combustibili e/o materie prime*

69. Per garantire le caratteristiche dei rifiuti da utilizzare come combustibili e/o materie prime nei forni da ossido da magnesio, le BAT prevedono l'applicazione delle seguenti tecniche:

	Tecnica
a	scegliere rifiuti adatti al processo e al bruciatore
b	applicare sistemi di assicurazione della qualità per garantire le caratteristiche dei rifiuti e per analizzare i rifiuti da utilizzare relativamente ai seguenti criteri: I. disponibilità II. qualità costante III. criteri fisici, ad esempio formazione di emissioni, ruvidezza, reattività, attitudine alla combustione, potere calorifico IV. criteri chimici, ad esempio tenore di cloro, zolfo, metalli alcalini, fosfati, nonché di altri metalli da considerare (ad esempio, tenore totale di cromo, piombo, cadmio, mercurio, tallio)
c	controllare il valore quantitativo dei parametri di interesse, ad esempio tenore totale di alogeni, metalli da considerare (tra cui cromo totale, piombo, cadmio, mercurio, tallio) e zolfo

Applicabilità

I rifiuti possono essere utilizzati come combustibili e/o materie prime nell'industria dell'ossido di magnesio (sebbene non siano stati applicati in tale settore nel 2007) previa verifica della disponibilità, del tipo di forno impiegato, delle qualità attese del prodotto e della possibilità tecnica di alimentare il forno con tali combustibili.

DESCRIZIONE DELLE TECNICHE

1.5 Descrizione delle tecniche per l'industria del cemento1.5.1 *Emissioni di polveri*

	Tecnica	Descrizione
a	Precipitatori elettrostatici (<i>electrostatic precipitators</i> , ESP)	<p>I precipitatori elettrostatici (<i>electrostatic precipitators</i>, ESP) generano un campo elettrostatico lungo il percorso del particolato all'interno della corrente gassosa. Le particelle si caricano negativamente e migrano verso le piastre di raccolta, caricate positivamente. Le piastre di raccolta vengono scosse o fatte vibrare periodicamente al fine di spostare il materiale e farlo cadere nei contenitori per la raccolta sottostanti. È importante ottimizzare i cicli di scuotimento dei precipitatori elettrostatici per ridurre al minimo la possibilità che il particolato venga nuovamente ripreso (dalla corrente gassosa) e quindi ridurre al minimo la possibilità di influenzare la visibilità del pennacchio.</p> <p>I precipitatori elettrostatici si caratterizzano per la loro capacità di funzionare in condizioni di temperatura (fino a circa 400 °C) e umidità elevate. I maggiori svantaggi di questa tecnica sono la ridotta efficienza in presenza di uno strato isolante e un accumulo di materiale generato dall'immissione di elevate quantità di cloro e zolfo. Per garantire l'efficienza complessiva nell'utilizzo degli ESP è importante evitare disinnesti del sistema filtrante per eccessiva concentrazione di CO.</p> <p>Sebbene non vi siano limiti tecnici all'applicabilità degli ESP nei vari processi applicati nell'industria del cemento, questa tecnica non viene spesso scelta per la depolverazione nei cementifici a causa degli elevati costi di investimento e di considerazioni legate all'efficienza (connessa a una quantità relativamente alta di emissioni) durante le fasi di avvio e fermata.</p>
b	Filtri a tessuto	<p>I filtri a tessuto sono degli efficienti raccoglitori di polvere. Il principio alla base della filtrazione a tessuto consiste nell'utilizzo di una membrana di tessuto permeabile ai gas, ma in grado di trattenere le polveri. Il filtro presenta essenzialmente una struttura geometrica. Le polveri si depositano inizialmente sulle fibre in superficie e in profondità nel tessuto, tuttavia, man mano che lo strato superficiale aumenta di spessore sono le polveri stesse a svolgere la funzione di filtro principale. L'effluente gassoso può fluire sia dall'interno del sacchetto verso l'esterno che viceversa. Con l'ispessimento del sacchetto di polvere, la resistenza al flusso di gas aumenta. Occorre pertanto pulire periodicamente il filtro per controllare l'eventuale perdita di</p>

	Tecnica	Descrizione
		<p>pressione del gas nel filtro. Il filtro a tessuto dovrebbe presentare diversi compartimenti singolarmente isolabili in caso di mancato funzionamento del sacchetto. I compartimenti dovrebbero essere presenti in numero sufficiente a garantire il mantenimento dell'efficienza del filtro in caso di disattivazione di uno di essi. Ogni compartimento dovrebbe essere provvisto di un rivelatore di rottura del sacchetto in grado di segnalare la necessità di manutenzione, qualora si verifici tale eventualità. I filtri a sacchetto sono disponibili in vari materiali tessuti e non tessuti. I moderni tessuti sintetici sono in grado di funzionare fino a temperature abbastanza elevate pari a circa 280 °C.</p> <p>L'efficienza dei filtri a tessuto è prevalentemente influenzata da vari parametri, quali la compatibilità del filtro con le caratteristiche dell'effluente gassoso, la presenza di adeguate proprietà di resistenza termica, fisica e chimica, come l'idrolisi, il contenuto acido e alcalino, le caratteristiche di ossidazione e la temperatura del processo. Nella scelta della tecnica è opportuno tenere conto dell'umidità e della temperatura degli effluenti gassosi.</p>
c	Filtri ibridi	I filtri ibridi sono una combinazione tra gli ESP e i filtri a tessuto all'interno dello stesso dispositivo. Si ottengono generalmente dalla conversione di ESP esistenti e consentono il parziale riutilizzo delle apparecchiature esistenti.

1.5.2 Emissioni di NO_x

	Tecnica	Descrizione
a	Misure/tecniche primarie	
	I. Raffreddamento della fiamma	L'aggiunta di acqua al combustibile o direttamente alla fiamma, ad esempio l'iniezione di un fluido (liquido) o due fluidi (liquido e aria compressa o solidi), ovvero l'utilizzo di rifiuti liquidi/solidi con un elevato contenuto di acqua riduce la temperatura e aumenta la concentrazione di radicali idrossili. Ciò può avere effetti positivi in termini di riduzione delle emissioni di NO _x nell'area di combustione.
	II Bruciatori a basse emissioni di NO _x	<p>I modelli di bruciatori a basse emissioni di NO_x (accensione indiretta) variano nei dettagli, tuttavia il combustibile e l'aria vengono in linea di massima iniettati nel forno mediante tubi concentrici. La percentuale di aria primaria è ridotta a circa il 6 – 10 % dell'aria richiesta per i processi di combustione stechiometrica (tipicamente pari al 10 – 15 % nei bruciatori tradizionali). L'aria assiale viene iniettata con forte impulso nel canale esterno. Il carbone può essere soffiato attraverso la tubatura centrale o il canale intermedio. Un terzo canale viene utilizzato per il vortice d'aria, il cui movimento è causato dalla presenza di palette poste in prossimità dell'uscita del tubo di accensione o dietro di essa. Questo modello di bruciatore ha l'effetto di indurre molto presto l'accensione, in particolare dei composti volatili presenti nel combustibile, in un'atmosfera priva di ossigeno, e ciò tenderà a ridurre la formazione di NO_x.</p> <p>L'utilizzo di bruciatori a basse emissioni di NO_x non è sempre seguito da una riduzione delle emissioni di NO_x, pertanto la struttura del bruciatore deve essere ottimizzata.</p>
	III Mid-kiln firing	<p>Nei forni che utilizzano il processo lungo per via umida e il processo lungo per via secca la creazione di un'area favorevole alla riduzione delle emissioni grazie all'utilizzo di combustibili in pezzatura grossa contribuisce a ridurre la quantità di NO_x emessa. I forni che utilizzano il processo lungo non hanno solitamente accesso a un'area di temperatura di circa 900 – 1 000 °C, pertanto gli impianti di tipo <i>mid-kiln firing</i> possono essere installati per alimentare combustibili derivati da rifiuti che non riuscirebbero a essere alimentati nel bruciatore principale (ad esempio, gli pneumatici).</p> <p>La velocità di combustione dei combustibili può rappresentare un fattore fondamentale. Se la combustione è troppo lenta, nell'area di combustione si possono verificare condizioni di riduzione delle emissioni in grado di influenzare negativamente la qualità del prodotto. Se è troppo veloce, si rischia il surriscaldamento nell'area delle catene del forno, con il conseguente logorio delle catene stesse. Un intervallo di temperatura inferiore a 1 100 °C esclude l'impiego di rifiuti pericolosi con un contenuto di cloro superiore all'1 %</p>
	IV Aggiunta di agenti mineralizzanti per migliorare l'attitudine alla cottura della farina cruda (clinker mineralizzato)	L'aggiunta di agenti mineralizzanti, come il fluoro, alla materia prima è una tecnica volta a regolare la qualità del clinker e permettere la riduzione della temperatura della zona di sinterizzazione. La riduzione/l'abbassamento della temperatura di combustione comporta altresì la riduzione delle emissioni di NO _x .

	Tecnica	Descrizione
	V Ottimizzazione del processo	La riduzione delle emissioni di NO_x può essere conseguita attraverso l'ottimizzazione del processo, ovvero facilitando e ottimizzando le condizioni di funzionamento e accensione del forno, ottimizzando il controllo del funzionamento del forno e/o alimentando in modo omogeneo i materiali in esso immessi. Si applicano a tal fine misure/tecniche primarie generali di ottimizzazione, quali misure/tecniche di controllo del processo, una migliore tecnica di accensione indiretta, connessioni con l'impianto di raffreddamento e scelta del combustibile ottimizzate e livelli di ossigeno ottimizzati
b	Combustione a stadi (con combustibili convenzionali o derivati da rifiuti), anche in combinazione con l'uso di un precalcinatore e di un mix di combustibili ottimizzato.	La combustione a stadi si applica nei forni da cemento provvisti di un apposito precalcinatore. Il primo stadio della combustione avviene nel forno rotativo in condizioni ottimali per il processo di combustione del clinker. Il secondo stadio della combustione è rappresentato da un bruciatore all'ingresso del forno, che produce un'atmosfera favorevole alla riduzione delle emissioni in grado di decomporre una parte degli ossidi di azoto generati nell'area di sinterizzazione. La temperatura elevata in quest'area favorisce in modo particolare la reazione in grado di riconvertire il composto NO_x nell'azoto elementare. Nel terzo stadio della combustione il combustibile di calcinazione viene immesso nel calcinatore insieme a una determinata quantità di aria terziaria, generando un'atmosfera che favorisce la riduzione delle emissioni anche in questa zona. Tale sistema limita la creazione di NO_x dal combustibile e riduce la quantità di NO_x in uscita dal forno. Durante il quarto e il quinto stadio della combustione l'aria terziaria residua viene immessa nel sistema come aria superiore necessaria alla combustione residua
c	Riduzione selettiva non catalitica (<i>selective non-catalytic reduction, SNCR</i>)	La riduzione selettiva non catalitica (<i>selective non-catalytic reduction, SNCR</i>) prevede che venga iniettata una soluzione acquosa di ammoniaca (fino al 25 % NH_3), di composti precursori dell'ammoniaca o di una soluzione di urea nel gas di combustione al fine di ridurre NO in N_2 . La reazione produce un effetto ottimale all'interno di un intervallo di temperatura compreso tra circa 830 e 1 050 °C; occorre fornire un tempo di residenza sufficiente affinché gli agenti iniettati possano reagire con la NO
d	Riduzione selettiva catalitica (<i>selective catalytic reduction, SCR</i>)	La riduzione selettiva catalitica (<i>selective catalytic reduction, SCR</i>) riduce NO e NO_2 a N_2 con l'aiuto di NH_3 e di un catalizzatore a una temperatura compresa tra 300 – 400 °C. Tale tecnica viene ampiamente utilizzata per l'abbattimento dell' NO_x in altri settori (centrali a carbone, impianti di incenerimento dei rifiuti). Nell'industria del cemento si applicano essenzialmente due sistemi: una configurazione per effluenti a bassa concentrazione di polveri tra un'unità di depolverazione e un camino, e una configurazione per effluenti ad elevata concentrazione di polveri tra un preriscaldatore e un'unità di depolverazione. Gli impianti con effluenti gassosi a bassa concentrazione di polveri prevedono che gli effluenti gassosi vengano riscaldati nuovamente dopo la fase di depolverazione, con possibili conseguenze in termini di costi energetici aggiuntivi e perdite di pressione. Si ritiene che gli impianti per effluenti ad elevata concentrazione polveri siano da preferire per una serie di considerazioni tecniche ed economiche. Questi impianti non necessitano di preriscaldamento in quanto la temperatura degli effluenti gassosi all'uscita del preriscaldatore è solitamente la temperatura corretta per il funzionamento della tecnica SCR

1.5.3 Emissioni di SO_x

	Tecnica	Descrizione
a	Aggiunta di adsorbenti	<p>Gli adsorbenti vengono aggiunti alle materie prime (ad esempio, aggiunta di calce idrata) o iniettati nel flusso gassoso (ad esempio, calce idrata o spenta ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), calce viva (CaO), ceneri volanti attive a elevato tenore di CaO o bicarbonato di sodio (NaHCO_3)).</p> <p>La calce idrata può essere caricata nell'impianto di macinazione del crudo insieme ai costituenti delle materie prime o aggiunta direttamente al materiale con cui viene alimentato il forno. L'aggiunta di calce idrata presenta il vantaggio che l'additivo contenente il calcio genera prodotti di reazione che possono essere direttamente incorporati nel processo di cottura del clinker.</p> <p>L'iniezione di adsorbenti nel flusso gassoso può avvenire per via secca o umida (abbattimento per via semisecca). L'adsorbente viene iniettato lungo il percorso dell'effluente gassoso a temperature vicine al punto di rugiada, creando in tal modo condizioni più favorevoli per la cattura delle emissioni di SO_2. Nei forni da cemento tale intervallo di temperatura viene solitamente raggiunto nell'area tra l'impianto per la macinazione del crudo e il filtro</p>

	Tecnica	Descrizione
b	Sistemi di abbattimento a umido	<p>I sistemi di abbattimento a umido sono la tecnica più comunemente usata per la desolforazione degli effluenti gassosi nelle centrali a carbone. Per i processi di produzione del cemento, il processo a umido di riduzione delle emissioni di SO₂ costituisce una tecnica consolidata. L'abbattimento a umido si basa sulla seguente reazione chimica:</p> $\text{SO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \leftrightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ <p>SO_x adsorbiti da un liquido/fango spruzzato da una torre di nebulizzazione. L'adsorbente solitamente impiegato è il carbonato di calcio. I sistemi di abbattimento a umido presentano i valori di efficienza più elevati per i gas acidi solubili tra tutti i metodi di desolforazione degli effluenti gassosi (<i>flue-gas desulphurisation</i>, FGD) a fronte dei rapporti stechiometrici in eccesso più bassi e della percentuale più bassa di rifiuti solidi generati. La tecnica necessita di una determinata quantità di acqua, con la conseguente necessità di effettuare il trattamento delle acque reflue</p>

1.6 Descrizione delle tecniche per l'industria della calce

1.6.1 Emissioni di polveri

	Tecnica	Descrizione
a	Precipitatori elettrostatici (<i>electrostatic precipitators</i> , ESP)	<p>La descrizione generale degli ESP è riportata nella sezione 1.5.1.</p> <p>Gli ESP sono adatti ad applicazioni a temperature superiori al punto di rugiada e massime di 400 °C. Inoltre, possono essere anche utilizzati vicino o al di sotto del punto di rugiada. Sono prevalentemente i forni rotanti senza preriscaldatore, ma anche i forni rotanti con preriscaldatore a essere provvisti di ESP a causa degli alti volumi dei fumi e del relativamente alto contenuto di polveri. Se i forni vengono usati in combinazione con una torre di lavaggio è possibile raggiungere ottimi risultati in termini di efficienza</p>
b	Filtri a tessuto	<p>La descrizione generale dei filtri a tessuto è riportata nella sezione 1.5.1.</p> <p>L'applicazione di filtri a tessuto è particolarmente indicata nei forni e negli impianti di macinazione e vagliatura per la calce viva e il calcare, negli impianti di idratazione della calce, per il trasporto di materiali, nonché nelle strutture di stoccaggio e carico. Risulta spesso utile associare l'utilizzo di tali filtri con prefiltri a cicloni. Il funzionamento dei filtri a tessuto è limitato dalle condizioni degli effluenti gassosi, quali temperatura, umidità, carico di polveri e composizione chimica. Vi sono vari tessuti disponibili resistenti all'usura meccanica, termica e chimica in grado di soddisfare tali condizioni</p>
c	Separatori di polveri per via umida	<p>I separatori di polveri per via umida permettono di eliminare le polveri dai flussi di effluenti gassosi portando il flusso gassoso a stretto contatto con il liquido del sistema di abbattimento (solitamente acqua), affinché le particelle di polveri siano trattenute nel liquido e possano essere sciacquate via. Esistono vari tipi di sistemi di abbattimento a umido per la rimozione delle polveri. I tipi principali utilizzati nei forni da calce sono i sistemi di abbattimento a umido a cascata multipla/multistadio, i sistemi di abbattimento a umido dinamici e i sistemi di abbattimento a umido Venturi. Gran parte dei sistemi di abbattimento a umido utilizzati nei forni da calce sono di tipo a cascata multipla/multistadio.</p> <p>I sistemi di abbattimento a umido vengono scelti quando le temperature degli effluenti gassosi sono vicine o inferiori al punto di rugiada, ovvero quando lo spazio a disposizione è limitato. I sistemi di abbattimento a umido sono a volte utilizzati con gas ad alte temperature; in tal caso, l'acqua raffredda i gas e ne riduce il volume</p>
d	Separatori centrifughi/cicloni	<p>In un separatore centrifugo/ciclone, le particelle di polvere da eliminare dal flusso di effluente gassoso vengono separate forzatamente contro la parete esterna dell'apparecchiatura dalla forza centrifuga e successivamente eliminate attraverso un'apertura sul fondo dell'apparecchiatura. Le forze centrifughe possono essere sviluppate orientando il flusso gassoso in un movimento a spirale verso il basso in un recipiente cilindrico (separatore a cicloni) o mediante una turbina in rotazione inserita nell'unità (separatori centrifughi meccanici). Tali separatori sono tuttavia adatti solo come preseparatori per via della loro ridotta efficienza nell'eliminare le particelle, ma consentono comunque di ridurre il carico di polveri negli ESP e nei filtri a tessuto e limitare i problemi di abrasione</p>

1.6.2 Emissioni di NO_x

	Tecnica	Descrizione
a	Modello del bruciatore (bruciatore low-NO _x)	I bruciatori low-NO _x sono utili per ridurre la temperatura della fiamma e limitare in tal modo le emissioni di NO _x di origine termica e (in qualche misura) derivanti dal combustibile impiegato. La riduzione delle emissioni di NO _x si ottiene introducendo aria di diluizione per l'abbassamento della temperatura della fiamma o il funzionamento pulsante dei bruciatori. I bruciatori low-NO _x sono progettati per ridurre la quota di aria primaria che causa la minore formazione di emissioni di NO _x mentre i tradizionali bruciatori multicanale funzionano con una quota di aria primaria compresa tra il 10 e il 18 % dell'aria di combustione totale. La percentuale maggiore di aria primaria genera una fiamma breve e intensa a causa della precedente miscelazione tra aria calda secondaria e combustibile. Ciò produce temperature della fiamma elevate e genera al contempo una quantità considerevole di emissioni di NO _x che possono essere evitate attraverso l'uso di bruciatori low-NO _x .
b	Air staging	Una zona di riduzione delle emissioni può essere creata riducendo l'apporto di ossigeno nelle aree di reazione primarie. Le temperature elevate in questa zona favoriscono in modo particolare la reazione in grado di riconvertire il composto NO _x in azoto elementare. Nelle aree di combustione successive si incrementa l'aria e l'ossigeno immessi per indurre l'ossidazione dei gas formati. Occorre la giusta miscela aria/gas nella zona di accensione per garantire che le concentrazioni di CO e di NO _x siano entrambe mantenute a livelli bassi. Nel 2007, l'air staging non era mai stata applicata al settore della calce.
c	Riduzione selettiva non catalitica (<i>selective non-catalytic reduction</i> , SNCR)	Gli ossidi di azoto (NO e NO ₂) provenienti dagli effluenti gassosi vengono rimossi attraverso il processo di riduzione selettiva non catalitica e convertiti in azoto e acqua iniettando un agente riducente nel forno che reagisce con gli ossidi di azoto. L'ammoniaca o l'urea vengono spesso utilizzate come agenti riducenti. Le reazioni avvengono a temperature comprese tra 850 e 1 020 °C, laddove l'intervallo ottimale è tipicamente compreso tra 900 e 920 °C.

1.6.3 Emissioni di SO_x

	Tecnica	Descrizione
a	Tecniche di aggiunta di adsorbenti	La tecnica prevede l'aggiunta di un adsorbente per via secca direttamente nel forno (alimentato o iniettato) o per via secca o umida (ad esempio, calce idrata o bicarbonato di sodio) negli effluenti gassosi al fine di rimuovere le emissioni di SO _x . Nei casi in cui l'adsorbente viene iniettato negli effluenti gassosi, occorre garantire un tempo di residenza sufficiente tra il punto di iniezione e il collettore delle polveri (filtro a tessuto o ESP) per ottenere un adsorbimento di efficace. Per i forni rotanti, la tecnica di adsorbimento può comprendere: — utilizzo di calcare fine: in un forno rotativo alimentato con dolomite, possono essere conseguite riduzioni significative delle emissioni di SO ₂ utilizzando dei calcari in alimentazione del forno che contengono livelli elevati di carbonato di calcio o si spezzano facilmente una volta riscaldate. I frammenti di calcare finemente suddivisi vengono trasportati all'interno del forno ed eliminano le emissioni di SO ₂ lungo il percorso verso il collettore delle polveri e all'interno di questo. — Iniezione di calce nell'aria di combustione: tecnica brevettata (EP 0734755 A1) in grado di eliminare le emissioni SO ₂ dai forni rotanti attraverso l'iniezione di calce viva o idrata finemente suddivisa nell'aria convogliata nella cappa di accensione del forno.

1.7 Descrizione delle tecniche per l'industria dell'ossido di magnesio (processo per via secca)

1.7.1 Emissioni di polveri

	Misura/Tecnica	Descrizione
a	Precipitatori elettrostatici (ESP)	La descrizione generale degli ESP è riportata nella sezione 1.5.1.

	Misura/Tecnica	Descrizione
b	Filtri a tessuto	<p>La descrizione generale dei filtri a tessuto è riportata nella sezione 1.5.1.</p> <p>I filtri a tessuto consentono di trattenere le particelle in modo significativo, con un tasso di ritenzione solitamente superiore al 98 % e fino al 99 % condizionatamente alle dimensioni delle particelle. Questa tecnica garantisce la migliore efficienza in termini di raccolta delle particelle rispetto ad altre misure/tecniche di abbattimento impiegate nell'industria dell'ossido di magnesio. Tuttavia, viste le elevate temperature degli effluenti gassosi del forno si debbono usare materiali speciali per i filtri resistenti alle alte temperature.</p> <p>Nella produzione di MCM vengono utilizzati materiali filtranti in grado di funzionare a temperature fino a 250 °C, come il materiale filtrante PTFE (Teflon). Tale materiale ha una buona resistenza agli acidi e alle basi e ha consentito di risolvere numerosi problemi di corrosione</p>
c	Cycloni (separatori centrifughi)	<p>La descrizione generale dei cycloni è riportata nella sezione 1.6.1. Si tratta di dispositivi solidi in grado di operare con una temperatura di funzionamento estesa e di consumare bassi livelli di energia. A causa del sistema che consente un livello di separazione solo limitato, i cycloni si applicano prevalentemente come separatori preliminari per le polveri grossolane e gli effluenti gassosi</p>
d	Separatori di polveri per via umida	<p>La descrizione generale dei separatori di polveri per via umida (altresì definiti, sistemi di abbattimento a umido) è riportata nella sezione 1.6.1</p> <p>I separatori di polveri per via umida si suddividono in diverse tipologie a seconda del modello e dei principi di funzionamento, ad esempio il modello Venturi. Questo tipo di separatore di polveri per via umida può essere variamente applicato nell'industria dell'ossido di magnesio, compresi i casi in cui il gas viene convogliato attraverso la parte più stretta del tubo o cosiddetto «collo di Venturi», e si possono raggiungere velocità dei gas comprese tra 60 e 120 m/s. La diffusione dei liquidi di lavaggio immessi nel collo di Venturi avviene tramite nebulizzazione in una nuvola di goccioline finissime che si mescolano con il gas. Le particelle separate che si depositano sulle goccioline d'acqua diventano più pesanti e possono essere facilmente rimosse attraverso un separatore a goccia installato nel separatore a umido di Venturi</p>

1.7.2 Emissioni di SO_x

	Tecnica	Descrizione
a	Tecnica di aggiunta di adsorbenti	<p>La tecnica prevede l'iniezione di una sostanza adsorbente per via secca o umida (sistemi di abbattimento per via semiasciutta) negli effluenti gassosi al fine di eliminare le emissioni di SO_x. È particolarmente importante che vi sia un tempo di residenza sufficiente tra il punto di iniezione e il collettore delle polveri, se si vuole che l'adsorbimento sia efficace. Nell'industria dell'ossido di magnesio è possibile utilizzare vari tipi di MgO come adsorbenti efficaci per le emissioni di SO₂. Nonostante la minore efficacia rispetto ad altri adsorbenti, l'applicazione di tipi diversi di MgO offre un doppio vantaggio: riduce i costi di investimento e fa sì che le polveri del filtro non siano contaminate da altre sostanze e possano pertanto essere riutilizzate in sostituzione delle materie prime per la produzione di ossido di magnesio o impiegate come fertilizzanti (solfato di magnesio), riducendo così al minimo i rifiuti prodotti.</p>
b	Sistemi di abbattimento a umido	<p>Con la tecnica dell'abbattimento a umido le emissioni di SO_x vengono assorbite da un liquido/fango nebulizzato controcorrente rispetto agli effluenti gassosi in una torre di nebulizzazione. La tecnica richiede una quantità di acqua compresa tra 5 e 12 m³/t di prodotto, con la conseguente necessità di effettuare il trattamento delle acque reflue</p>