



IMPIANTI DI INCENERIMENTO

Incenerimento di rifiuti speciali
Incenerimento di acque reflue
Incenerimento di fanghi di depurazione

INTRODUZIONE

Con il trattamento termico dei rifiuti speciali è possibile distruggere sostanze pericolose e sfruttare l'energia in essi contenuta per i processi produttivi del CHEMPARK.



Il trattamento termico dei rifiuti, dei fanghi di depurazione, delle acque reflue e dei concentrati di acque reflue è una tecnica di smaltimento ben nota, particolarmente adatta per smaltire in modo sicuro e rispettoso dell'ambiente rifiuti speciali contaminati con sostanze chimiche. L'incenerimento corrisponde all'ossidazione dei rifiuti organici ad anidride carbonica, acqua e sostanze inorganiche residue smaltibili in modo sicuro e talvolta riutilizzabili. Nel 2007, più di 300 aziende in tutta Europa e alcune da Oltreoceano hanno smaltito i loro rifiuti speciali tramite la Business Unit Ambiente di CURRENTA. Tra queste, anche le aree di business del Gruppo Bayer e le aziende insediate all'interno del CHEMPARK.

Smaltimento dei rifiuti

Per la Business Unit Ambiente di CURRENTA vale innanzitutto il principio dello smaltimento sicuro ed ecocompatibile dei rifiuti speciali. L'energia che si libera durante lo smaltimento viene immessa nella rete industriale sotto forma di vapore. Per le scorie e le ceneri si ricercano invece possibilità di riutilizzo. I sali inorganici e i residui che dopo l'incenerimento non possono più essere riutilizzati vengono smaltiti in maniera controllata nella discarica per rifiuti speciali.

L'incenerimento dei rifiuti speciali è garanzia di

- distruzione completa e definitiva delle sostanze tossiche di natura organica,
- riduzione dei rischi legati all'accumulo non controllato dei rifiuti speciali (ossia quelli che lasciamo in eredità al futuro),
- riduzione considerevole dei volumi occupati dai rifiuti.

Con il trattamento termico di sostanze organiche nocive in impianti di incenerimento per rifiuti speciali si riesce a garantire sia la distruzione di tali sostanze che l'utilizzo effettivo dell'energia contenuta nei rifiuti. Gli impianti di incenerimento della Business Unit Ambiente di CURRENTA trasformano questa energia in vapore, che viene quindi immesso nella rete industriale.

Le modalità con cui possono essere accolti i rifiuti speciali dell'industria chimica farmaceutica e di trasformazione sono molteplici. Oltre alle fosse per i rifiuti solidi e ai bracci di carico per le sostanze liquide e gassose, sono previsti ad esempio anche sistemi di alimentazione per fanghi di consistenza e composizione variabile. In questo modo è possibile smaltire molteplici tipologie di rifiuti speciali, come ad esempio:

- residui di produzione solidi, pastosi e liquidi,
- prodotti chimici di laboratorio,
- imballaggi contaminati chimicamente,
- liquidi reattivi non miscibili,
- liquidi altamente alogenati e ad alta temperatura,
- insetticidi, pesticidi,
- PCB,
- concentrati.

Nel 2007, clienti da tutta Europa e alcuni da Oltreoceano hanno smaltito, in maniera sicura ed ecocompatibile, i loro rifiuti speciali negli inceneritori della Business Unit Ambiente di CURRENTA, utilizzando così oltre il 25% della capacità di combustione disponibile.

Sviluppo degli impianti di incenerimento per rifiuti speciali

Il primo inceneritore è entrato in funzione nel 1957 nell'attuale CHEMPARK (area di Flittard). Le esperienze così acquisite sono state impiegate per la costruzione dell'impianto 1 (costruito nel 1967) e dell'impianto 2 (costruito nel 1976) del nuovo centro di smaltimento realizzato a Leverkusen-Bürrig.

Questi impianti di incenerimento a tamburo rotante risultano particolarmente adatti per residui difficili da smaltire. Le problematiche tecniche legate al processo e ai materiali hanno richiesto una lunga attività di sviluppo, i cui punti più delicati sono stati l'ottimizzazione della qualità della combustione e la depurazione dei fumi.

L'impianto di incenerimento 1 è stato ammodernato nel 1989 ed equipaggiato con le migliori tecnologie a disposizione per la depurazione dei gas di scarico; nel 1991/1992 anche l'impianto 2 è stato ammodernato allo stato dell'arte. Nel 1995 è seguito un ulteriore potenziamento della sezione di trattamento fumi ai fini del rispetto della normativa tedesca "17. BImSchV" sul controllo delle emissioni.

Gli impianti per l'incenerimento di rifiuti speciali devono essere in grado di trasformare in maniera affidabile rifiuti di composizione e consistenza diversa in sostanze non dannose per l'ambiente. A tal fine sono indispensabili un'elevata efficienza del processo di combustione, un'elevata efficacia dei successivi stadi di depurazione dei fumi e uno smaltimento ecologico di scorie, polveri, sali e reflui generati. Inoltre, ai fini di un esercizio economicamente conveniente, si richiede all'impianto un'elevata disponibilità e una ridotta tendenza ai guasti.

L'impianto con forno a tamburo rotante si è rivelato particolarmente adatto per lo smaltimento di uno spettro molto ampio di rifiuti liquidi, pastosi e solidi, poiché il tamburo rotante può ricevere e bruciare rifiuti speciali in qualsiasi stato di aggregazione. A valle del tamburo rotante è situata una camera di postcombustione che, riscaldata con fiamma di rifiuti liquidi, permette un'efficiente miscelazione e il completamento della combustione dei fumi.

Precise condizioni di temperatura e tempi di permanenza, eccesso di ossigeno ed elevata turbolenza garantiscono la completa mineralizzazione dei rifiuti speciali organici. ☀

IMPIANTI DI INCENERIMENTO DI RIFIUTI SPECIALI (VA1 E VA2)

Passo dopo passo: sezioni dell'impianto e processi di incenerimento dei rifiuti speciali

Presso il sito di Leverkusen, la Business Unit Ambiente di CURRENTA ha in esercizio due impianti per l'incenerimento di rifiuti speciali. Questi impianti sono integrati, insieme alla discarica, all'impianto di trattamento acque e agli altri impianti di incenerimento, nel sistema del centro di smaltimento di Leverkusen-Bürriq.

Dal punto di vista tecnico-processistico, l'impianto di incenerimento per rifiuti speciali è composto da tre sezioni:

- tamburo rotante con camera di postcombustione,
- caldaia a recupero per la generazione di vapore,
- depurazione multistadio dei fumi.

L'impianto è dotato inoltre di una infrastruttura per lo stoccaggio e la vagliatura dei rifiuti oltre che per lo smaltimento dei residui e dei reflui che si generano durante l'incenerimento.

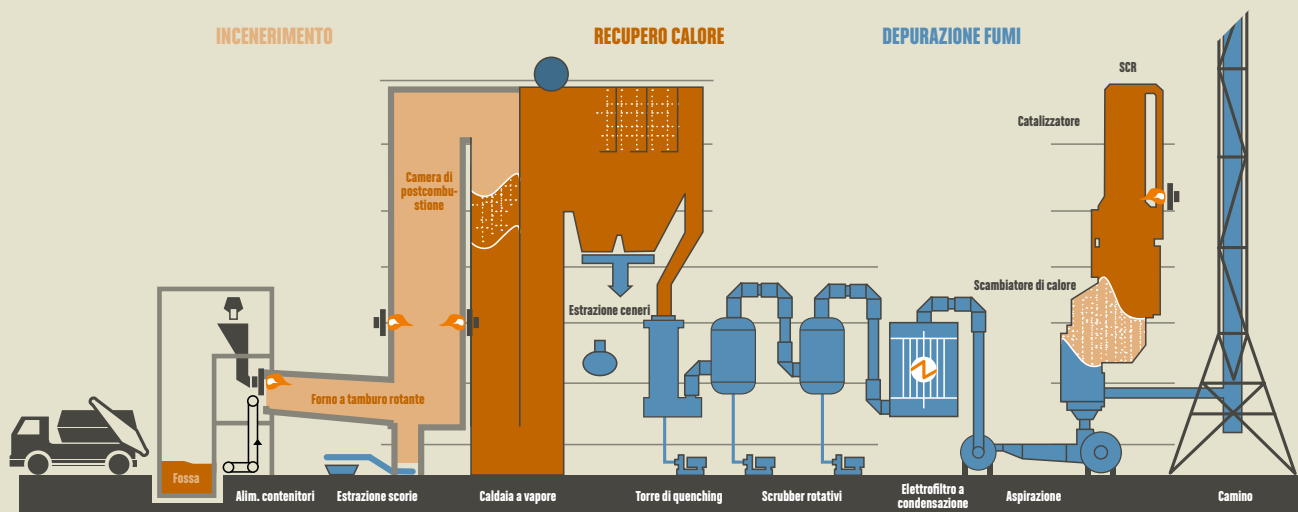
Alimentazione dei residui speciali nella camera di combustione

Le sostanze combustibili solide vengono vagliate per quanto possibile in fossa e raccolte in frazioni differenti. Una benna a polipo carica il forno a tamburo rotante dell'impianto 1 attraverso la sua apertura. Nell'impianto 2 i rifiuti solidi sminuzzati possono essere alimentati in maniera quasi continua attraverso il relativo dispositivo di alimentazione. La bocca del forno e il dispositivo di alimentazione sono dotati di un

sistema di chiuse che isola la fossa rispetto al forno rotante. I rifiuti solidi e quelli liquidi non pompabili vengono alimentati all'impianto in contenitori chiusi. I rifiuti liquidi che possono essere pompati arrivano al combustore o da autocisterne, tramite un apposito condotto, oppure direttamente dal serbatoio. Quali rifiuti possono essere smaltiti tramite autocisterna e quali direttamente dal serbatoio dipende dalle relative proprietà chimico-fisiche.

Forno a tamburo rotante

Il forno a tamburo rotante è costituito da un cilindro leggermente inclinato, lungo 12 m e del diametro di 3,5 m, rivestito di materiale refrattario. L'inclinazione e la rotazione intorno all'asse fanno sì che i rifiuti solidi, pastosi e quelli eventualmente liquefatti per le alte temperature vengano trasportati attraverso il cilindro. La temperatura all'uscita del tamburo rotante è di circa 1.000 °C. Durante l'attraversamento del cilindro, la frazione organica viene completamente ossidata. La parte inorganica e i materiali metallici formano invece un liquido di fusione che, dall'estremità più bassa del tamburo rotante, fluisce in un sistema di rimozione riempito con acqua, dove solidifica e da cui viene rimosso in continuo. Questa scoria vetrosa non è lisciviante e può dunque essere smaltita in discarica. Essendo sottoposto a una forte sollecitazione termica, meccanica e chimica, il tamburo rotante necessita a intervalli regolari di un nuovo rivestimento.



Il processo di incenerimento dei rifiuti speciali

Camera di postcombustione

La camera di postcombustione è costituita da un cilindro verticale, anch'esso rivestito con materiale refrattario. La presenza di un bruciatore alimentato con rifiuti liquidi garantisce il raggiungimento della temperatura di combustione richiesta per legge. La zona di postcombustione si sviluppa al di sopra del bruciatore fino alla copertura della camera, ed è sufficientemente estesa da realizzare e anche superare i tempi di permanenza per i fumi richiesti per legge (2 sec). Le scorie scorrono lungo le pareti della camera di postcombustione e si raccolgono sul fondo, dove vengono scaricate a intervalli regolari e a impianto fermo.

Recupero del calore

I fumi che escono dalla camera di postcombustione giungono in caldaia dove, sfruttando il loro contenuto energetico, viene generato vapore a circa 41 bar di sovrappressione e 350–380 °C. Questo vapore viene immesso come vapore di processo nella rete industriale del CHEMPARK.

Depurazione dei fumi

Nella successiva sezione di depurazione multistadio i fumi vengono trattati in modo da rispettare ampiamente i limiti imposti dalla normativa tedesca 17. BImSchV sul controllo

delle emissioni. Rispettare ampiamente i limiti significa che, in condizioni normali, ci si mantiene ben al di sotto, in modo da avere sempre un buon margine di esercizio rispetto a tali valori. Qui di seguito vengono descritte le singole unità della sezione di depurazione dei fumi.

Torre di quenching – La prima unità della sezione di depurazione dei fumi è la torre di quenching, uno scrubber funzionante in equicorrente, in cui i fumi e il liquido di lavaggio fluiscono nella stessa direzione. Nella torre di quenching i fumi vengono raffreddati (quencherati) fino alla loro temperatura di saturazione (circa 70–80 °C). Contemporaneamente si ha la cattura dei gas acidi e delle polveri grossolane.

Scrubber rotativo acido – Successivo al quenching è lo scrubber rotativo operante in condizioni acide, in cui il liquido di lavaggio viene alimentato a un disco centrifugo che genera un sottile film liquido in direzione trasversale rispetto all'asse del dispositivo – ossia rispetto alla corrente dei fumi.

Durante l'attraversamento di questo film i fumi entrano in stretto contatto con il liquido di lavaggio e ciò permette di trasferire nel liquido ulteriori componenti acidi dei fumi e le polveri fini.

Scrubber rotativo alcalino – In questo stadio l'acqua di lavaggio viene resa neutra o leggermente alcalina mediante l'aggiunta di idrossido di sodio. Ciò permette di trasferire nel liquido l'ossido di zolfo e altre polveri fini contenute nei fumi.

Depurazione elettrostatica dei fumi – Lo stadio successivo è costituito dall'elettrofiltro a condensazione, che ha una struttura simile a uno scambiatore di calore a fascio tubiero posto verticalmente. I fumi passano attraverso i tubi nei quali elettrodi di ionizzazione centrali, alimentati con alta tensione, generano un campo elettrico trasversale rispetto all'asse dei tubi.

All'interno di tale campo elettrico si ha la migrazione delle particelle dei fumi aventi carica elettrica – sostanzialmente polveri fini e aerosol – verso le pareti dei tubi. Poiché i tubi sono raffreddati dall'esterno, i fumi saturi di umidità condensano sulla loro superficie e la condensa che si genera lava le pareti dei tubi dalle polveri e dai sali depositati.

Aspirazione

Dopo l'elettrofiltro a condensazione è montato il sistema di aspirazione dei fumi che, a partire dalle camere di combustione, attraversano l'intero impianto.

Postdepurazione

Verso la metà degli anni '90, la nuova normativa tedesca sul controllo delle emissioni (17. BimSchV) ha richiesto una maggiore depurazione dei fumi. Nello stadio di postdepurazione la presenza di un catalizzatore permette la riduzione degli ossidi di azoto e la distruzione di diossine e furani. Tale stadio è chiamato riduzione catalitica selettiva (SCR).

Utilizzando uno scambiatore di calore e un bruciatore addizionale alimentato a gas, i fumi di combustione vengono riscaldati fino alla temperatura di reazione di circa 300 °C. Al loro interno viene iniettata contemporaneamente acqua ammoniacale. Dopo aver reagito sul catalizzatore, i fumi caldi vengono utilizzati dal lato opposto dello scambiatore di calore per il riscaldamento dei fumi freschi.

Entrambi gli impianti di incenerimento a tamburo rotante di Leverkusen-Bürrig fanno uso di un catalizzatore. Successivamente allo stadio di postdepurazione i fumi vengono immessi nell'atmosfera attraverso una camino alto 99 m.

Smaltimento dei rifiuti residui

Le scorie del tamburo rotante e altri residui generati vengono smaltiti nella propria discarica per rifiuti speciali. Le acque di lavaggio acide e alcaline vengono trattate nel proprio impianto di trattamento acque. ☀





A4
AX1
AB20

IMPIANTO PER L'INCENERIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Passo dopo passo: sezioni dell'impianto e processi di incenerimento delle acque reflue

Alcuni flussi di acque reflue non possono essere depurati con processi di trattamento biologico perché contengono sostanze che non si degradano biologicamente, oppure che lo fanno molto lentamente o che risultano tossiche per i batteri.

Per poter smaltire queste acque è entrato in funzione nel 1988 l'impianto per l'incenerimento delle acque reflue.

L'impianto per l'incenerimento delle acque reflue è composto essenzialmente delle seguenti sezioni:

- serbatoio intermedio per le acque reflue
- camera di combustione
- caldaia a vapore per il recupero termico
- depurazione dei fumi



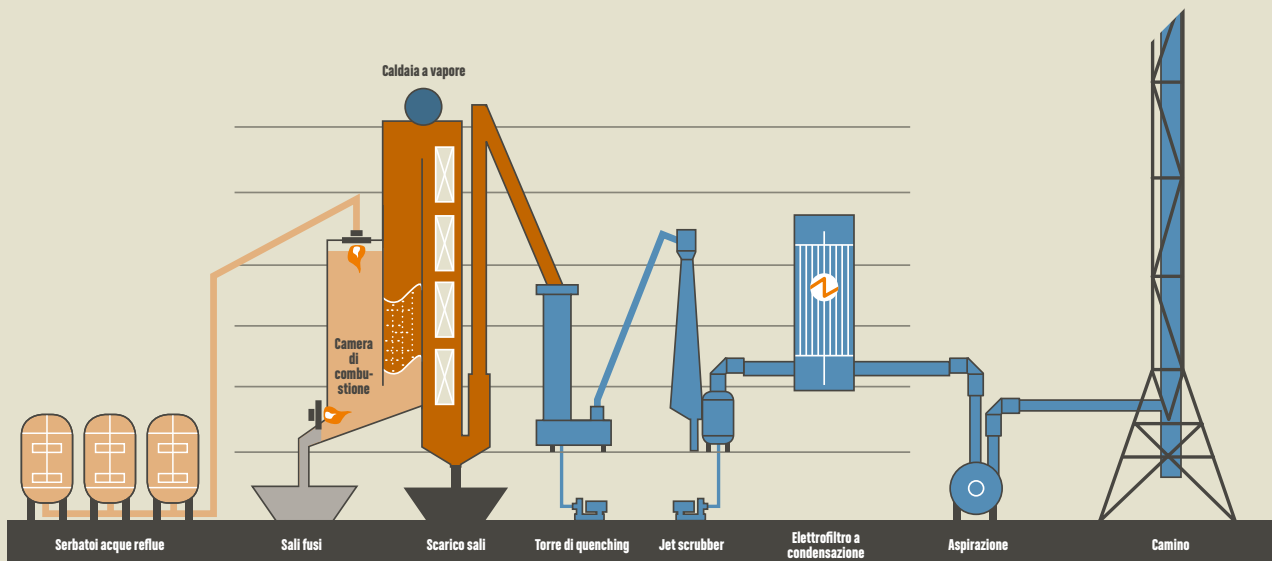
Gli impianti per l'incenerimento di rifiuti solidi, liquidi e acquosi a Leverkusen BÜrrig.

Serbatoio intermedio per le acque reflue

Le acque reflue vengono fornite in autocisterne, container ISO o container cisterna e raccolte nel serbatoio intermedio. Tale serbatoio è costituito da due vasche di 60 m³ e da una di 50 m³. Le vasche più grandi sono rivestite con materiale anticorrosivo, per cui sono adatte a ricevere qualsiasi tipologia di acqua. Possono essere inoltre accolte anche acque fatte evaporare a parte (concentrati di acque reflue).

Camera di combustione

La camera di combustione, a forma di parallelepipedo o cubo, ha una struttura tubo-costola-tubo-pareti e svolge la funzione di caldaia a vapore dell'impianto. Nella copertura di questa camera di combustione si trova un bruciatore alimentato con gas naturale o rifiuti liquidi. Il refluo liquido è iniettato nel bruciatore e vaporizzato, permettendo la combustione delle componenti organiche, mentre i sali vaporizzano. Ciò avviene a temperature superiori ai 1.000 °C. I sali evaporati solidificano sulle pareti, che sono relativamente "fredde" (250 °C), e lo strato di sale che si forma sulla superficie ha l'effetto di un isolante termico. Man mano che lo spessore di questo strato cresce, la temperatura sulla sua superficie aumenta fino a raggiungere il punto di fusione del sale. A questo punto il sale inizia a scorrere in forma liquida verso il fondo della camera di combustione, dove viene raccolto e scaricato.



Il percorso delle acque reflue

Recupero del calore

I fumi che escono dalla camera di postcombustione giungono in caldaia dove, sfruttando il loro contenuto energetico, viene generato vapore a circa 41 bar di sovrappressione e 350–380 °C. Questo vapore viene immesso come vapore di processo nella rete industriale del CHEMPARK.

Depurazione dei fumi

Nella successiva sezione di depurazione multistadio i fumi vengono trattati in modo da rispettare ampiamente i limiti imposti dalla normativa tedesca sul controllo delle emissioni (17. BImSchV). Rispettare ampiamente i limiti significa che, in condizioni normali, ci si mantiene ben al di sotto in modo da avere sempre un buon margine di esercizio rispetto a tali valori.

Qui di seguito vengono descritte le singole unità della sezione di depurazione dei fumi.

Torre di quenching – La prima unità della sezione di depurazione dei fumi è la torre di quenching, uno scrubber funzionante in equicorrente, in cui i fumi e il liquido di lavaggio fluiscono nella stessa direzione.

Nella torre di quenching i fumi vengono raffreddati (quenched) fino alla loro temperatura di saturazione (circa 70–80 °C); inoltre si ha la cattura dei gas acidi e delle polveri grossolane.

Jet scrubber alcalino – Dopo il quenching è posto un jet scrubber, la cui acqua di lavaggio viene resa neutra o leggermente alcalina mediante l'aggiunta di idrossido di sodio. Qui vengono catturati essenzialmente gli ossidi di zolfo e le polveri.

Depurazione elettrostatica dei fumi – Lo stadio successivo al jet scrubber alcalino è l'elettrofiltro a condensazione, simile a uno scambiatore di calore a fascio tubiero posto in verticale. I fumi passano attraverso i tubi nei quali elettrodi di ionizzazione centrali, alimentati con alta tensione, generano un campo elettrico trasversale rispetto all'asse dei tubi. All'interno di tale campo elettrico si ha la migrazione delle particelle dei fumi aventi carica elettrica – sostanzialmente polveri fini e aerosol – verso le pareti dei tubi. Poiché i tubi sono raffreddati dall'esterno, i fumi saturi di umidità condensano sulla loro superficie e la condensa che si genera lava le pareti dei tubi dalle polveri e dai sali depositati. L'elettrofiltro a condensazione dell'impianto di incenerimento delle acque reflue è dotato di due distinti moduli di filtrazione.

Aspirazione

Dopo l'elettrofiltro a condensazione è montato il sistema di aspirazione dei fumi che, a partire dalla camera di combustione, attraversano l'intero impianto. I fumi vengono immessi nell'atmosfera attraverso il camino dell'impianto di incenerimento. ✨

INCENERIMENTO DI FANGHI DI DEPURAZIONE

Passo dopo passo: sezioni dell'impianto e processi di incenerimento dei fanghi di depurazione

L'impianto di incenerimento dei fanghi di depurazione è entrato in funzione nel 1988 per la combustione delle circa 60.000 t di fanghi prodotti nel complesso impiantistico del centro di smaltimento di Bürrig. Il miglioramento dei processi produttivi riduce la quantità di acque reflue e contribuisce, insieme all'ottimizzazione dei processi di trattamento, a limitare considerevolmente la quantità di fanghi di depurazione prodotti annualmente.

La potenzialità di trattamento che si libera nell'impianto di incenerimento dei fanghi di depurazione può essere utilizzata per il trattamento termico di altri fanghi. Grazie a un sistema di raccolta, all'impianto arrivano e sono bruciati anche fanghi esterni di depurazione e industriali di diversa consistenza o anche rifiuti assimilabili a fanghi, con un contenuto energetico fino a $20 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$.

L'impianto di incenerimento dei fanghi di depurazione è composto delle seguenti unità principali:

- forno a piani multipli
- camera di postcombustione
- caldaia a vapore per il recupero termico
- depurazione dei fumi

Forno a piani multipli

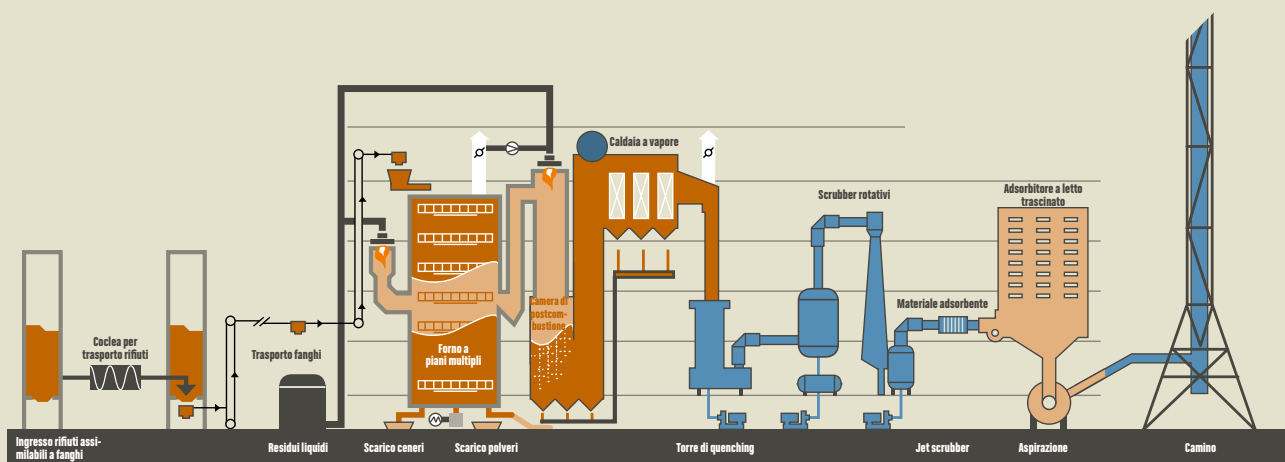
Il forno a piani multipli è un'unità cilindrica con diametro di 8 m e altezza di 12 m, rivestito internamente e il cui volume

è suddiviso in otto scomparti grazie a dei ripiani in muratura. Sull'asse del cilindro ruota un albero (albero cavo), al quale, in corrispondenza di ogni ripiano, sono fissati dei bracci raschiatori. I fanghi di depurazione sono immessi nel forno dall'estremità superiore e cadono così sul ripiano più alto. I raschiatoi di tale ripiano movimentano verso l'esterno i fanghi che, tramite aperture di scarico, raggiungono il livello inferiore. In questo modo i fanghi di depurazione vengono fatti passare con un percorso sinuoso attraverso ogni singolo piano.

I tre piani più in alto corrispondono alla zona di essiccazione, dove si ha la vaporizzazione dell'acqua contenuta nei fanghi. Sui due piani successivi si ha la combustione delle componenti organiche. Sugli ultimi tre piani, infine, le ceneri vengono raffreddate dall'aria di combustione inviata in controcorrente e quindi scaricate. Nella zona di combustione la temperatura può arrivare fino a 1.000 °C. Sul sesto livello è presente lateralmente una camera di combustione ausiliaria, che viene messa in funzione se i fanghi non riescono a bruciare spontaneamente.

Camera di postcombustione

I fumi in uscita dal forno a piani multipli e i vapori di scarico, ossia l'acqua vaporizzata nella zona di essiccazione, vengono bruciati nella camera di postcombustione alimentata con rifiuti liquidi.



Il processo di incenerimento dei fanghi di depurazione

Recupero del calore

I fumi che escono dalla camera di postcombustione giungono in caldaia dove, sfruttando il loro contenuto energetico, viene generato vapore a circa 41 bar di sovrappressione e 350–380 °C. Questo vapore viene immesso come vapore di processo nella rete industriale del CHEMPARK.

Depurazione dei fumi

Torre di quenching – La prima unità della sezione di depurazione dei fumi è la torre di quenching, uno scrubber funzionante in equicorrente, in cui i fumi e il liquido di lavaggio fluiscono nella stessa direzione. Nella torre di quenching i fumi vengono raffreddati (quencherati) fino alla loro temperatura di saturazione (circa 70–80 °C); inoltre si ha la cattura dei gas acidi, dei metalli pesanti e delle polveri grossolane.

Scrubber rotativo acido ad atomizzazione del liquido

– Nell'efficiente scrubber rotativo ad atomizzazione del liquido, operante in condizioni acide, vengono catturati i gas acidi residui, i metalli pesanti e altre polveri.

Jet scrubber alcalino – Dopo lo scrubber rotativo è posto un jet scrubber la cui acqua di lavaggio viene resa neutra o leggermente alcalina mediante l'aggiunta di idrossido di sodio. Qui vengono catturati essenzialmente gli ossidi di zolfo.

Reattore a letto trascinato – In uscita dal jet scrubber i fumi vengono riscaldati di nuovo a 160 °C. Successivamente, nella corrente di gas combustivi viene introdotto un materiale adsorbente sul quale adsorbono le sostanze residue contenute nei fumi, ad esempio i metalli pesanti (Hg). Il materiale adsorbente viene quindi nuovamente separato mediante un successivo filtro in tessuto.

Abbattimento degli ossidi di azoto – Per la riduzione del contenuto di ossidi di azoto nei fumi viene impiegato un SNCR (riduzione selettiva non catalitica). A valle della camera di postcombustione, dell'acqua ammoniacale viene iniettata nei fumi, che sono a circa 1.030 °C (postcombustione). A queste temperature gli ossidi di azoto vengono ridotti ad ammoniaca.

Aspirazione

Dopo il filtro in tessuto è montato il sistema di aspirazione dei fumi che, a partire dal forno a piani multipli, attraversano l'intero impianto. I fumi vengono inviati in atmosfera attraverso il camino dell'impianto di incenerimento. ✨

ASSICURAZIONE DELLA QUALITÀ E CONSULENZA

La Business Unit Ambiente di CURRENTA dispone di un ampio know-how per garantire uno smaltimento durevole dei rifiuti.



Raccolta dei rifiuti e logistica

Parte integrante dello smaltimento dei rifiuti sono la raccolta preliminare e la logistica. Il pretrattamento chimico-fisico più adatto e l'opportunità di procedere a un incenerimento o allo smaltimento in discarica sono decisioni che vengono prese insieme ai nostri clienti. Alla base di queste decisioni vi sono informazioni su

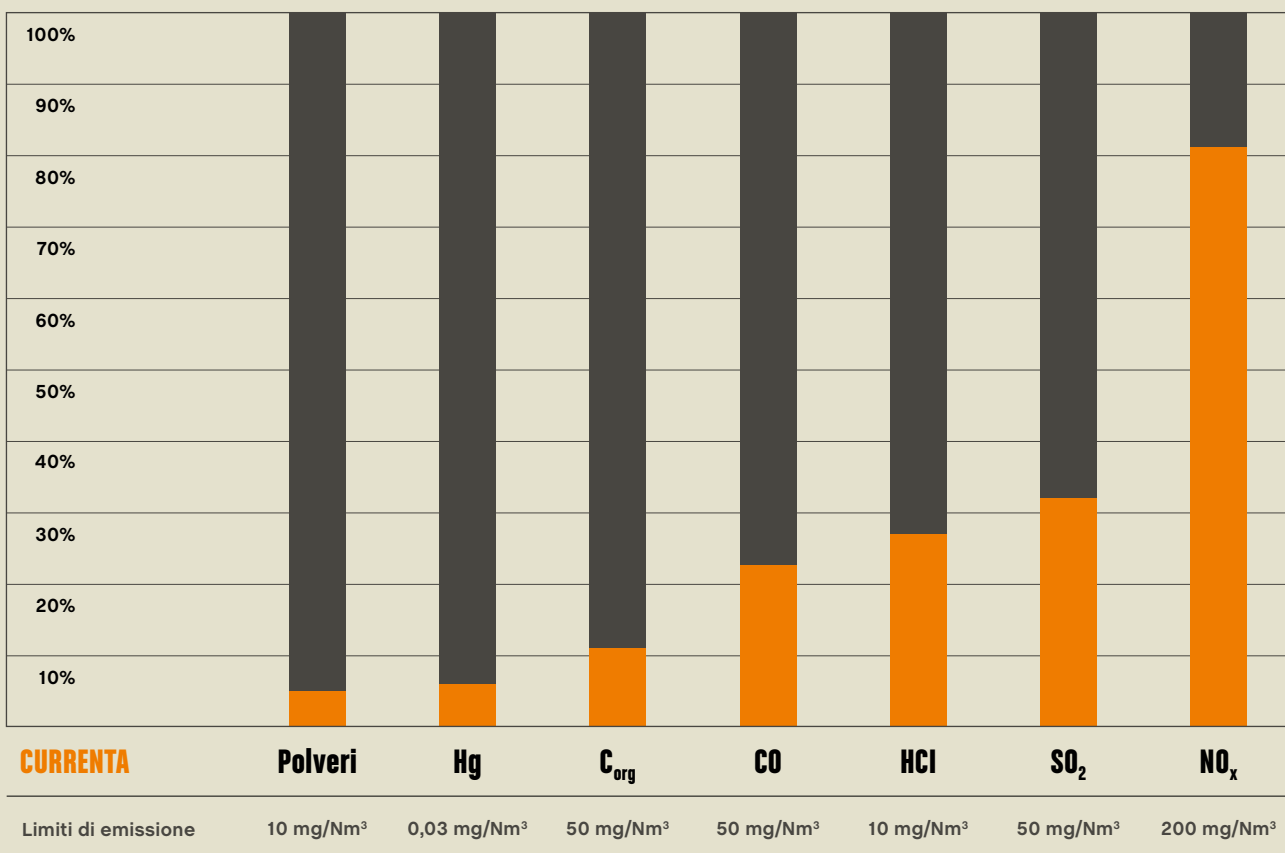
- quantità e frequenza di fornitura,
- modalità di consegna,
- misure di sicurezza per la manipolazione,
- proprietà chimiche e fisiche,
- temperatura di ignizione, punto di infiammabilità, potere calorifico, reattività e componenti critiche

Sulla base di queste informazioni, la Business Unit Ambiente di CURRENTA prepara la relativa documentazione e si procura le necessarie autorizzazioni. L'assicurazione della qualità dello smaltimento si realizza mediante analisi

aggiuntive, valutazioni della relativa documentazione e utilizzo di un sistema interno di gestione della qualità che comprende tutte le necessarie procedure implementative.

Emissioni annue

I quattro impianti di incenerimento del centro di smaltimento di Bürrig immettono nell'atmosfera i loro fumi tramite un camino. Il grafico sottostante mostra i valori medi percentuali delle emissioni confrontati con i valori limite imposti dalla normativa sul controllo delle emissioni (17. BImSchV). ☀



Valori percentuali medi delle emissioni confrontati con i valori limite imposti dalla normativa tedesca 17. BImSchV.

