

**GESTIONE DELLE TECNOLOGIE AMBIENTALI
PER SCARICHI INDUSTRIALI ED EMISSIONI NOCIVE**

LEZIONE 8

Angelo Bonomi

LE TECNOLOGIE DI TRATTAMENTO

Sono classificate secondo il tipo di flusso e precisamente:

- ACQUE REFLUE (tecniche di chiarificazione o separazione, trattamenti chimico-fisici, trattamenti biologici)
- FANGHI (ispessimento, stabilizzazione, ecc.)
- EMISSIONI DI GAS (trattamento di volatili o composti inorganici, trattamento di particolati, trattamento di inquinanti della combustione)

TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Tecniche di separazione o chiarificazione:

- Separazione su griglia
- Sedimentazione
- Flottazione con aria
- Filtrazione
- Microfiltrazione / ultrafiltrazione
- Separazione olio - acqua

TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Tecniche di trattamento chimico-fisiche:

- Precipitazione/sedimentazione/filtrazione
- Cristallizzazione
- Ossidazione chimica
- Ossidazione con aria umida
- Ossidazione con acqua super-critica
- Riduzione chimica
- Idrolisi
- Nanofiltrazione /osmosi inversa
- Assorbimento
- Scambio ionico
- Estrazione
- Distillazione / Rettificazione
- Evaporazione
- Strippaggio
- Incenerimento

TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Tecniche di trattamento biologico:

- Processi di digestione anaerobica (contatto, USAB, letto fisso, letto espanso, rimozione biologica composti di zolfo e metalli pesanti)
- Processi di digestione aerobica (fanghi attivati, bioreattore a membrana, filtrazione per percolazione, letto espanso, biofiltro a letto fisso)
- nitrificazione / denitrificazione
- Trattamento biologico acque reflue centralizzato

TRATTAMENTO DEI FANGHI

Le tecniche esposte secondo l'ordine di trattamento:

- Operazioni preliminari
- Operazioni di ispessimento dei fanghi
- Stabilizzazione dei fanghi
- Condizionamento dei fanghi
- Disidratazione
- Seccamento
- Ossidazione termica
- Discarica fanghi sul sito

TRATTAMENTO DELLE EMISSIONI DI GAS

Le tecniche per composti volatili e inorganici:

- Separazione con membrana
- Condensazione
- Adsorbimento
- Lavaggio umido
- Biofiltrazione
- Biolavaggio
- Biopercolazione
- Ossidazione termica
- Ossidazione catalitica
- Torcia

TRATTAMENTO DELLE EMISSIONI DI GAS

Le tecniche per particolati:

- Separatore
- Ciclone
- Precipitatore elettrostatico
- Abbattimento a umido
- Filtro di tessuto
- Filtrazione catalitica
- Filtro a due stadi
- Filtro assoluto (HEPA)
- Filtro aria ad alta efficienza (HEAF)
- Filtro nebbia

TRATTAMENTO DELLE EMISSIONI DI GAS

Le tecniche per gas di combustione:

- Iniezione di assorbenti secchi
- Iniezione di assorbenti semiseccchi
- Iniezione di assorbenti umidi
- Riduzione selettiva non catalitica per NO_x (SNCR)
- Riduzione selettiva catalitica per NO_x (SCR)

BAT DI TRATTAMENTO ACQUE

I metodi di trattamento acque reflue secondo le BAT riguardano principalmente due punti:

* Il *sistema di raccolta delle acque* che gioca un ruolo essenziale nel trattamento

* Il *sistema di trattamento vero e proprio* che è organizzato generalmente secondo una delle quattro strategie:

- Trattamento centralizzato finale in un impianto biologico nel sito
- Trattamento centralizzato finale in un impianto biologico municipale
- Trattamento centralizzato finale per inorganici in un impianto chimico-fisico
- Trattamento decentralizzato in impianto specifico

SISTEMA RACCOLTA ACQUE

I metodi utili secondo le BAT comprendono ad esempio:

- Segregazione delle acque di processo da quelle meteoriche
- Segregazione delle acque di processo secondo la carica inquinante
- Installazione di un tetto sopra le aree potenzialmente contaminabili
- Installazione di raccolta separata di acque meteoriche nelle aree potenzialmente contaminabili inclusi pozzi per la raccolta di perdite
- Installazione, se possibile, di condutture esterne per le acque destinate a un trattamento centralizzato o comunque facilmente accessibili se interrate

SISTEMA TRATTAMENTO ACQUE

I metodi utili secondo le BAT riguardano:

- Le acque meteoriche
- La rimozione di oli o idrocarburi
- La separazione di solidi sospesi
- La rimozione di metalli pesanti
- La rimozione di sali o acidi inorganici
- Gli inquinanti non trattabili biologicamente
- Le acque con residui trattabili biologicamente

BAT DI TRATTAMENTO ACQUE METEORICHE

Le acque meteoriche contaminate, opportunamente separate da quelle pulite, possono essere trattate in:

- Camere a griglia
- Bacini di ritenzione
- Serbatoi di sedimentazione
- Filtri a sabbia

BAT DI TRATTAMENTO OLI E IDROCARBURI

(le emulsioni devono essere possibilmente rotte e/o eliminate alla sorgente)

Le acque contenenti oli e/o idrocarburi possono essere trattate in:

- Ciclone, microfiltrazione o separatore API per grandi chiazze
- Intercettore a pareti parallele o corrugate per quantità minori
- Microfiltrazione, filtrazione su granuli o flottazione con gas
- Trattamento biologico

BAT DI TRATTAMENTO SOLIDI SOSPESI

(E' bene controllare odori e rumori con un contenimento inviando l'aria esausta a un ulteriore trattamento, inoltre, i fanghi devono essere convenientemente smaltiti)

I solidi sospesi (TSS) possono essere eliminati con:

- Sedimentazione / flottazione per una prima separazione grossolana
- Filtrazione meccanica per un'ulteriore separazione
- Microfiltrazione o ultrafiltrazione se le acque reflue devono essere libere da solidi

BAT DI TRATTAMENTO METALLI PESANTI

Per l'eliminazione dei metalli pesanti è bene seguire le regole seguenti:

- Segregare il più possibile le acque con metalli pesanti
- Trattare le acque segregate alla sorgente prima di miscelarle con altre acque
- Usare tecniche che permettono il più possibile il recupero
- Facilitare l'eliminazione ulteriore dei metalli pesanti nell'impianto finale di depurazione con un conseguente trattamento dei fanghi se necessario

BAT DI TRATTAMENTO METALLI PESANTI

Le tecniche appropriate per la loro eliminazione sono:

- Precipitazione / sedimentazione (o flottazione)
- Filtrazione / microfiltrazione / ultrafiltrazione
- Cristallizzazione
- Scambio ionico
- Nanofiltrazione

BAT DI TRATTAMENTO SALI/ACIDI INORGANICI

Le tecniche appropriate per la loro eliminazione sono:

- Evaporazione
- Scambio ionico
- Osmosi inversa
- Rimozione biologica dei solfati (quando sono presenti metalli pesanti sono anch'essi eliminati)

BAT DI TRATTAMENTO INQUINANTI INADATTI A UN TRATTAMENTO BIOLOGICO

Questi inquinanti, oltre non essere eliminati, possono danneggiare l'attività dei trattamenti biologici e richiedono trattamenti specifici i cui aspetti si possono riassumere in quattro casi principali:

Caso 1: tecniche che permettono il recupero di sostanze:

- * nanofiltrazione o osmosi inversa
- * adsorbimento
- * estrazione
- * distillazione / rettificazione
- * evaporazione
- * strippaggio

Caso 2: tecniche di abbattimento che non consumano energia:

- * ossidazione chimica (attenzione alla presenza di cloro)
- * riduzione chimica
- * idrolisi

BAT DI TRATTAMENTO INQUINANTI INADATTI A UN TRATTAMENTO BIOLOGICO

Questi inquinanti, oltre non essere eliminati, possono danneggiare l'attività dei trattamenti biologici e richiedono trattamenti specifici a seconda dei casi che si possono riassumere in quattro casi principali:

Caso 3: tecniche di abbattimento che richiedono un considerevole consumo di energia e usate quando non ci sono alternative o in condizioni di autonomia termica:

- * ossidazione con aria umida
- * incenerimento di acque reflue

Caso 4: Tecniche che richiedono un alto consumo idrico per il raffreddamento o lavaggio:

- * estrazione
- * distillazione / rettificazione
- * evaporazione
- * strippaggio

BAT DI TRATTAMENTO BIOLOGICO

Questi metodi si possono riassumere in tre casi principali:

Caso 1: Pretrattamento biologico quando le acque hanno un alto contenuto di sostanze biodegradabili. Tecniche appropriate sono:

- * Processo a contatto anaerobico
- * Processo UASB
- * Processi a letto fisso aerobici e anaerobici
- * Processo anaerobico a letto espanso
- * Processo a fanghi attivati
- * Bioreattore a membrana
- * Filtro percolatore
- * Biofiltro a letto fisso

Caso 2: Nitrificazione / denitrificazione quando le acque contengono molto azoto

Caso 3: Trattamento biologico centralizzato (evitando di introdurre acque con inquinanti non biodegradabili)

BAT DI TRATTAMENTO FANGHI

Le tecniche appropriate sono essenzialmente quelle già citate:

- Operazioni preliminari
- Operazioni di ispessimento dei fanghi
- Stabilizzazione dei fanghi
- Condizionamento dei fanghi
- Disidratazione
- Seccamento
- Ossidazione termica
- Discarica fanghi sul sito

BAT DI TRATTAMENTO EMISSIONI GAS

Come per il caso delle acque anche per i gas conta molto un buon sistema di captazione che di buona regola deve:

- * minimizzare la portata isolando la sorgente di emissione il più possibile
- * prevenire i rischi di esplosione (sensori, rispetto dei limiti di esplosione)
- * installare apparecchiature adeguate per prevenire la formazione di fiamme o comunque minimizzarne gli effetti.

Sul piano delle BAT possiamo distinguere le sorgenti a seconda se sono ad alta o a bassa temperatura

BAT DI TRATTAMENTO EMISSIONI A BASSA TEMPERATURA

Polveri e particolato: si usano

- * tecniche di pretrattamento con possibilità di recupero come: separatore, ciclone, filtro a nebbia (areosol e gocce)
- * tecniche di trattamento finale come: lavaggio a umido, precipitatore elettrostatico, filtro a manica, altri tipi di filtri ad alta efficienza

Composti volatili inorganici: si usa:

- * lavaggio a umido per HF, HCl, HBr, Cl₂, SO₂, H₂S, NH₃
- * lavaggio con solventi non acquosi per CS₂, COS, Hg
- * trattamento biologico dei gas per NH₃, H₂S, CS₂
- * incenerimento per H₂S, CS₂, COS, HCN, CO
- * SNCR o SCR per NO_x

BAT DI TRATTAMENTO EMISSIONI A BASSA TEMPERATURA

Composti organici volatili: si hanno tre casi possibili di trattamento:

Caso 1: tecniche per il recupero di materie prime o solventi come:

- * lavaggio a umido
- * condensazione
- * membrana separatrice
- * adsorbimento

ovvero una combinazione di condensazione/adsorbimento o membrana/condensazione

Caso 2: tecniche di abbattimento senza recupero dando la preferenza a quelle a basso consumo di energia

Caso 3: tecniche di combustione (termica o catalitica) quando altre tecniche non sono efficienti

BAT DI TRATTAMENTO EMISSIONI AD ALTA TEMPERATURA

Polveri e particolato: si usano

- * Precipitatori elettrostatici
- * Filtri a manica (dopo scambiatore di calore a 120°-150°C)
- * Filtro catalitico (condizioni analoghe al filtro a manica)
- * Lavaggio a umido

HCl, HF e SO₂ : si usa un lavaggio a umido a due stadi o iniezioni per assorbimento a secco, semisecco o a umido. Il lavaggio a umido è in generale più efficiente sia per il lavaggio che il recupero

NO_x : come BAT si applica in generale un sistema catalitico SCR piuttosto che un sistema SNCR (almeno per le installazioni più grandi)