Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Università degli Studi di Napoli Federico II

TESI DI LAUREA

TRATTAMENTO DI CORRENTI GASSOSE CONTENENTI SO_2 MEDIANTE IMPIANTI DI LAVAGGIO A UMIDO

Relatore

Prof. Bruno de Gennaro

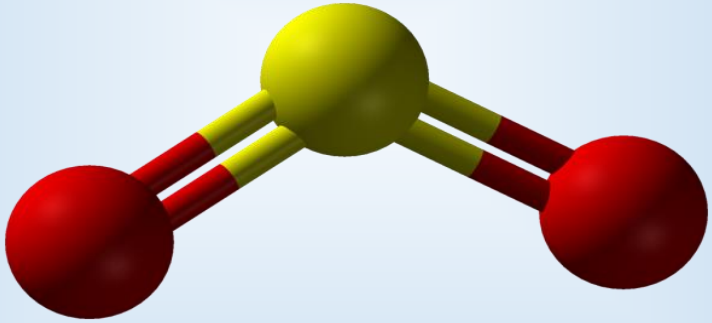
Candidato

Scuotto Pierfrancesco

matricola N49/324

BIOSSIDO DI ZOLFO (SO_2)

- **INCOLORE**
- **IRRITANTE**
- **MOLTO SOLUBILE IN ACQUA**
- **PIU' PESANTE DELL' ARIA(si stratifica nelle zone più basse)**

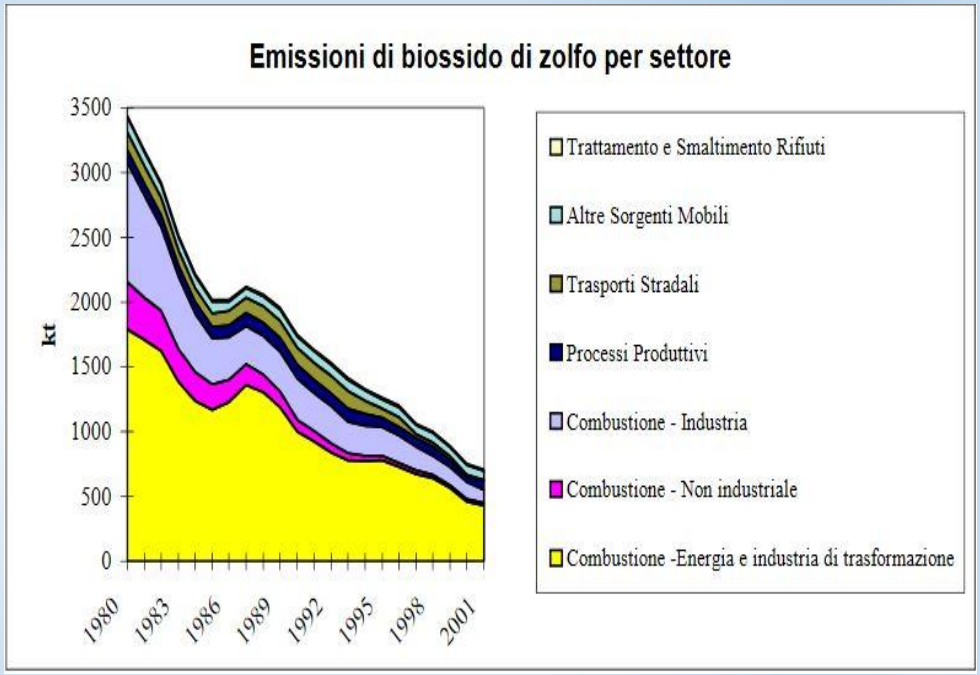


Deriva dall'ossidazione dello zolfo nel corso dei processi di combustione delle sostanze che contengono quest'elemento sia come impurezza(come i combustibili fossili) sia come costituente fondamentale.

FONTI DI EMISSIONE

Principali settori emissivi

Gli impianti di produzione di energia e trasformazione dei combustibili risultano i maggiori responsabili delle emissioni di SO_2; il processo di riduzione delle stesse è innescato da due strumenti normativi, dal DPR.203/88 e dal D.M 12/7/90 che stabilivano rispettivamente le «norme autorizzatorie agli impianti» e i limiti di emissione al camino in. Un importante contributo è fornito dall'utilizzo in crescita di gas naturale(basso tenore di zolfo) in sostituzione dell'olio combustibile.



Effetti sui materiali e ambiente naturale

- Aggressione pietra calcarea-
- Lenta degradazione del cemento armato

- Acidificazione dei suoli
- Acidificazione dei corpi idrici

Normativa di

Gas naturale ed altri gas	35
Gas liquido	5
Gas a basso potere calorifico originati da forni a coke	400
Gas a basso potere calorifico originati da altiforni	200

2) Decreto legislativo 3 Aprile 2006,n°152

Rappresenta la norma quadro in materia di limiti di emissione, affronta la limitazione delle emissioni generate da determinate attività in relazione ai tipi di impianti e combustibili utilizzati, di maggior interesse sono i valori limite di emissione relativi a «grandi impianti di combustione»,(quindi con Potenza termica nominale >50 MW), che rappresentano l'aliquota predominante sul fronte delle emissioni di Biossido di zolfo

1) Decreto legislativo n°155 del 13/8/2010

Tale strumento normativo definisce, in relazione al biossido di zolfo, i «valori limite», i «livelli critici», e una «soglia d'allarme» in relazione a specifiche mediazioni temporali e ai fini del monitoraggio e delle modalità di intervento sono stabiliti i limiti di superamento di determinati valori.

TECNICHE DI ABBATTIMENTO SO_2

IMPIEGO DI SORBENTI BASICI CAPACI DI REAGIRE CON L'ANIDRIDE SOLFOROSA FORMATASI DURANTE LA COMBUSTIONE

FLUE GAS DESULPHURISATION

FGD a «SECCO»

- INIEZIONE SORBENTE IN CONDOTTI FUMI
- INIEZIONE SORBENTE IN CALDAIA

FGD a «UMIDO»

FGD a «SEMISECCO»

SORBENTI più utilizzati:
1)Calce idrata secca $Ca(OH)_2$
2)Bicarbonato di sodio ($NaHCO_3$)
3) Calcare polverizzato ($CaCO_3$)
EFFICIENZA DI RIMOZIONE :40-50% / 70-90 % con riciclo dei prodotti di reazione
RESIDUI : Miscela di solfito e solfato di calcio con presenza di Ossido di calcio

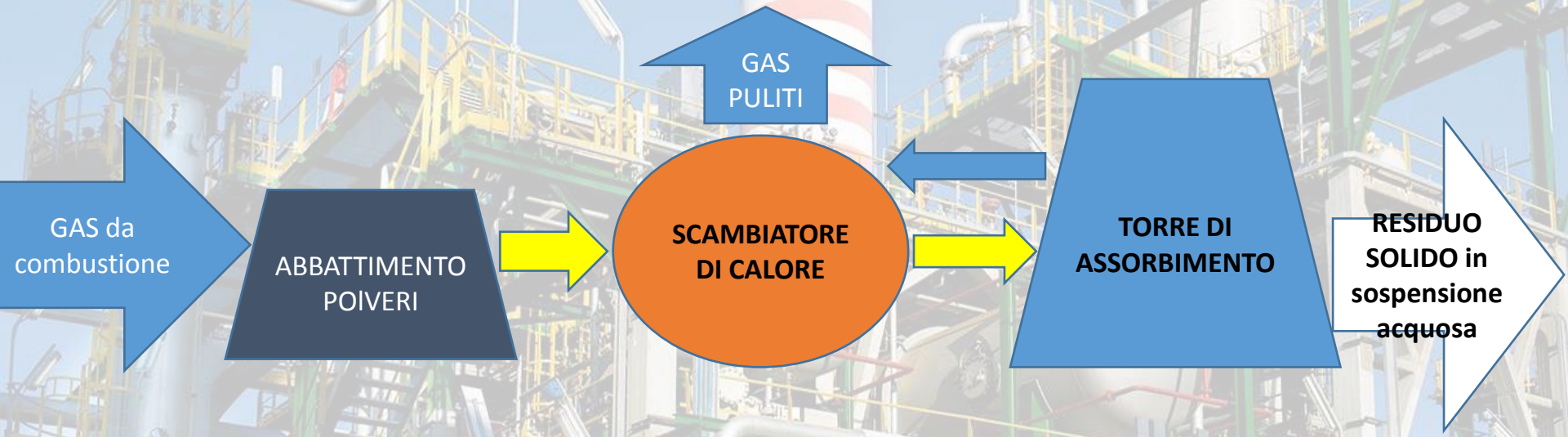
SORBENTI:
1)Latte di calce ($Ca(OH)_2$
2)Ossido di calcio (CaO)
EFFICIENZA DI RIMOZIONE: 85-92 %

RESIDUI: Miscela di solfito e solfato di calcio e ceneri

FGD A «UMIDO»

La FGD a «umido» è quella maggiormente utilizzata (80% di tutta la potenza installata dotata di desolforatori

- Sorbenti utilizzati: 1)Calcare - $CaCO_3$ 3)Soda caustica- $NaOH$
  2) Calce idrata- $Ca(OH)_2$ 4)Solfito di sodio -Na_2SO_3
- Efficienza di rimozione: 92-98 %
- Gli impianti di lavaggio a umido sono prevalentemente del tipo calcare/gesso (72% del tipo calcare-gesso, 16 % calce, 12% altri reagenti)



Configurazione di processo

La configurazione del desolforatore a umido può prevedere o no la presenza di un «prelavatore» (pre-scrubber) a monte dell'assorbitore vero e proprio :

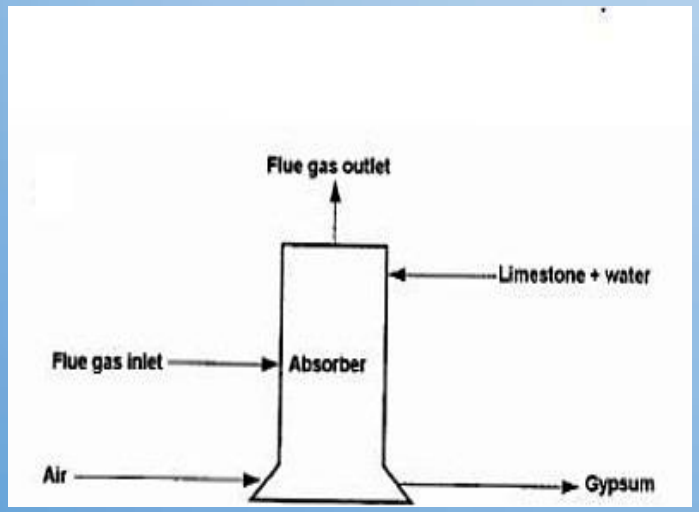
Processo senza pre-scrubber

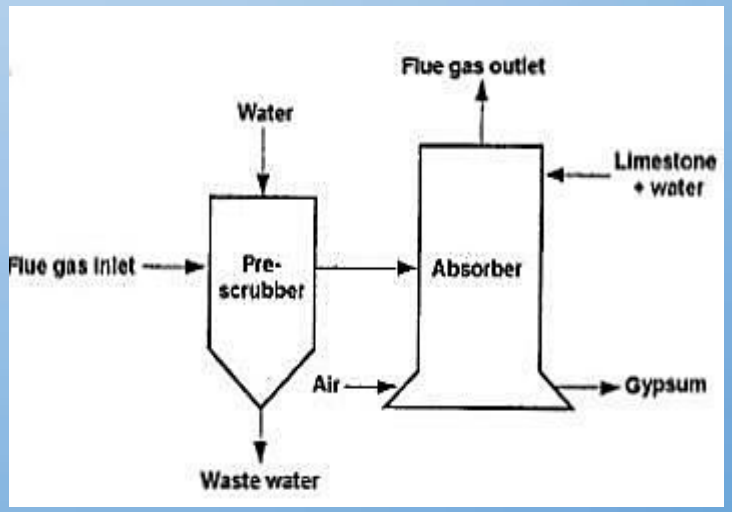
- Tutte le reazioni avvengono in un singolo assorbitore
- Meno potenza assorbita
- Minore lo spazio utilizzato

In Italia risulta maggiormente utilizzato

Processo con pre-scrubber

- «Lavaggio» dei fumi grezzi prima dell'assorbimento
- Abbattimento di HCl , HF, e particolato fine
- Maggiore potenza assorbita, quindi costi maggiori

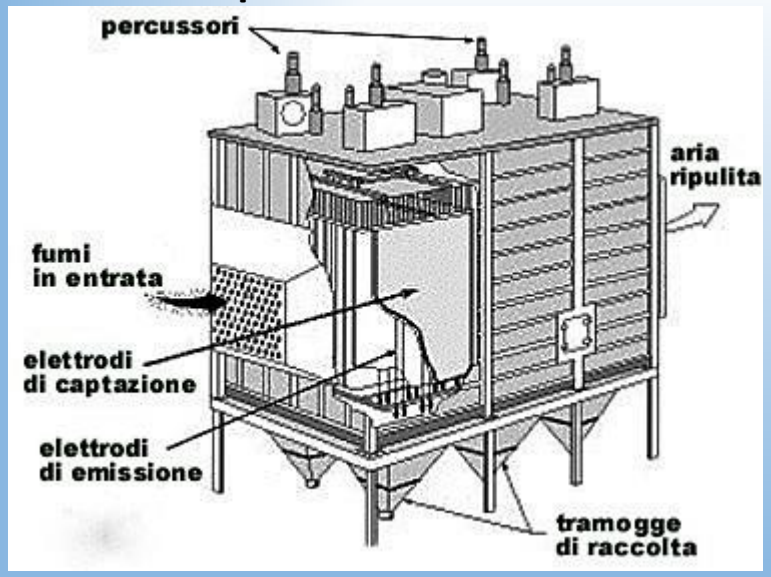


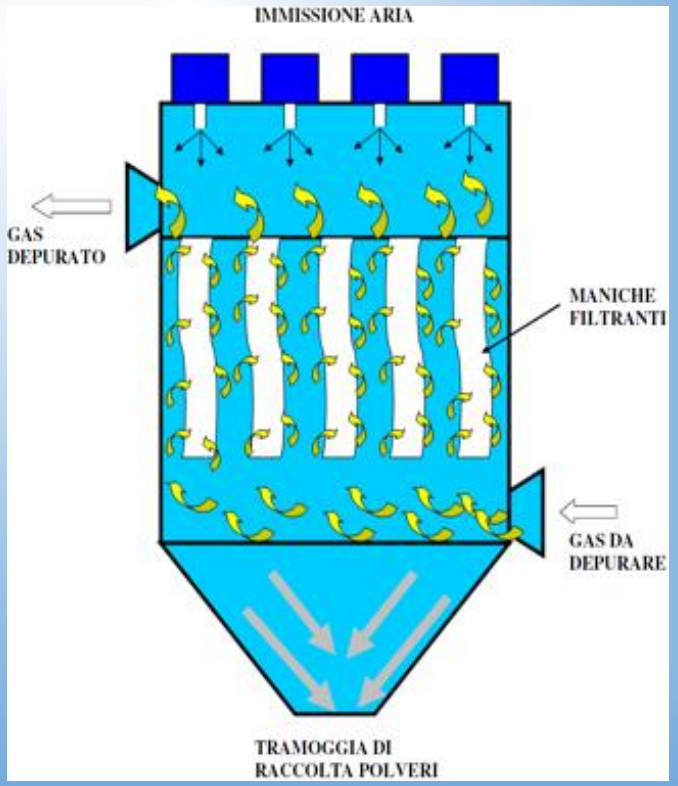


Sistemi di abbattimento delle polveri

Fondamentali per il buon funzionamento dello scambiatore di calore che precede il processo di desolforazione

Precipitatori elettrostatici

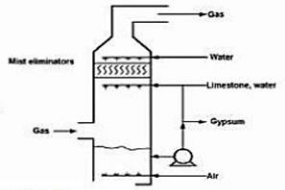




ASSORBITORI

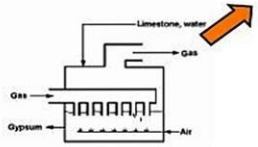
Sezione fondamentale di un FGD a umido, in cui avviene il contatto fumi-sospensione di sorbente

Ha un numero variabile di livelli spruzzatori, che atomizzano e spruzzano una sospensione acqua/calcare



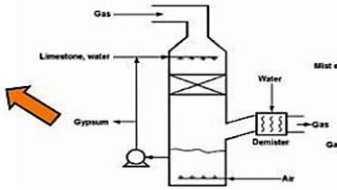
Torre spray

Iniezione dei fumi, della sospensione e dell'aria di ossidazione nel liquido attraverso dei tubi. Sistema senza pompe di ricircolo e banchi spruzzatori

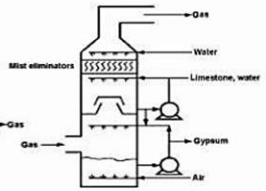


Jet bubbling reactor

Utilizza un riempimento che aumenta il tempo di contatto liquido-gas Flusso fumi equicorrente con le gocce



Torre a riempimento



Torre dual loop

È diviso in due parti: quencher e assorbitore, ciascuno funziona con un proprio pH

REAZIONI IN TORRE DI ASSORBIMENTO

Nella torre di lavaggio avviene il contatto fumi-sospensione di sorbente, quindi le reazioni che portano alla rimozione dell' SO_2.

Se il SORBENTE utilizzato è il CALCARE:

- $SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$
- $CaCO_3 + H_2SO_3 \longrightarrow CaSO_3 + CO_2 + H_2O$

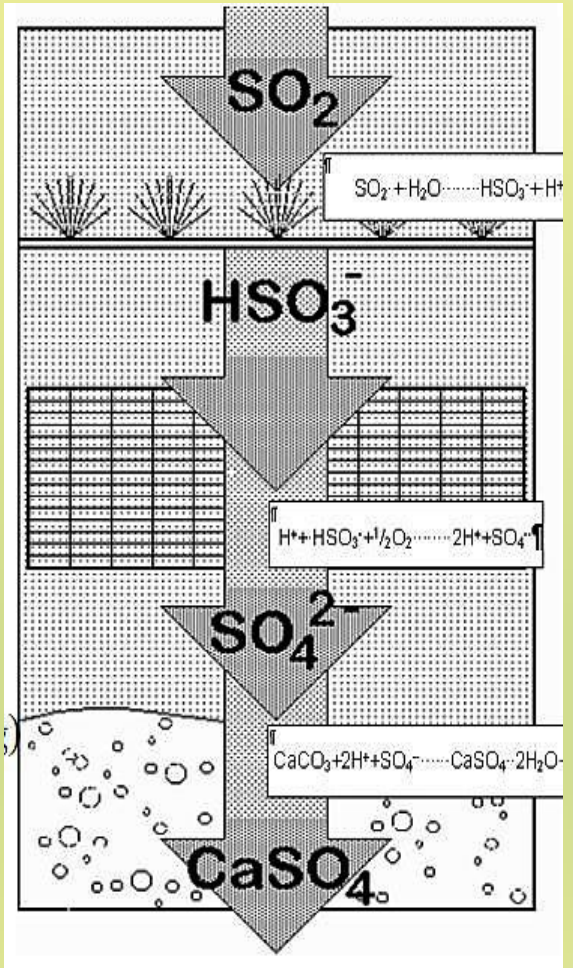
In presenza di ossigeno e acqua il solfito di calcio reagisce con essi:

- $CaSO_3 + \frac{1}{2}O_2 + 2H_2O \longrightarrow CaSO_4 2H_2O$

Dunque la reazione complessiva può essere così scritta:

- $CaCO_3 + SO_2 + \frac{1}{2}O_2 + 2H_2O \longrightarrow CaSO_4 2H_2O$

SOLFATO DI CALCIO IDRATO (GESSO)



DEWATERING

In un FGD a «umido» calcare/gesso rappresenta la fase finale del processo

SISTEMA DI IDROCICLONI in quota in edificio «gesso» separa il residuo solido in:

- **Parte leggera (2%) → Torna all'assorbitore**
- **Parte pesante (50 %)**

La parte «pesante» alimenta i filtri a nastro e dopo un lavaggio finale (eliminazione di cloruri residui) il gesso è pronto allo stoccaggio. L'acqua recuperata in parte ritorna all'assorbitore e in parte è inviata all' ITAR

CONCLUSIONI

FGD a «UMIDO» (calcare/gesso)

SVANTAGGI:

- Elevato consumo di acqua
- Necessità di un impianto di trattamento di acque reflue
- Riscaldamento dei fumi richiede apprezzabili quantità di energia

- Perdita di rendimento globale dell'unità

VANTAGGI:

- Efficienza di rimozione elevata
- <u>RESIDUI DI PROCESSO</u>

Tali residui presentano un alto tenore di $CaSO_4$ solido, all'incirca del 90%, utilizzato in sostituzione del gesso naturale di cava. Tale gesso risulta:

- **Facilmente gestibile**
- **Rivendibile all'industria del cemento per la preparazione di malte e intonaci, limitando anche costi di gestione dell'impianto.**

Gli FGD a umido risultano preferibili per impianti dotati di Potenza termica nominale superiore a 100 MW in relazione alla quantità di «residuo» prodotto.