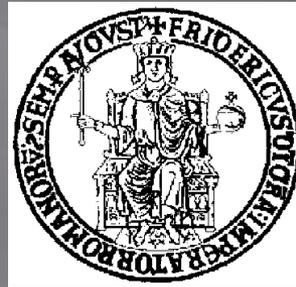


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

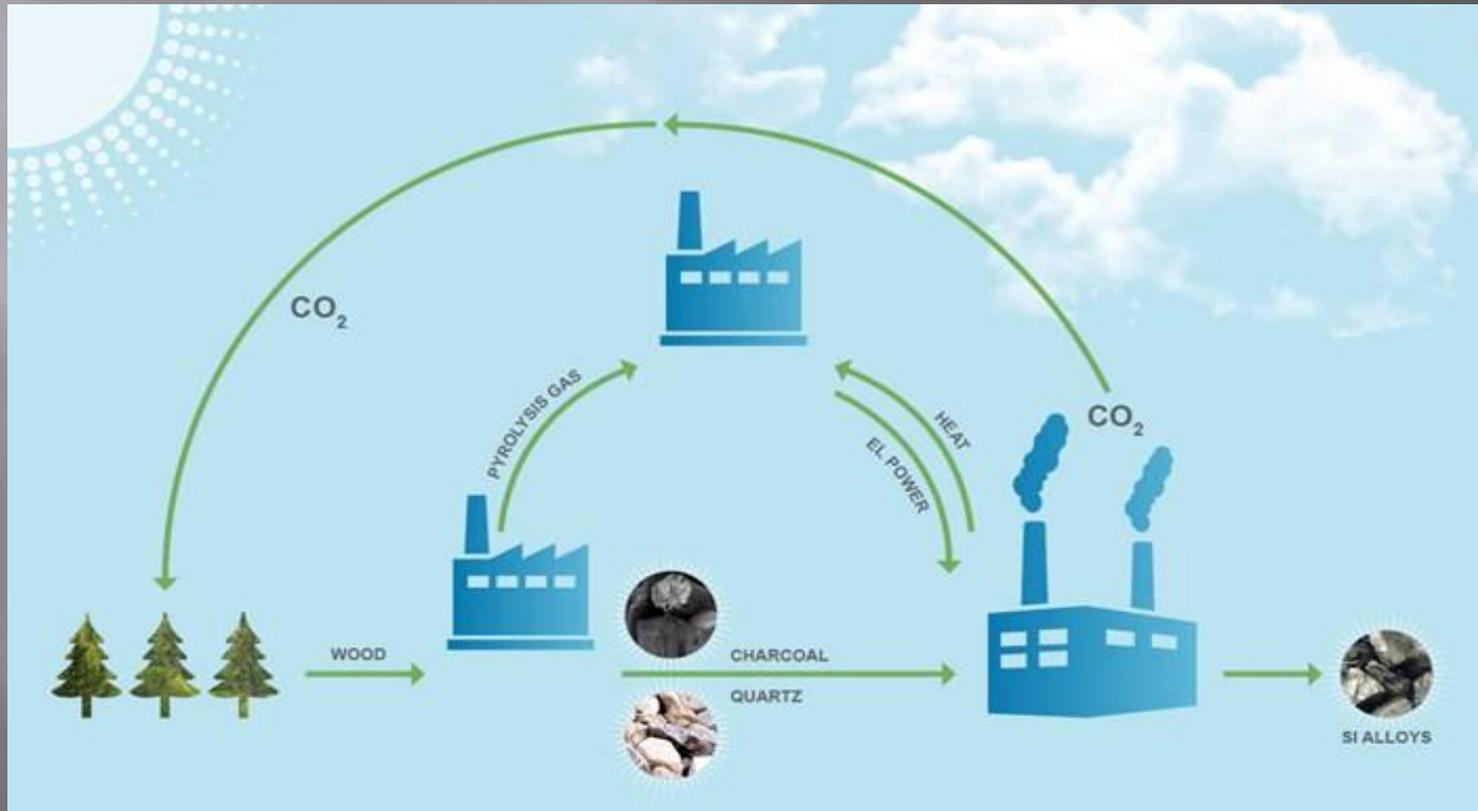
**TESI DI LAUREA TRIENNALE IN
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO
"IL FUMO DI SILICE COME SOTTOPRODOTTO
DELL'INDUSTRIA DEL SILICIO:
SUO CONTROLLO E POSSIBILE RIUTILIZZO"**

**Relatore:
Prof. Bruno de Gennaro**

**Candidato:
Esposito Davide N49/373**

Anno accademico 2014/2015

L'obiettivo della tesi è quello di presentare un sottoprodotto industriale, quale la microsilice, come "nuovo" materiale capace di ampliare il mercato nell'industria del cemento e al tempo stesso ridurre sia l'estrazione dei materiali naturali in cava che di abbattere drasticamente il consumo di materiale combustibile e, quindi, le emissioni di anidride carbonica nell'aria in accordo a quanto stabilito dal protocollo di Kyoto.



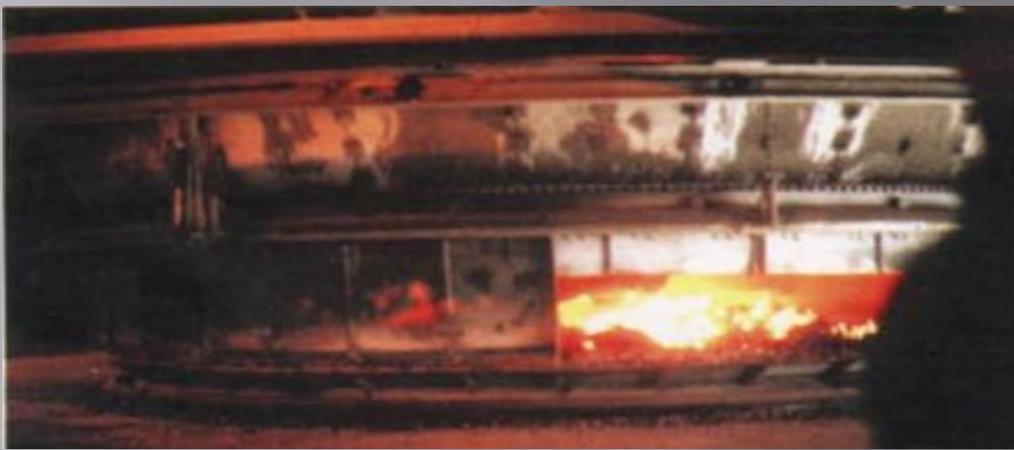
Fino alla fine degli anni '70 la polvere veniva granulata, depositata in discariche e considerata come scarto di produzione.



Solo agli inizi degli anni '80, soprattutto per merito della Elkem Norvegese, il più grande produttore di silicio e di leghe ferro-silicio del mondo e della Aalborg Portland Cement Fabrik (Danimarca), il prodotto venne via via rivalutato e attentamente studiato per vari impieghi, in particolare nei conglomerati cementizi.

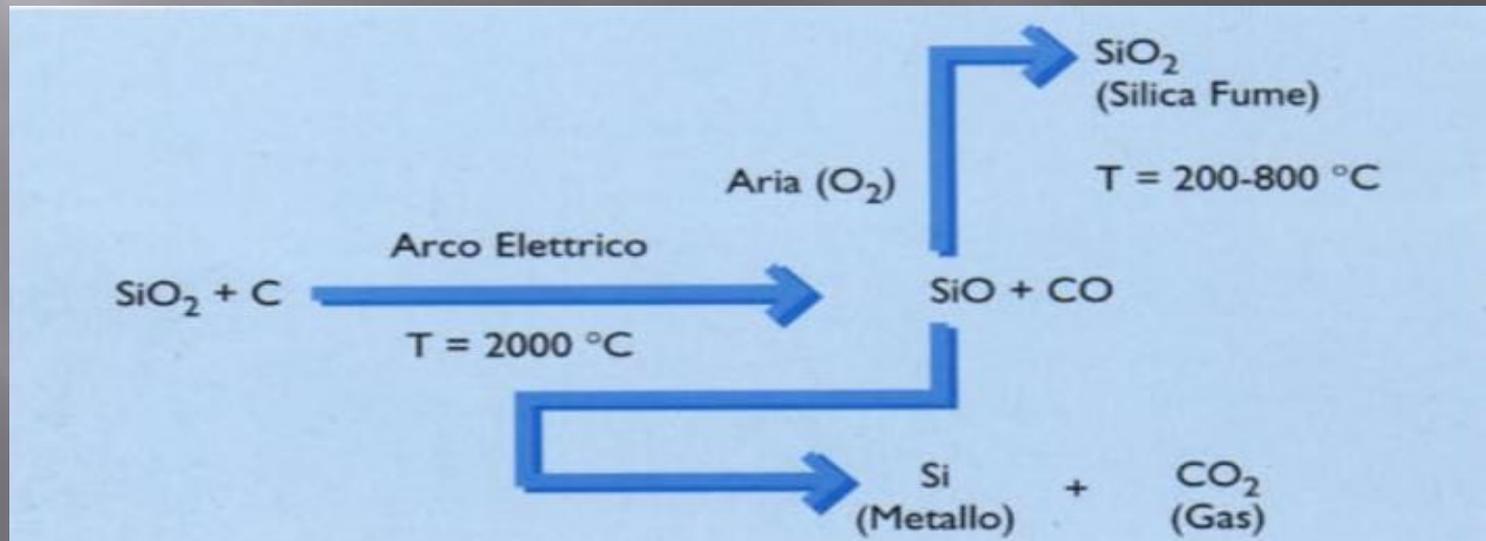


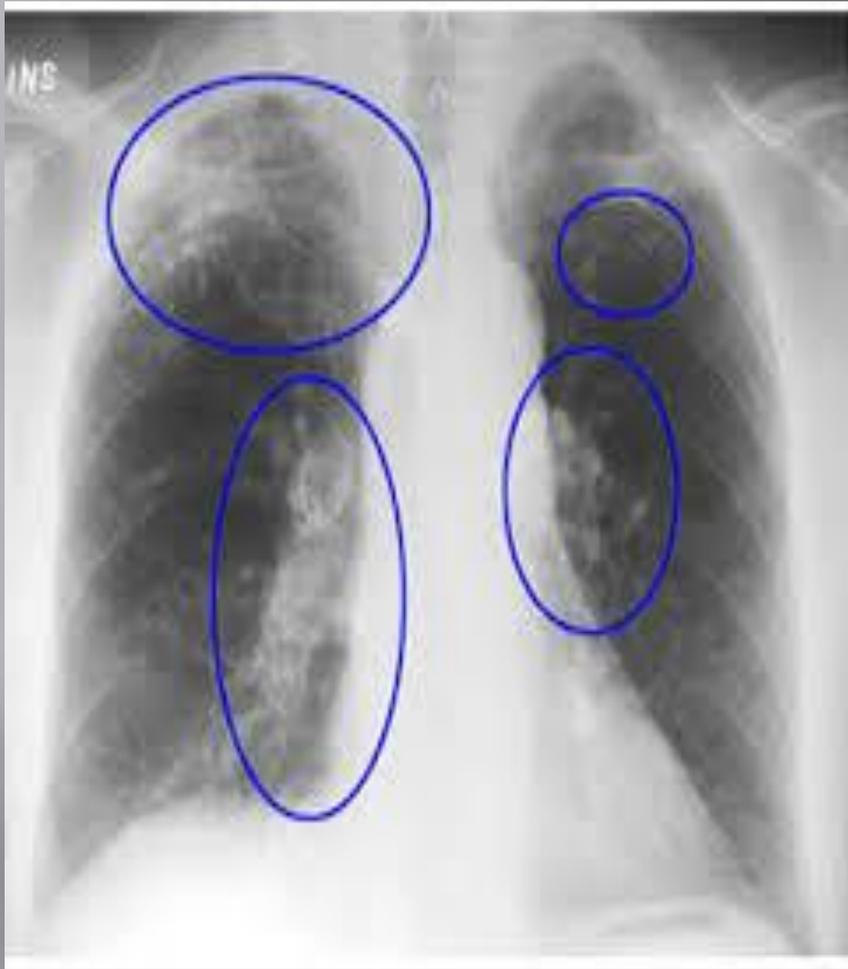
Oggi è un materiale che viene utilizzato in varie industrie per migliorare le superfici e le proprietà meccaniche di materiali diversi. È usato come riempitrice, modificatore reologico o aiuto alla trasformazione in molte formulazioni di prodotto, quali vernici e rivestimenti, materie plastiche, gomma sintetica, adesivi, sigillanti o materiali isolanti.



Questo materiale è una polvere di scarto ottenuta dalla lavorazione all'arco elettrico del silicio e delle leghe ferro-silicio nei forni di riduzione della quarzite

I forni sono riscaldati per mezzo di elettrodi in modo da ottenere temperature intorno ai 2000 °C, necessarie alla reazione di riduzione, durante la quale si sviluppano gas costituiti principalmente da monossido di silicio SiO. Il gas a contatto con aria si ossida permettendo la condensazione del fumo di silice.





Le attività di estrazione e lavorazione degli inerti liberano una frazione della “silice cristallina” contenuta nei materiali, la quale è facilmente dispersa nel territorio per via aerea e, date le sue piccole dimensioni, risulta inalabile nelle vie respiratorie.

Il rischio per la salute è quindi dovuto alle patologie che queste particelle producono nell’apparato polmonare. Tra le forme più gravi vi è la “silicosi”.

I rischi derivanti dall'esposizione al fumo di silice sono stati provati prima dalla IARC a livello europeo e poi comprovato in Italia dall' IOM.

Nel tempo è stata resa necessaria l'introduzione di normative atte a controllare l'utilizzo nelle industrie del fumo di silice. Tali norme sono state redatte dalla comunità europea e successivamente assimilate dalla legislazione italiana.

Per l'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II (aggiunte pozzolaniche o ad attività idraulica latente) devono essere conformi alla **UNI EN 13263** parte 1 e 2 e provviste di marcature CE.

1. **UNI EN 13263-1**: Fumi di silice per calcestruzzo - Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità.
2. **UNI EN 13263-2**: Fumi di silice per calcestruzzo - Parte 2: Valutazione della conformità.

L'obbligo di marcatura CE per fumi di silice (**UNI EN 13263-1**) attesta che a partire dal 1/1/2011 l'impiego dei fumi di silice è possibile solo se si è in possesso della marcatura CE.



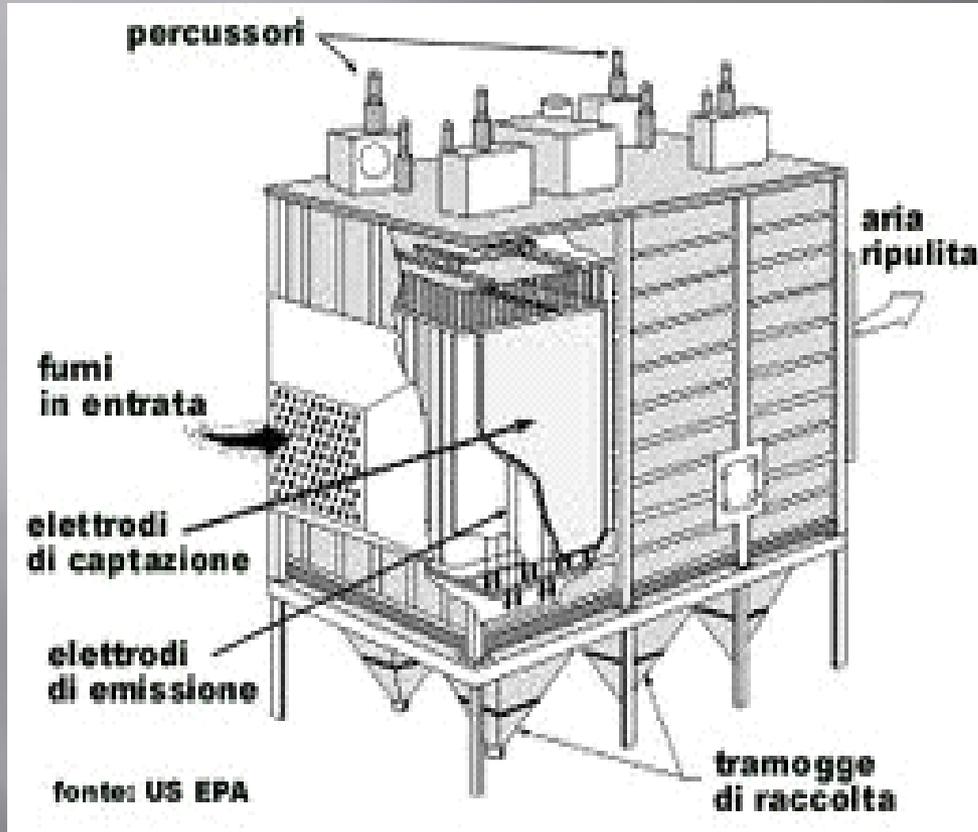
Durante i processi produttivi è necessario l'abbattimento delle polveri e quindi ridurre o, quando possibile, impedire che si sviluppino e si diffondano all'interno dell'ambiente di lavoro.



Nello specifico il fumo di silice va inviato ad un sistema di abbattimento per limitare l'immissione in atmosfera di sostanze inquinanti e potenzialmente nocive nel rispetto delle normative vigenti.

I sistemi più utilizzati nell'abbattimento del fumo di silice sono:

Elettrofiltri



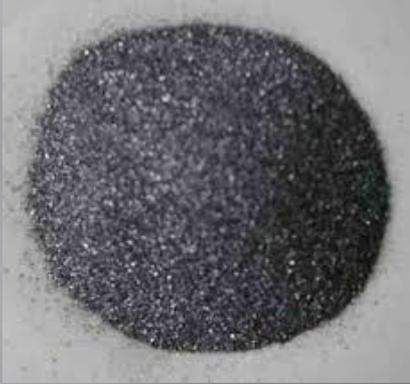
Filtri a maniche



La scelta tra elettrofiltri o filtri a maniche dipende essenzialmente dalla portata di effluente da trattare.

In commercio il fumo di silice è disponibile in diverse forme:

a) In forma di polvere (sfusa o in grandi sacchi) "tout-venant", cioè così com'è scaricata dai filtri di abbattimento dopo la densificazione nelle industrie.



b) In forma di polvere compattata per rendere più semplice il trasporto.



c) In forma di slurry, cioè miscelato con acqua (50% acqua) e consegnato in autobotti.



d) In forma granulare, poiché una buona parte viene pellettizzata per esigenze di stoccaggio.



- Esistono svariate possibilità di impiego per il fumo di silice. Si possono distinguere tre settori fondamentali:

- Strutture con spessori normali

Il fumo di silice è usato prevalentemente per ridurre la porosità del calcestruzzo, per aumentare la resistenza al gelo e disgelo e per migliorare la resistenza chimica del cemento grazie alla reazione pozzolanica che sottrae idrossido di calcio al sistema.

- Strutture sottili

In questo caso si sfruttano al massimo le resistenze meccaniche del materiale per produrre manufatti leggeri. Tuttavia può risaltare maggiormente la fragilità della pasta di cemento, pertanto è consigliabile aggiungere anche fibre sintetiche o metalliche per aumentare la duttilità del sistema.

- Calcestruzzo spruzzato

In questo tipo di materiale l'aggiunta di silice aveva dapprima solo lo scopo di attenuare lo sfrido poi, visti gli incrementi di resistenza ottenibili, si passò ad utilizzare questi calcestruzzi in rivestimenti strutturali durevoli, vincendo la maggior fragilità del calcestruzzo con l'aggiunta di fibre di acciaio o polimeriche.



Il fumo di silice rappresenta una delle migliori risorse nel campo dell'edilizia, e non solo, in quanto comporta una serie di vantaggi:

**VANTAGGIO
AMBIENTALE**

**VANTAGGIO ECONOMICO
E TECNICO**

Conclusioni

In definitiva la conclusione dell'elaborato mostra come questo prodotto sia potenzialmente una delle migliori risorse nel campo dell'edilizia e non solo. Tuttavia, nonostante l'introduzione di normative che regolano l'utilizzo di fumo di silice nelle industrie, bisogna ancora assicurare le migliori condizioni di lavoro per gli operai, soggetti ancora a un rischio troppo elevato di contrarre malattie autoimmuni, e per la tutela della popolazione e dell'ambiente.