



Università degli studi di Napoli Federico II

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

**Relatore:
Prof. Francesco Pirozzi**

**Correlatore:
Prof. Antonio Panico**

**RIDUZIONE DELLE
EMISSIONI DI CO₂
NELL'AMBIENTE:
CATTURA,
STOCCAGGIO E
RIUTILIZZO**

**Tesi di Laurea di:
Andrea Giordano – Matr. N49000493**

Cambiamento climatico:

Cause

- Dalla rivoluzione industriale ad oggi le concentrazioni di gas serra si sono progressivamente accumulate in atmosfera a causa del progressivo utilizzo di combustibili fossili.



- La composizione dell'atmosfera è cambiata nel corso della storia e con essa anche l'effetto serra ha subito una continua e lenta evoluzione.

Effetti

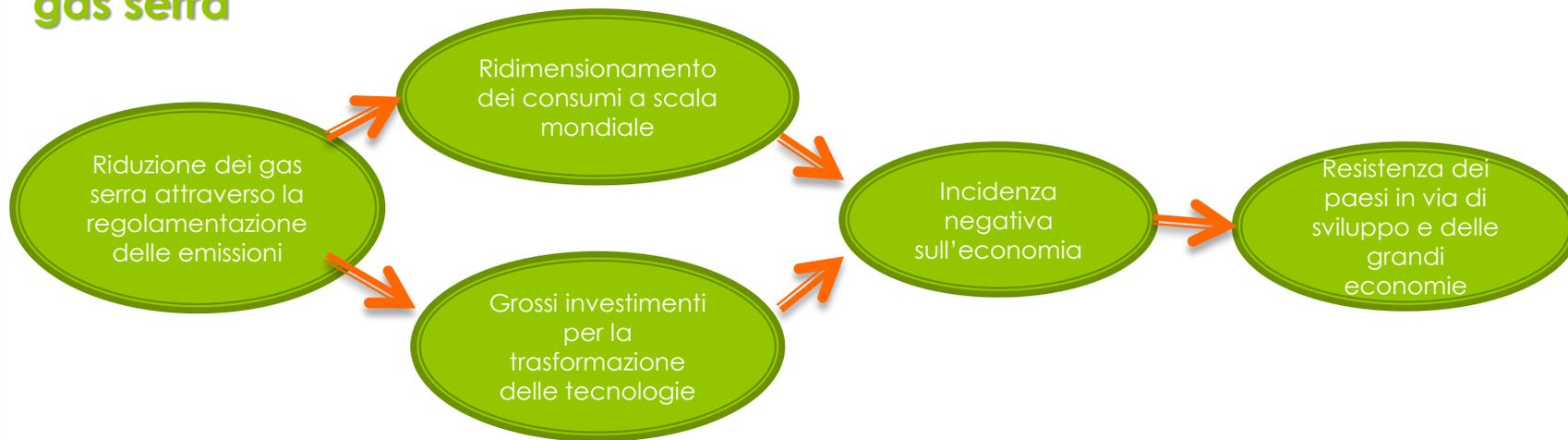
Alterazione
Effetto
Serra

Riscaldamento
climatico

- **Scioglimento dei ghiacciai**
- **Rischio desertificazione**
- **Innalzamento livello del mare**
- **Aumento delle precipitazioni**
- **Cambiamento delle circolazioni atmosferiche**



Strumenti transnazionali per il contenimento dell'emissione di gas serra



Protocollo di Kyoto

- è stato sottoscritto l'11 Dicembre 1997 durante la Conferenza delle parti di Kyoto (la COP3) ma è entrato in vigore solo il 16 febbraio 2005.
- Il **Protocollo di Kyoto** impegnava i Paesi sottoscrittori ad una riduzione quantitativa delle proprie emissioni di gas ad effetto serra attraverso un sistema nazionale di monitoraggio delle emissioni ed assorbimenti dei gas da aggiornare annualmente, insieme alla definizione delle misure per la riduzione delle emissioni stesse.
- Non è stato sufficiente per contenere i cambiamenti climatici.

Conferenza di Parigi

Nel Dicembre 2015, alla Conferenza di Parigi viene approvato l'accordo internazionale sul clima, firmato da quasi duecento governi, tra cui quelli di Cina e Stati Uniti che entrerà in vigore nel 2020.

I paesi firmatari si impegnano a:

- mantenere l'aumento della temperatura media globale ben al di sotto di 2°C in più rispetto ai livelli preindustriali
- comunicare ogni cinque anni i propri contributi per fissare obiettivi più ambiziosi
- comunicare - l'un l'altro e al pubblico - i risultati raggiunti nell'attuazione dei rispettivi obiettivi al fine di garantire trasparenza e controllo
- fornire finanziamenti per il clima ai paesi in via di sviluppo per aiutarli sia a ridurre le emissioni che a diventare più resilienti agli effetti dei cambiamenti climatici

Tecniche per la riduzione di emissioni di CO₂ in atmosfera

Contenimento della produzione di CO₂

1. **Miglioramento dell'efficienza di produzione di energia elettrica da energia termica**
2. **Utilizzo di combustibili fossili con elevato rapporto potere calorifico-contenuto di carbonio**
3. **Energia nucleare**
4. **Fonti rinnovabili**
5. **Biomasse**



Sequestro, trasporto e stoccaggio della CO₂ prodotta dagli

impianti di combustione

Impianto di combustione



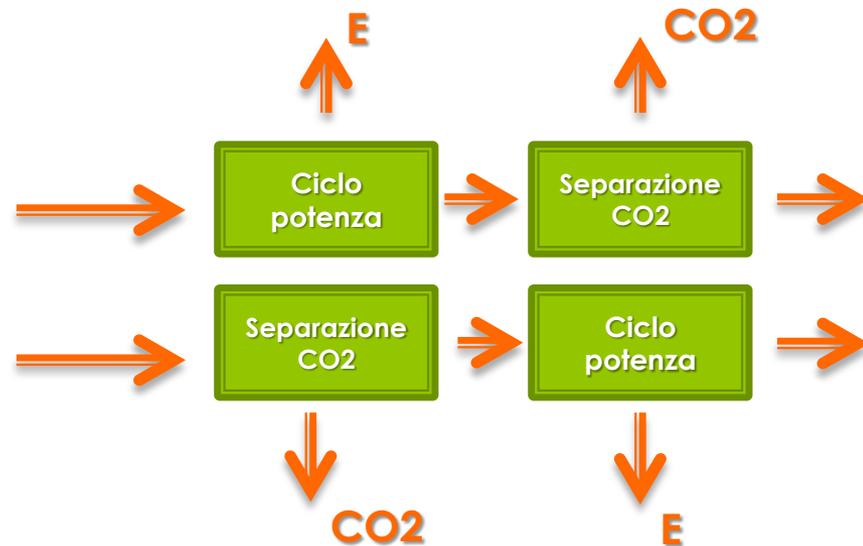
Cattura post combustione

Cattura pre combustione



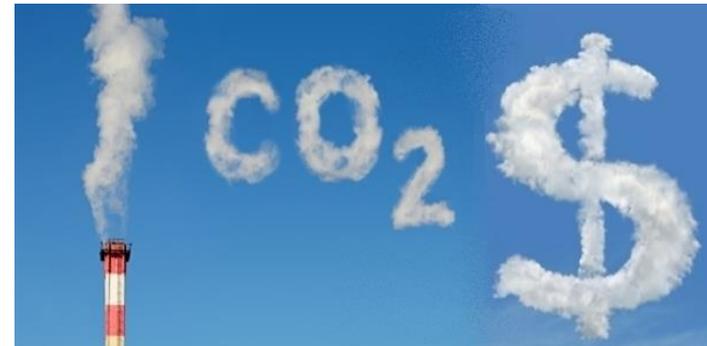
- Separazione per:
- ASSORBIMENTO
 - ADSORBIMENTO
 - MEMBRANE
 - CRIOGENICA
 - OSSI-COMBUSTIONE

- Power Generation
- Ciclo combinato turbogas-vapore
- Ciclo combinato con gassificazione



Separazione post-combustione

- Applicata ad impianti che operano con Aria
- La separazione avviene prima del rilascio dei fumi
- Può essere applicata a fumi con base conc. di CO₂ e basse T e P
- Ha il vantaggio di non intervenire sull'impianto già esistente
- Il rendimento della rimozione di CO₂ è del 90%



Separazione della CO₂ :

● ASSORBIMENTO

- Chimico (MEA , MDEA) : basse pressioni, basse concentrazioni di CO₂ , rigenerazione termica
- Fisico (Selexol , Rectisol) : alte pressioni , rigenerazione per abbassamento di P

● ADSORBIMENTO

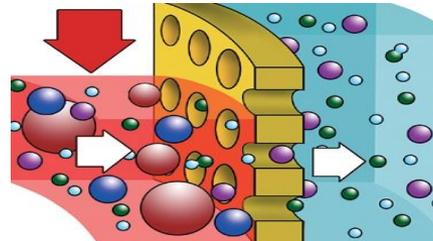
- Siti attivi (zeoliti , carboni attivi , allumina) : alti rapporti sup/vol , rigenerazione attraverso aumento di T , abbassamento di P e gas di lavaggio

● MEMBRANE

- Organiche (polimeri) : economiche, buon rapporto sup/vol
- Inorganiche (ceramiche e metalliche) : stabili, alte pressioni, costose, cattivo rapporto sup/vol

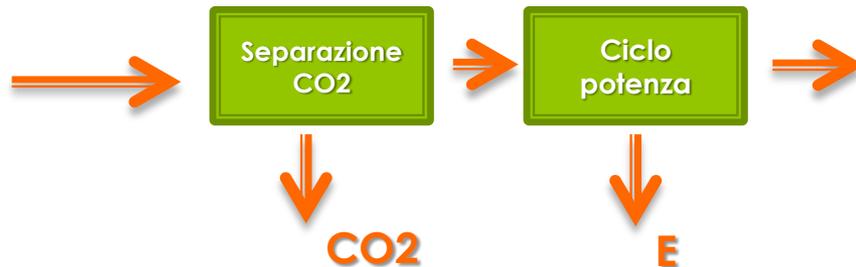
● CRIOGENIA : energivora, CO₂ direttamente liquida, elevati costi operativi

● OSSI-COMBUSTIONE : migliora la cattura post-combustione, costosa



Separazione pre-combustione :

Consiste nella decarbonizzazione di un idrocarburo ossia la trasformazione in un gas di sintesi (CO_2 e H_2) e nella successiva separazione della CO_2 a monte del ciclo di potenza



- I processi di trattamento preliminare del combustibile fossile sono :
 - Steam reforming
 - Ossidazione parziale non catalitica (POX)
 - Autothermal reforming

Trasporto della CO₂

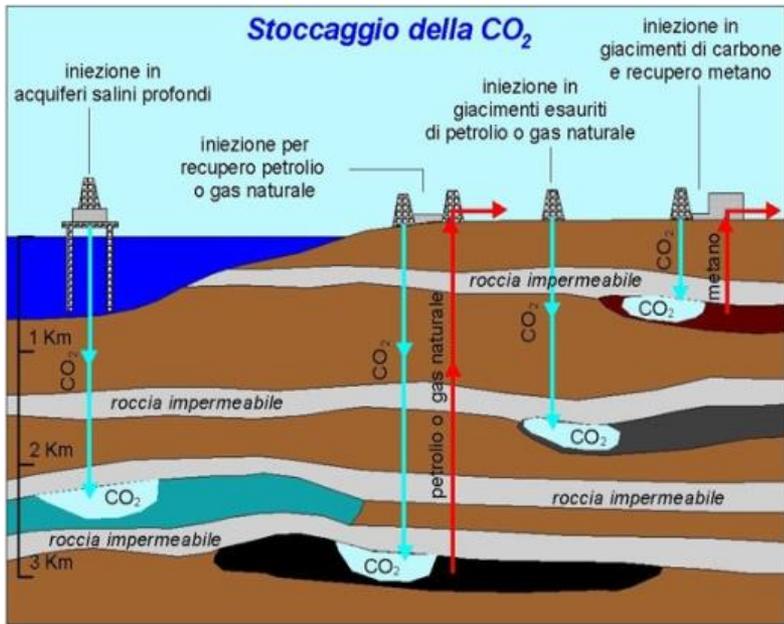
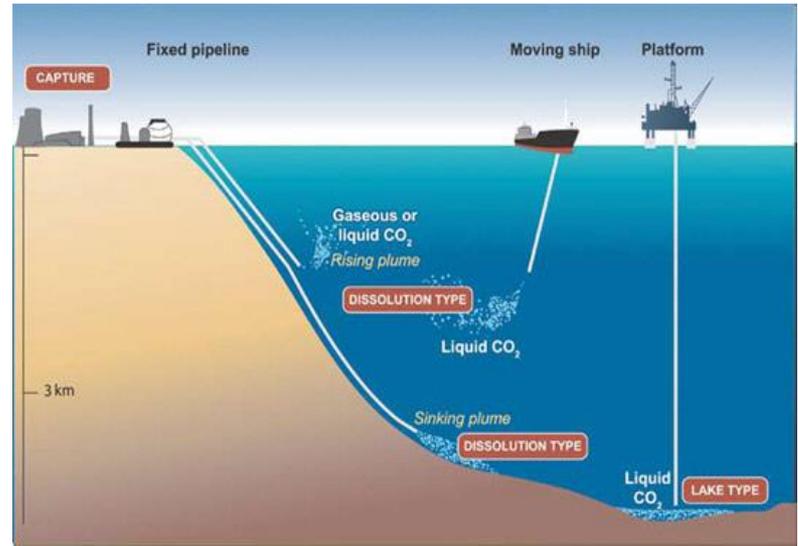


Stoccaggio della CO₂



Oceani

su gomma
su ferro
via mare
tubazioni in pressione



Acquiferi salini profondi

Tecnica EOR

Tecnica EBCM

Formazioni geologiche

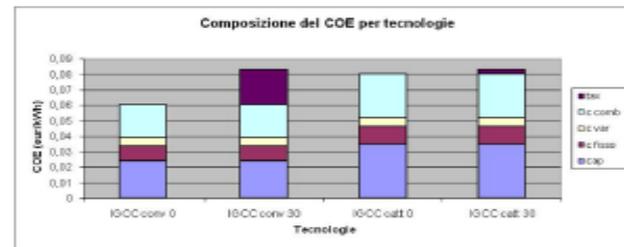
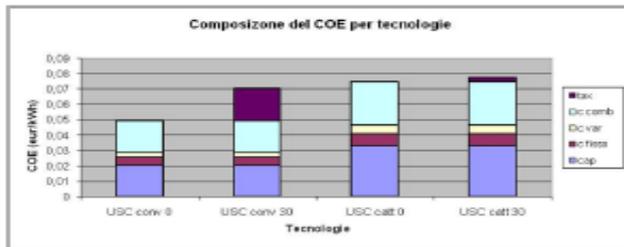
Analisi economica

Il confronto delle tecniche comporta un'analisi economica:

$$C_{EE} = C_{\text{prod}} + C_{\text{CO}_2} - C_{\text{TAX}}$$

Analisi dei costi del kWh con e senza recupero di CO₂ per :

- impianti USC a polverino di carbone
- impianti IGCC con cattura pre-combustione



L'applicazione di queste tecniche comporta un aumento del costo dell'E.E. e una diminuzione del rendimento di entrambi gli impianti

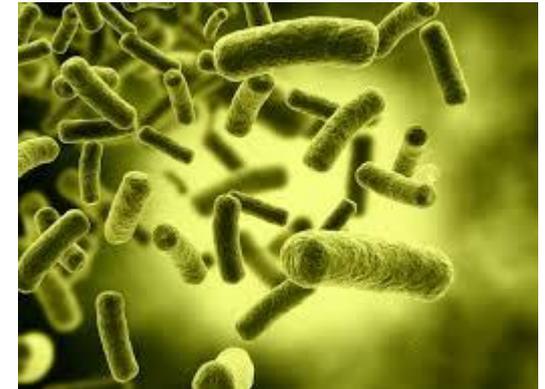
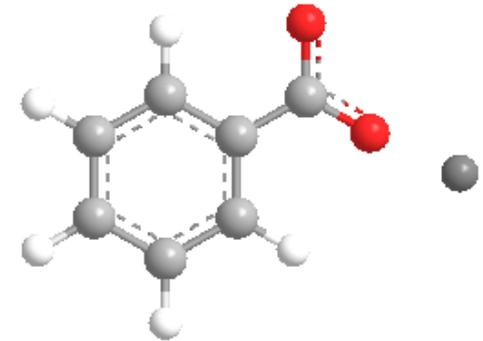
Il problema associato alla cattura e sequestro della CO₂ sono i
costi

CO₂ : da rifiuto a risorsa

- Per migliorare la struttura dei costi sarà opportuno considerare la CO₂ catturata non più come un rifiuto ma come una risorsa



- Il riutilizzo della CO₂ trova già alcune interessanti ipotesi:
 - Biocarburanti dalle alghe
 - Thermotoga neapolitana
 - Produzione materie prime seconde (carbonato basico di zinco, carbammato di ammonio, carbonato di sodio)
 - Ecoplastica (Pef polietilene furandicarbossilato)



Conclusioni :

- La mitigazione delle emissioni di CO₂ è assolutamente necessaria
- Inizia ad essere tecnicamente fattibile ed economicamente accettabile
- E' un obbligo morale verso le future generazioni
- La nuova speranza deriva dall'adesione dei maggiori Paesi al dettato della Conferenza di Parigi

