



POLITECNICO
MILANO 1863



Cattura e utilizzo di CO₂ dal termovalorizzatore di Como

Prof. Laura A. Pellegrini
Ing. Giorgia De Guido
Ing. Matteo Gilardi

Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica “G. Natta”
Politecnico di Milano



Il gruppo GASP del Politecnico di Milano

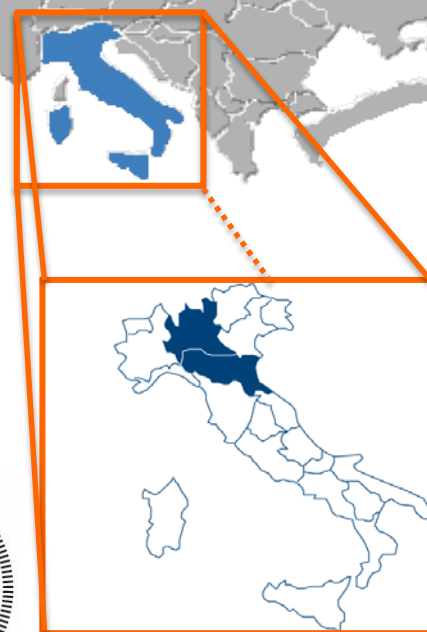
Il gruppo GASP,



Group on Advanced Separation Processes & GAS Processing, lavora presso il *Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta"* del *Politecnico di Milano*.

GASP è conosciuto a livello internazionale per le sue attività di ricerca che sono focalizzate sulla **modellazione** e sulla **simulazione** di **processi di separazione**, in particolare la rimozione di CO_2 , e sui **sistemi reattivi**, attraverso una conoscenza approfondita della **termodinamica applicata**.

Sito del gruppo: gasp.chem.polimi.it



Politecnico di Milano



Collaborazione Acsm Agam Ambiente - GASP

A marzo 2021 **Acsm Agam Ambiente** ed il **gruppo GASP** del **Politecnico di Milano** hanno avviato una **collaborazione** per condurre lo studio e la simulazione di un impianto per la **cattura della CO₂ emessa dai fumi del termovalorizzatore di Como**.



I principali **obiettivi** del progetto sono:

- ✓ **cattura di 57000 ton CO₂/anno**, pari alla CO₂ emessa di origine **non biogenica**;
- ✓ **zero emissioni**;
- ✓ realizzazione di un **impianto di cattura ottimizzato** sia per quanto riguarda l'**impatto ambientale** che la **richiesta energetica**.



**Acsm Agam
Ambiente**



L'importanza della cattura di CO₂

L'emissione di ingenti quantitativi di **gas serra** (in particolare **CO₂**) in atmosfera è la principale **causa del surriscaldamento globale**, una delle più grandi sfide dei nostri giorni.

2019 U.S. Carbon Dioxide Emissions, By Source

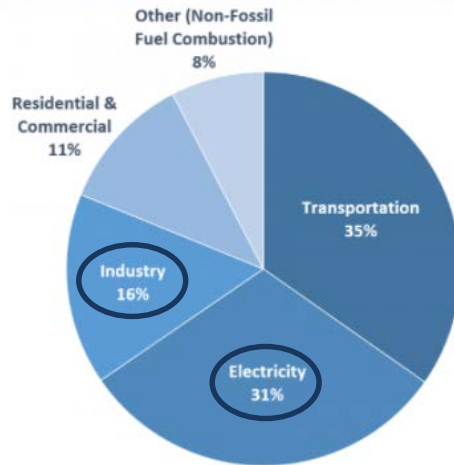


Figura 2. Principali fonti di emissione della CO₂ negli USA.¹

Il **CCUS** (**Carbon Capture, Utilization and Storage**) è ad oggi una **climate mitigation action** verso uno scenario a **“net zero emissions” (NZE)**.



Figura 1. “Effetti” del global warming.

Il settore dell'industria e quello della produzione di elettricità sono responsabili di quasi il 50% delle emissioni totali di CO₂.¹

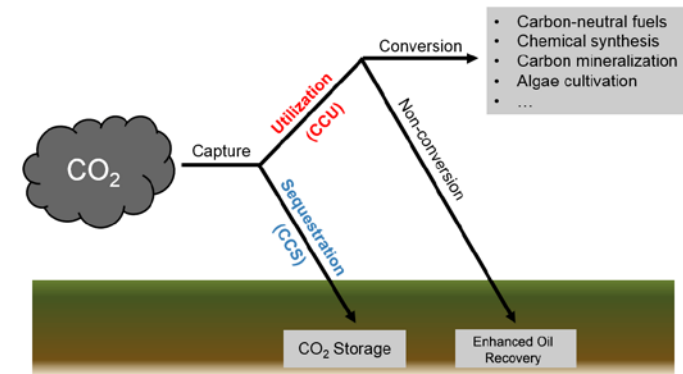


Figura 3. Schema del CCUS.

[1] <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>.

L'importanza della cattura di CO₂ /2

La Conferenza delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici del 2021, conosciuta anche come **COP26**, è la XXVI Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici. Uno degli obiettivi è azzerare le emissioni nette a livello globale entro il 2050 e puntare a limitare l'aumento delle temperature a 1.5°C.¹ → Occorre **ridurre le emissioni globali di CO₂ del 45% entro il 2030 rispetto al livello del 2010**, per arrivare a **emissioni nette zero** intorno alla metà del secolo.

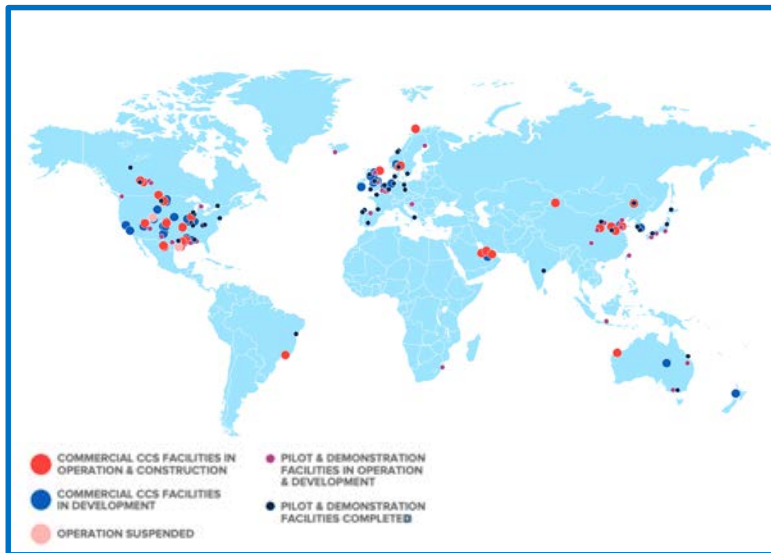


Figura 5. Impianti CCS nel mondo.²

Attualmente, nel mondo, i siti di cattura di CO₂ funzionanti o in costruzione hanno la capacità di catturare e immagazzinare circa **40 milioni di tonnellate di CO₂ l'anno.**²

Il numero di **impianti** CCS su larga scala è aumentato a 65. Di questi: **26** sono **in funzione**; 3 in costruzione; 13 sono in avanzato sviluppo; 21 in fase di sviluppo iniziale.

[1] <https://ukcop26.org/it/gli-obiettivi-della-cop26/>

[2] <https://esserenergia.it/carbon-capture-and-storage/>

Il termovalorizzatore di Como

RIFIUTI SOLIDI URBANI
(RSU) E SPECIALI

Circa 90000
ton/anno
di rifiuti.¹



I fumi vengono trattati per il
contenimento delle emissioni e inviati
ad un unico camino.

ENERGIA ELETTRICA

ENERGIA TERMICA
Teleriscaldamento

I rifiuti sono avviati alle due linee di combustione, dove
sono inceneriti ad una temperatura attorno ai 1000 °C.

[1] Acsm Agam Ambiente - DICHIARAZIONE AMBIENTALE TERMOVALORIZZATORE.

Cattura della CO₂ dal termovalorizzatore di Como

I **RSU** trattati presso l'inceneritore contengono materiali di origine:

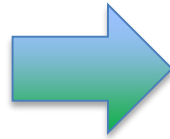


biogenica → non comportano aumento di CO₂ in atmosfera



non biogenica → responsabili delle **emissioni** nette di CO₂

L'aggiunta di una sezione di **cattura di CO₂** dai fumi del termovalorizzatore che **rimuova la CO₂ non biogenica**, pari al 50 % della CO₂ emessa, ha lo scopo di rendere i **RSU** una **fonte di energia a emissioni zero**.



~~CO₂~~

Acsm Agam Ambiente attiva nella cattura di CO₂ da WtE

La **cattura di CO₂ da termovalorizzatori** è un'applicazione del tutto **innovativa**.

Al momento nel mondo gli **unici termovalorizzatori con un impianto di cattura CO₂ su scala pilota** operativo si trovano a **Twence** (Olanda) e **Saga City** (Giappone).

Fortum Oslo Varme è un impianto di cattura di CO₂ da WtE su larga scala, già testato su scala pilota, in via di realizzazione nell'ambito del progetto **Longship**.



(a)



(b)



(c)

Figura 7. Cattura di CO₂ da trattamento rifiuti di Twence¹ (a), Saga City² (b) e Oslo³ (c).

Acsm Agam Ambiente ha l'obiettivo di diventare un'**azienda di trattamento rifiuti italiana** in grado di **produrre energia a emissioni zero**.



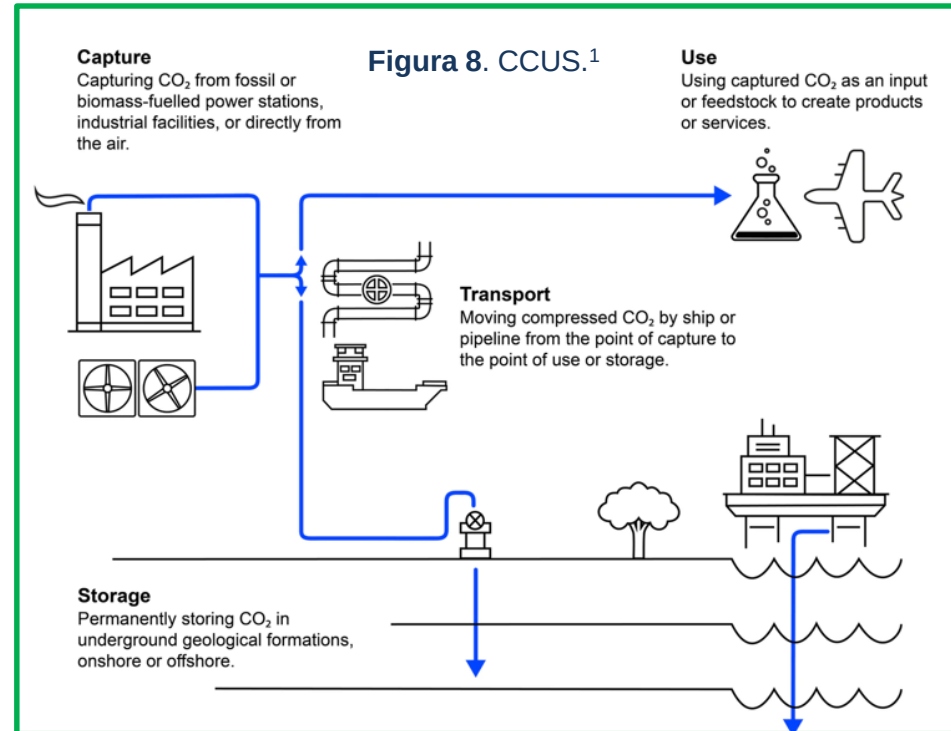
[1] CATO Meets the Projects, 2018. Carbon Capture and Usage @Twence; [2] <https://www.globalccsinstitute.com/>; [3] <https://www.endswasteandbioenergy.com/>.

Possibili utilizzi della CO₂ catturata

Un aspetto cruciale è individuare l'**utilizzo più promettente per la CO₂ catturata**.

Le principali opzioni su cui il mondo della ricerca sta puntando sono:

- **food & beverage;**
produzione di **bicarbonato di sodio;**
mineralizzazione;
metanazione e sintesi di altri chemicals o combustibili;
colture in serra;
crescita delle alghe;
- **stoccaggio (CCS) ed *Enhanced Oil Recovery* (EOR).**



4

Mton/a

portata iniziale di stoccaggio
annuo di CO₂



I numeri dell'hub di Ravenna²

10

Mton/a

portata successiva di stoccaggio
annuo di CO₂

500

Mton

capacità totale di stoccaggio di CO₂

2026

anno

di inizio dei primi stoccaggi di CO₂

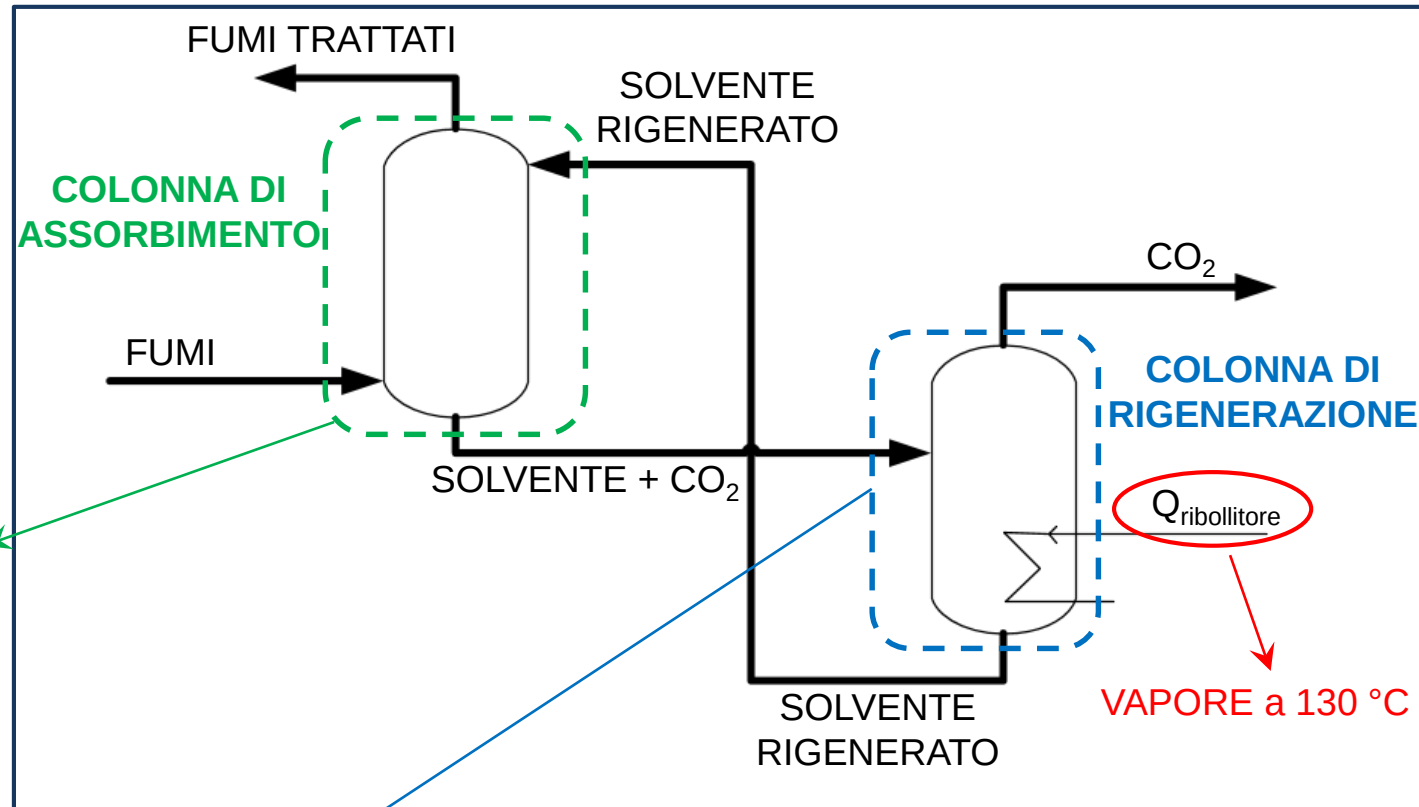
[1] IEA, 2021. About CCUS - Technology report (<https://www.iea.org/reports/about-ccus>); [2] <https://www.eni.com/it-IT/attivita/gestione-anidride-carbonica.html>



Studio di fattibilità: schema dell'impianto di cattura della CO₂

Per l'impianto di cattura è stata considerata una tecnologia basata sul **lavaggio dei fumi** con un opportuno solvente.

- In una **colonna di assorbimento** viene utilizzato un **solvente** per lavare i fumi.
- Sfruttando una **reazione acido-base**, la **CO₂** viene rimossa dalla corrente gassosa.



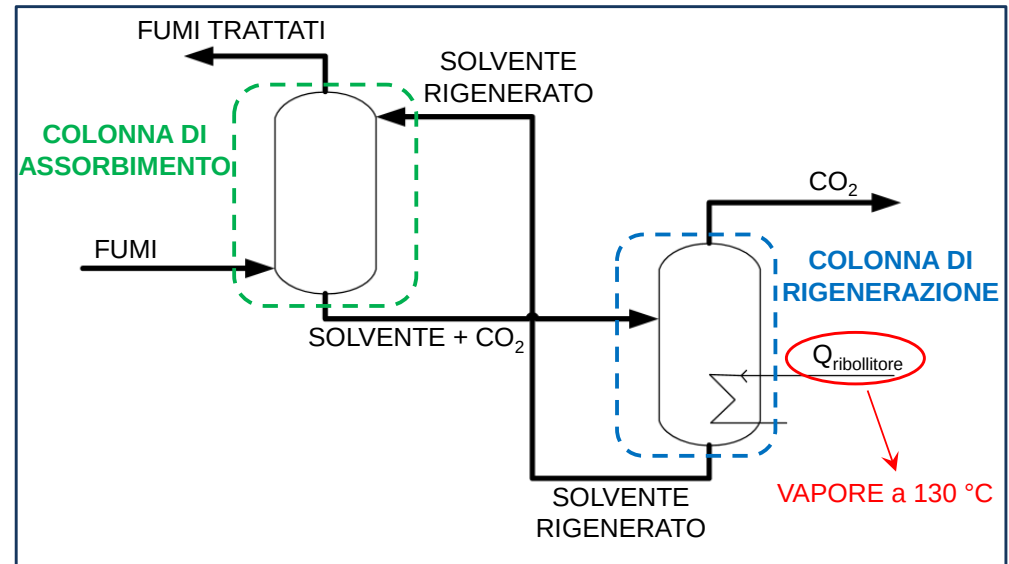
Il **solvente**, che risulta arricchito in CO₂, **viene rigenerato** nella **colonna di rigenerazione** e viene **nuovamente impiegato** nella colonna di assorbimento.

Studio di fattibilità: schema dell'impianto di cattura della CO₂ /2

Il lavaggio dei fumi:

- ✓ è un **processo a ciclo chiuso**: il solvente ha bassa volatilità e viene riciclato, **non** si hanno perdite e **dispersioni** significative **nell'ambiente**;
- ✓ permette un **abbattimento molto spinto della CO₂** ($\approx 90\%$ della CO₂ trattata);
- ✓ se esercito a opportune condizioni operative **non comporta la formazione di altri inquinanti**.

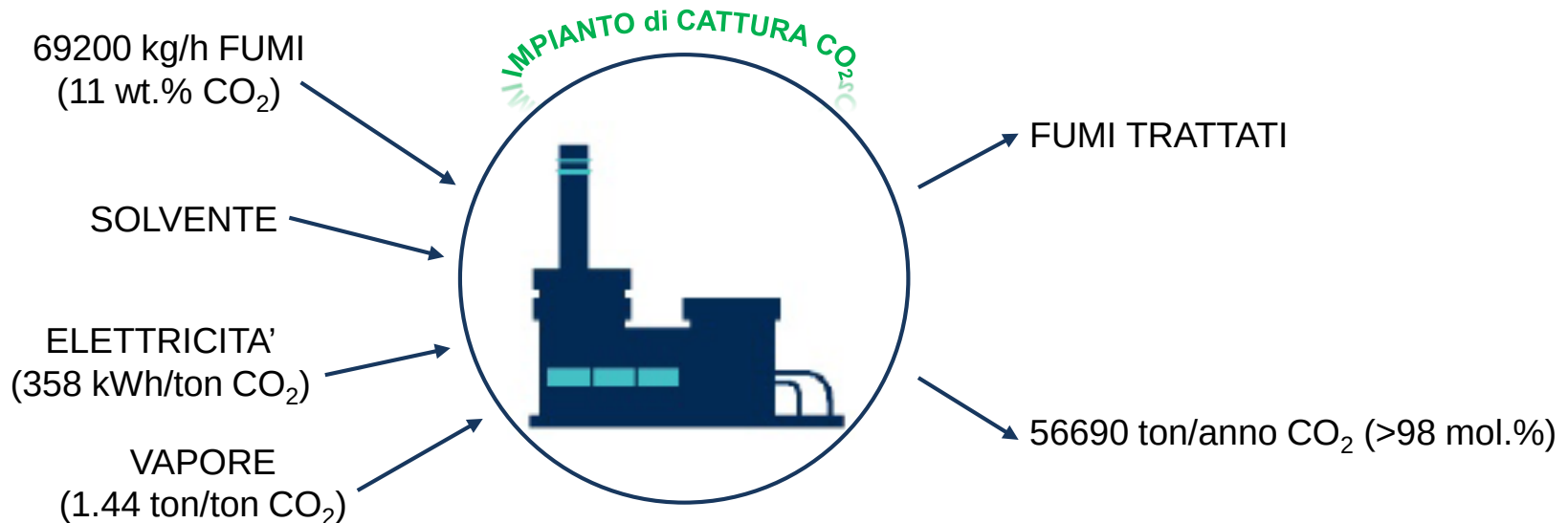
L'impiego di **solventi di nuova concezione** può **ridurre** in modo considerevole **il consumo di energia necessario** per rigenerare il solvente.



Studio di fattibilità: potenzialità del progetto

I risultati del nostro studio mostrano che l'**unità di lavaggio** consente di:

- ✓ **catturare circa 60000 ton CO₂/anno**, rendendo il **termovalorizzatore** di Como un impianto a **emissioni zero**;
- ✓ **ottenere CO₂ ad elevata purezza**, impiegabile senza ulteriori trattamenti per svariate applicazioni.

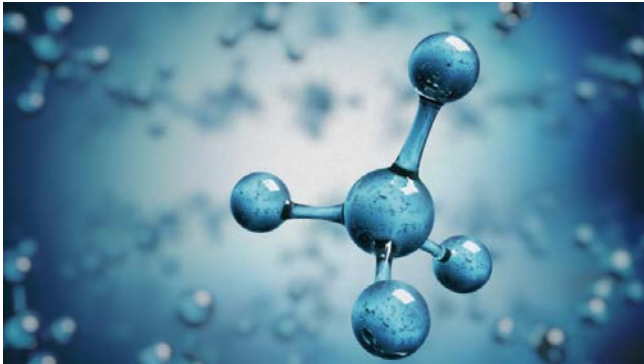


Il **termovalorizzatore** è in grado di **soddisfare completamente** la **richiesta di energia termica** (circa **9.4 ton/h** di vapor d'acqua).

Studio di fattibilità: utilizzi della CO₂ catturata

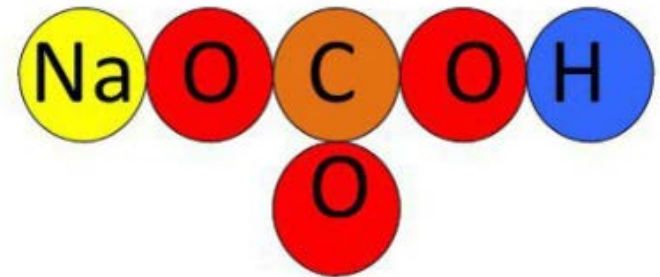
Tra i possibili **utilizzi per la CO₂ catturata**, quelli che appaiono più promettenti per l'applicazione al termovalorizzatore di Como sono:

1. bevande gasate



2. metanazione

3. produzione di **bicarbonato di sodio**



Studio di fattibilità: utilizzo della CO₂ nelle bevande gasate

La CO₂ catturata può essere **impiegata per la preparazione di bevande gasate**. Il mercato *food & beverage* assorbe complessivamente **circa 32 Mton/anno** di CO₂.

Tale applicazione richiede:

- ✓ CO₂ ad **elevatissima purezza** (>99 vol.%);
- ✓ **liquefazione** della CO₂ catturata;
- ✓ garanzie sulla **tracciabilità**.

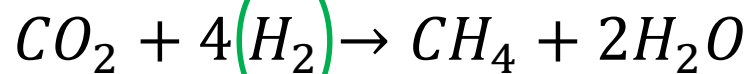


Figura 9. Bevande contenenti CO₂.

La concentrazione media di CO₂ nell'acqua frizzante è pari a 6 g/L
→ Solo una parte della CO₂ catturata può essere destinata a questa applicazione.

Studio di fattibilità: utilizzo della CO₂ per la sintesi di metano

Una soluzione promettente è la **trasformazione della CO₂ catturata in metano**, da utilizzare poi come combustibile presso l'impianto o da immettere nella rete.



L'**idrogeno** necessario alla sintesi deve essere ricavato per via **verde** (elettrolisi dell'acqua).

- Il **metano** ha grande **mercato** (industria, turbine a gas, mobilità, rete domestica, ...);
- la reazione libera **ingenti quantità di calore**;
- è possibile raggiungere una **conversione prossima al 100%**.

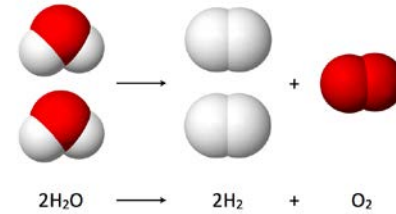


Figura 10. Elettrolisi dell'acqua.



Figura 11. Fonti di energia rinnovabile: pale eoliche e pannelli solari.

Il **50% di energia elettrica** attualmente prodotta presso il termovalorizzatore è già di origine **rinnovabile**.



Studio di fattibilità: utilizzo della CO₂ per la sintesi di NaHCO₃

La CO₂ catturata può essere convertita a **bicarbonato di sodio**, che trova applicazione in numerosi settori:

- presso il termovalorizzatore, per il **trattamento dei fumi**;
- industria **tessile**;
- **trattamento acque**;
- **detergenti** e saponi;
- **reagenti** a base di sodio.



Questa soluzione è già stata implementata con successo e a **costi sostenibili** presso l'**impianto** pilota di **Twence** (Olanda).



Twence ha ricevuto nel 2018 il **premio internazionale CEWEP** (Confederation of European Waste-to-Energy Plants) come pioniere in Europa nell'applicazione del CCU (*Carbon Capture and Utilization*) al trattamento rifiuti.¹

[1] de Vries et al., 2019. Carbon Capture and Usage (CCU) at Twence. In: ISWA World Congress Bilbao, 7-9 October 2019.

Studio di fattibilità: utilizzi alternativi per la CO₂ catturata

Altre possibili applicazioni altamente innovative e a basso impatto ambientale prevedono l'impiego della CO₂ catturata:

- nelle **colture in serra** (ne migliora la resa);
- in **bioreattori per la crescita di alghe** coltivate a **scopo alimentare** (proteine vegetali) o **estrattivo** (principi attivi).

Questi utilizzi sono di **difficile gestione** in quanto:

- ✓ i **quantitativi** impiegabili sono **limitati**;
- ✓ in zone a clima temperato si rischiano **surriscaldamenti** della serra;
- ✓ i bioreattori sono ad **alto rischio di contaminazione** e richiedono molta luce artificiale.



Figura 12. Serra in cui viene impiegata CO₂.¹



Figura 13. Bioreattore per la crescita delle alghe.²

[1] <https://co2solutions.com/>; [2] <https://acquariofiliaconsapevole.info/>.

Conclusioni



La ricerca di soluzioni innovative per la **riduzione dell'impatto ambientale** associato a numerosi impianti industriali, tra cui i termovalorizzatori, è una sfida cruciale verso un futuro **carbon neutral**.



L'impegno di **Acsm Agam Ambiente** in questo campo rende l'azienda pioniera in Italia nell'applicazione della **cattura di CO₂** dai fumi di un termovalorizzatore.



La realizzazione di un **impianto pilota** su piccola scala (2500 ton CO₂/anno) sarà il primo passo per testare la tecnologia e valutarne l'applicazione su scala industriale.



La scelta dell'**utilizzo** a cui destinare la **CO₂ catturata** sarà un punto chiave per garantire la sostenibilità economica del progetto.

Thank you for your attention!



www.gasp.chem.polimi.it



POLITECNICO MILANO 1863

12 novembre 2021



18