

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale

***Relazione per la prova finale
«Cattura e trattamento dell'anidride
carbonica»***

Tutor universitario: Prof. Azzolin Marco

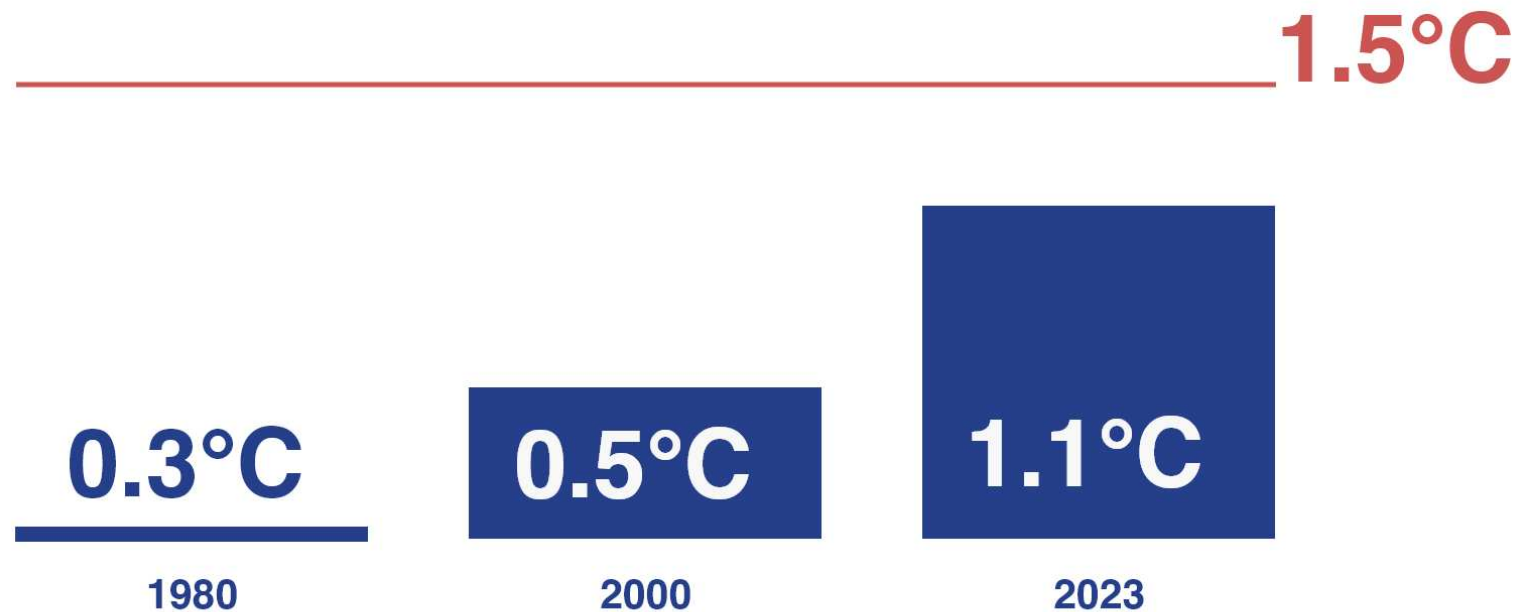
Laureando: *Bonomi Luigi*

Padova, 08/03/2024

I.P.C.C.

Intergovernmental Panel on Climate Change

Δt_m globale stimata dall'I.P.C.C.



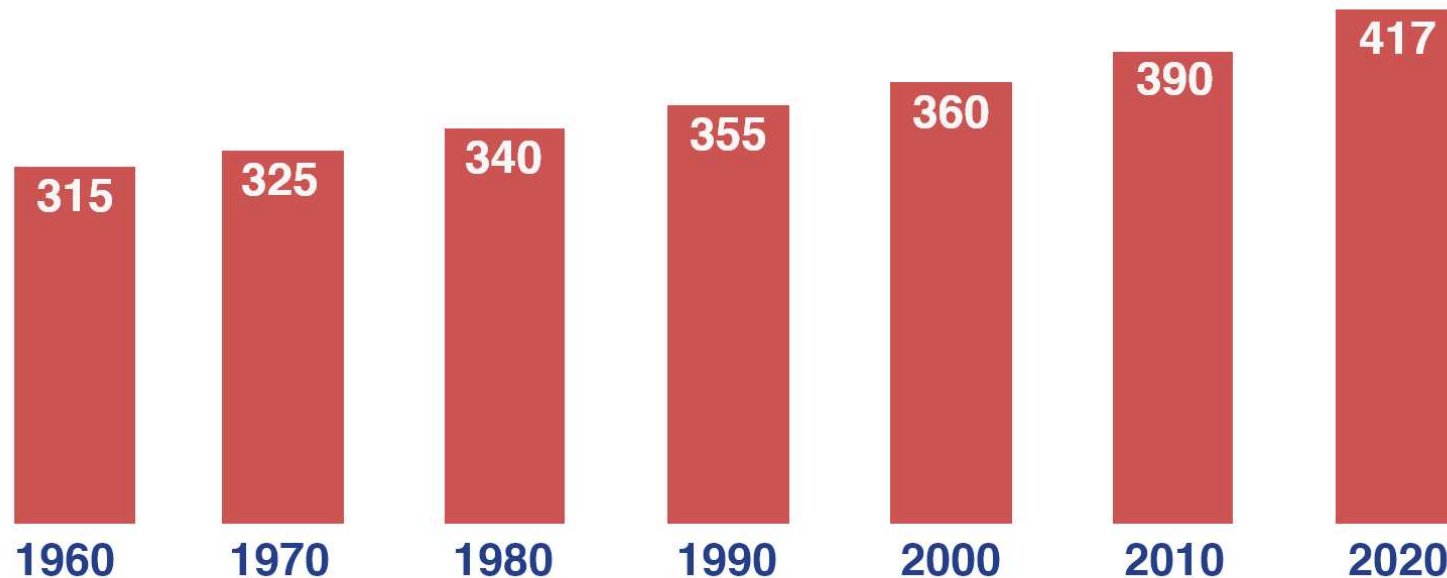
G.W.P.

Global Warming Potential dei gas serra

	CO_2	CH_4	N_2O	SF_6
GWP₁₀₀	1	12	310	23900
ppm	417	1.876	0.33	0.0102

Concentrazione di CO₂ in ppm

Dati forniti da National Oceanic and Atmospheric Administration



N.E.T.

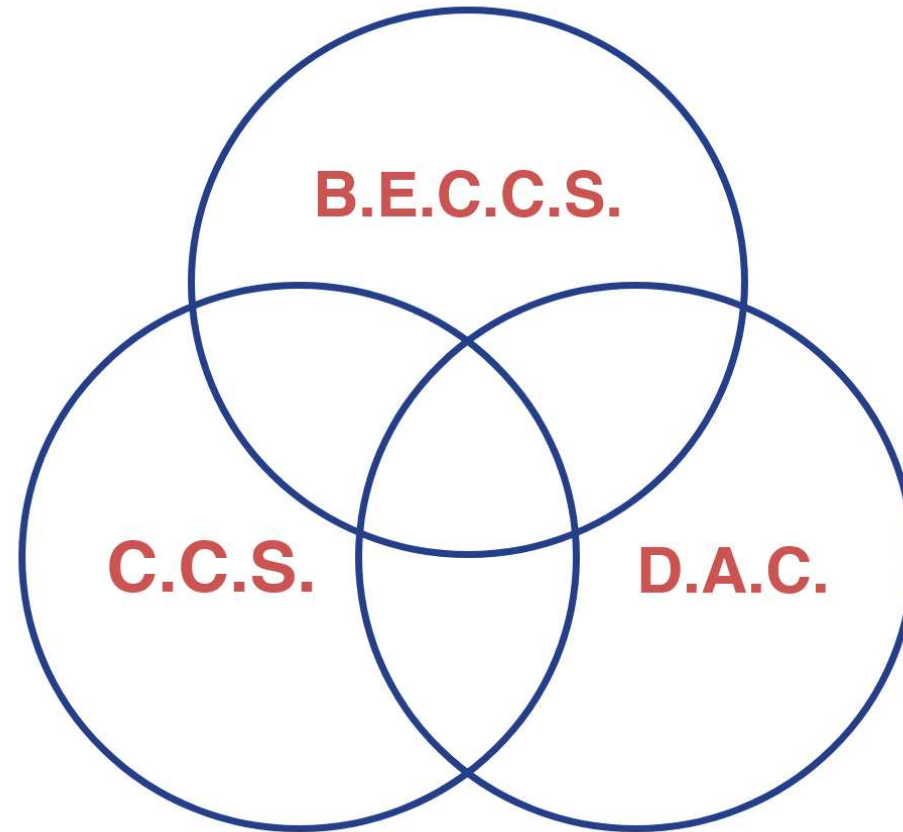
Negative Emission Technologies

Possibili soluzioni:

- 1. Miglioramento dell'efficienza degli Impianti**
- 2. Fonti Rinnovabili**
- 3. Ripristino Forestale**
- 4. Cattura e di stoccaggio**

Perché catturare l'anidride carbonica?

Metodi di Cattura



B.E.C.C.S.

Bio-Energy with Carbon Capture and Storage

Utilizza biomasse per assorbire la CO₂.
Successivamente, queste biomasse vengono
estratte e sottoposte a combustione per liberare
la CO₂ e generare energia

C.C.S.

Carbon Capture and Storage

D.A.C.

Direct Air Capture

Compito

Prevenzione

Correzione

Cattura

Impianti Industriali

Atmosfera, quindi
emissioni di trasporti e
emissioni storicamente
accumulate

Tecnologia

Entrambi i metodi condividono i meccanismi di cattura ma sono tecnologie distinte. Questo è dovuto dalla diversa concentrazione di CO₂, i fumi di un impianto industriale hanno una concentrazione 100-300 volte maggiore rispetto a quella presente in atmosfera.

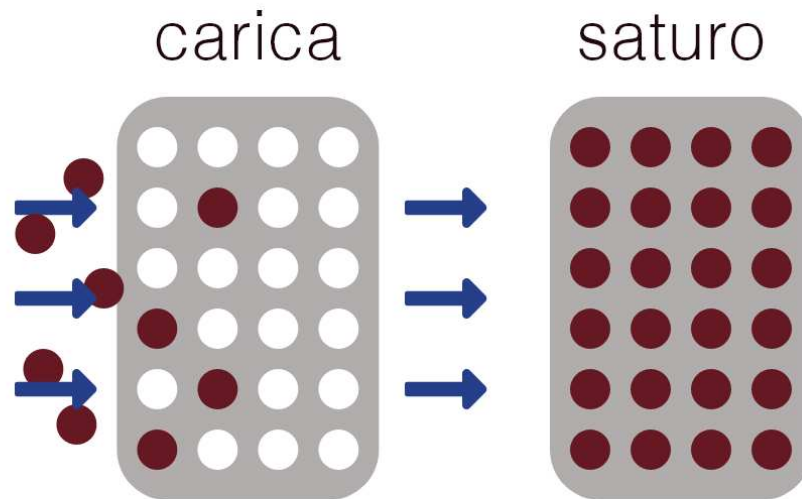
D.A.C.

Direct Air Capture

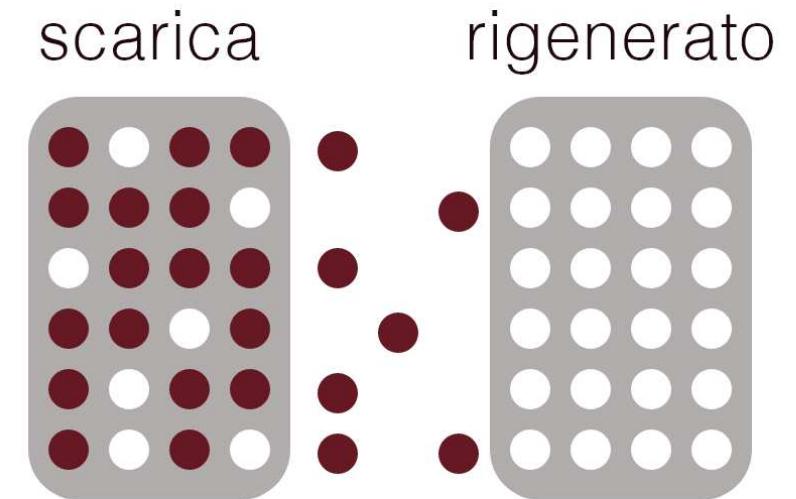
1. Sorbente solido
2. Solvente liquido

D.A.C. solido

1° Assorbimento



2° Rigenerazione



Assorbimento D.A.C. solido

Meccanismi di Assorbimento:

- 1. Chemisorbimento:** Zeoliti, Carboni Attivi e MOFS
- 2. Fisisorbimento:** Ammine di Classe I, Classe II e Classe III

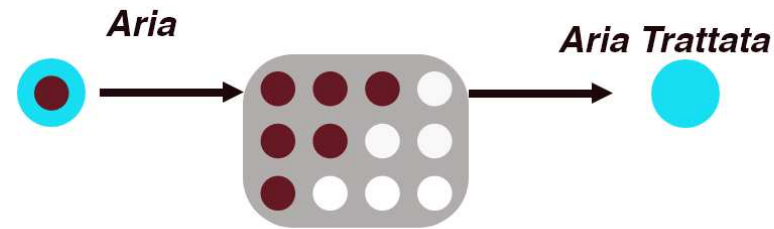
Rigenerazione D.A.C. solido

Meccanismi di rigenerazione:

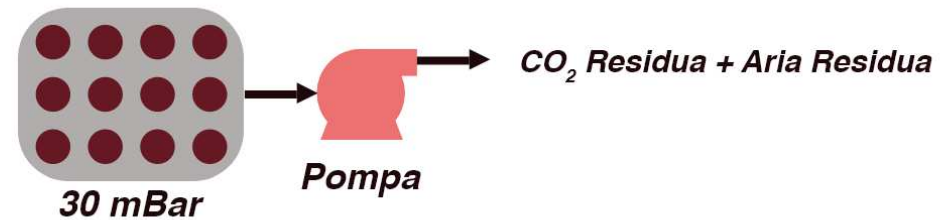
- 1. T.S.A.** temperature-swing adsorption
- 2 P.S.A.** pressure swing adsorption
- 3. T.S.V.A.** temperature-vacuum swing adsorption
- 4. T.S.V.A.S.** temperature-vacuum swing adsorption
with steam

Climeworks T.S.V.A.S.

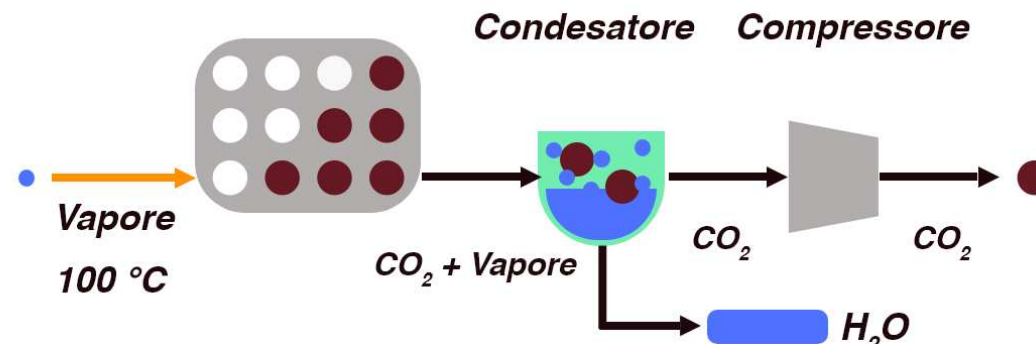
1. Assorbimento



2. Vuoto



3. Rigenerazione



Climeworks



Impianto ORCA situato a Reykjavík, Islanda



**Ammine
T.S.V.A.S**

Temperatura di Rigenerazione 100°C

4,000t CO₂ all'anno

D.A.C. liquido

1° Ciclo:

Ciclo Liquido

- idrossido di potassio (KOH)
- idrossido di sodio (NaOH)



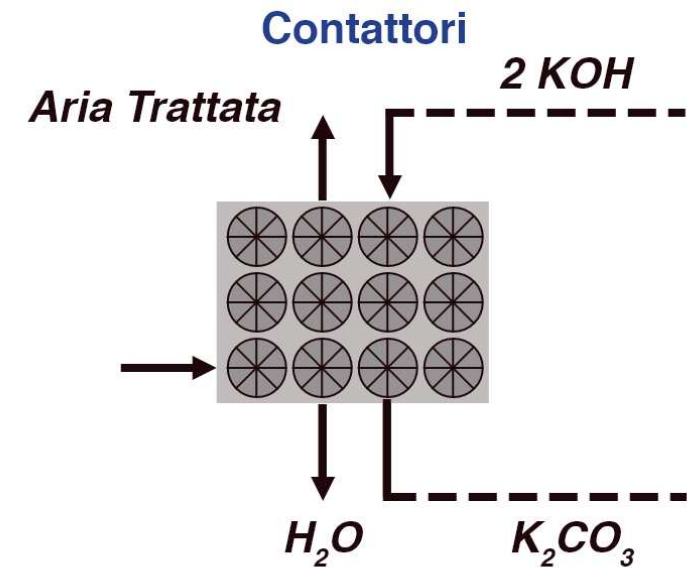
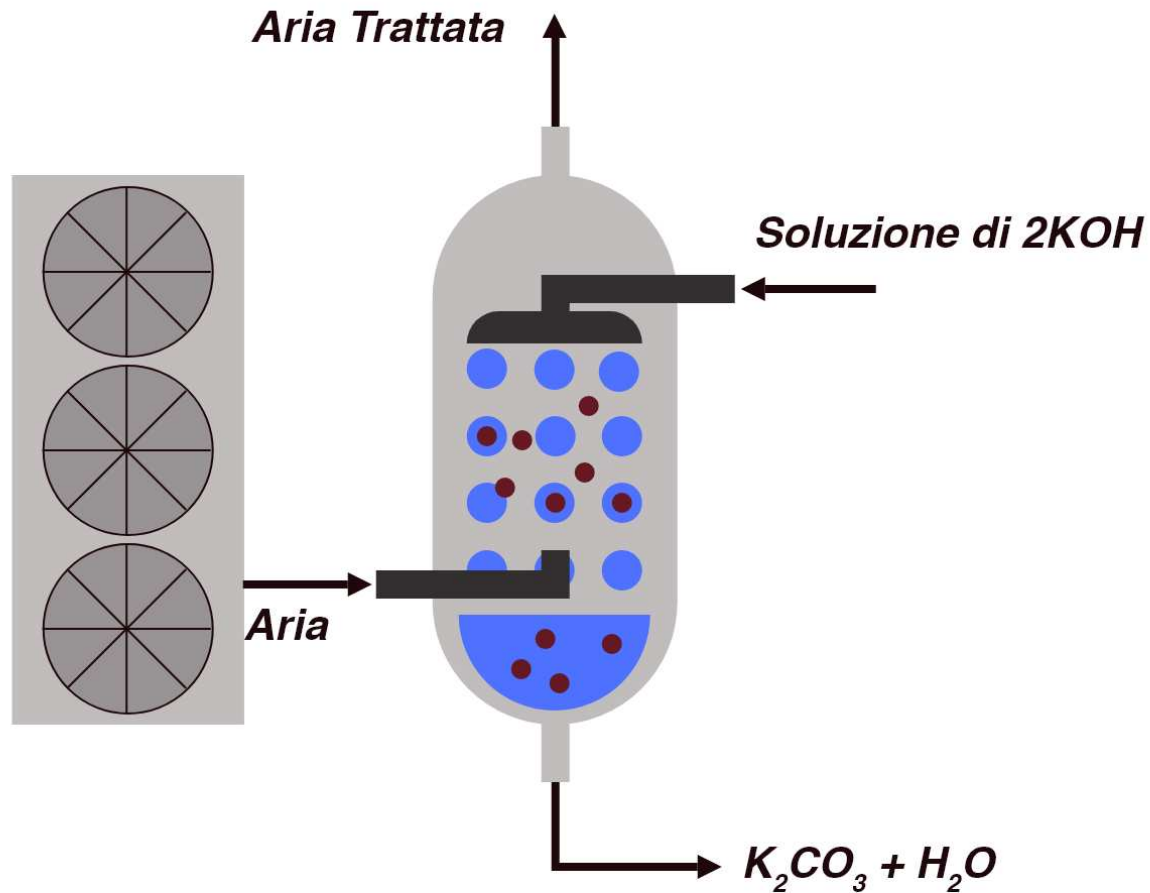
2° Ciclo:

Ciclo Solido

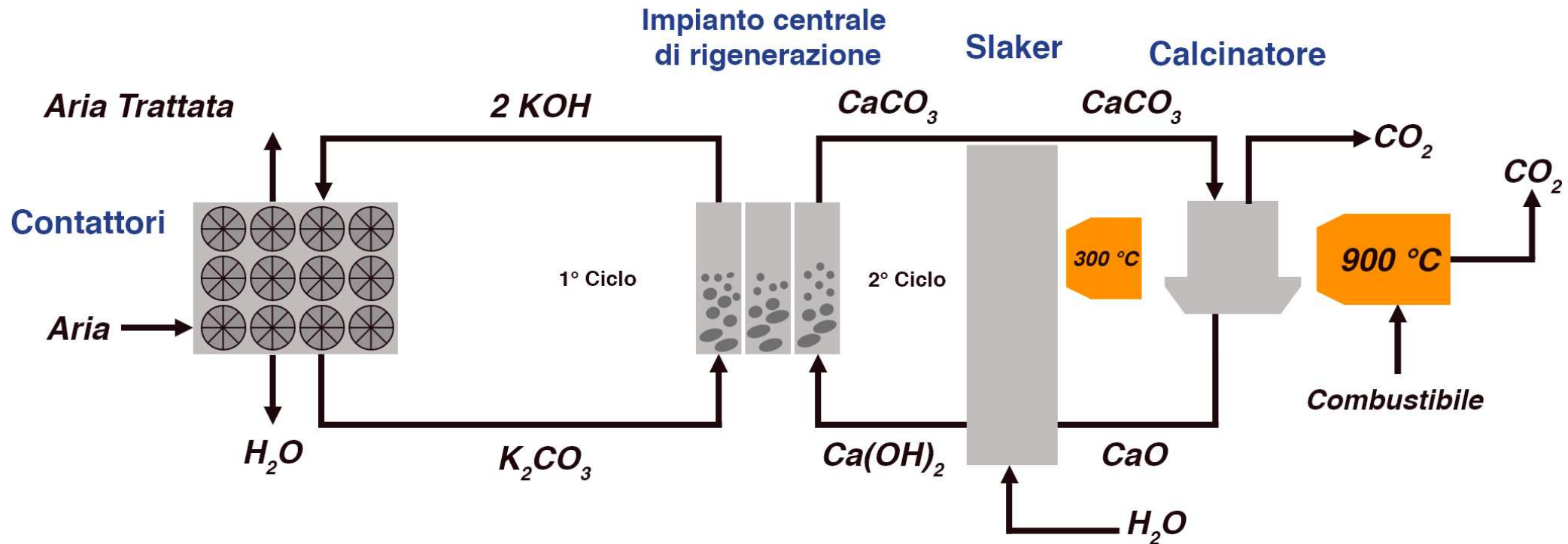
- Carbonato di calcio CaCO_3



D.A.C. liquido contattore



D.A.C. liquido



Carbon Engineering

Impianto situato a Squamish, Canada



Idrossido di potassio
1.46Mt CO₂ all'anno
0.96Mt/a D.A.C.
0.40Mt/a C.C.S.

C.C.S.

Carbon Capture and Storage

- 1. Situazione**
- 2. Tecnologia**

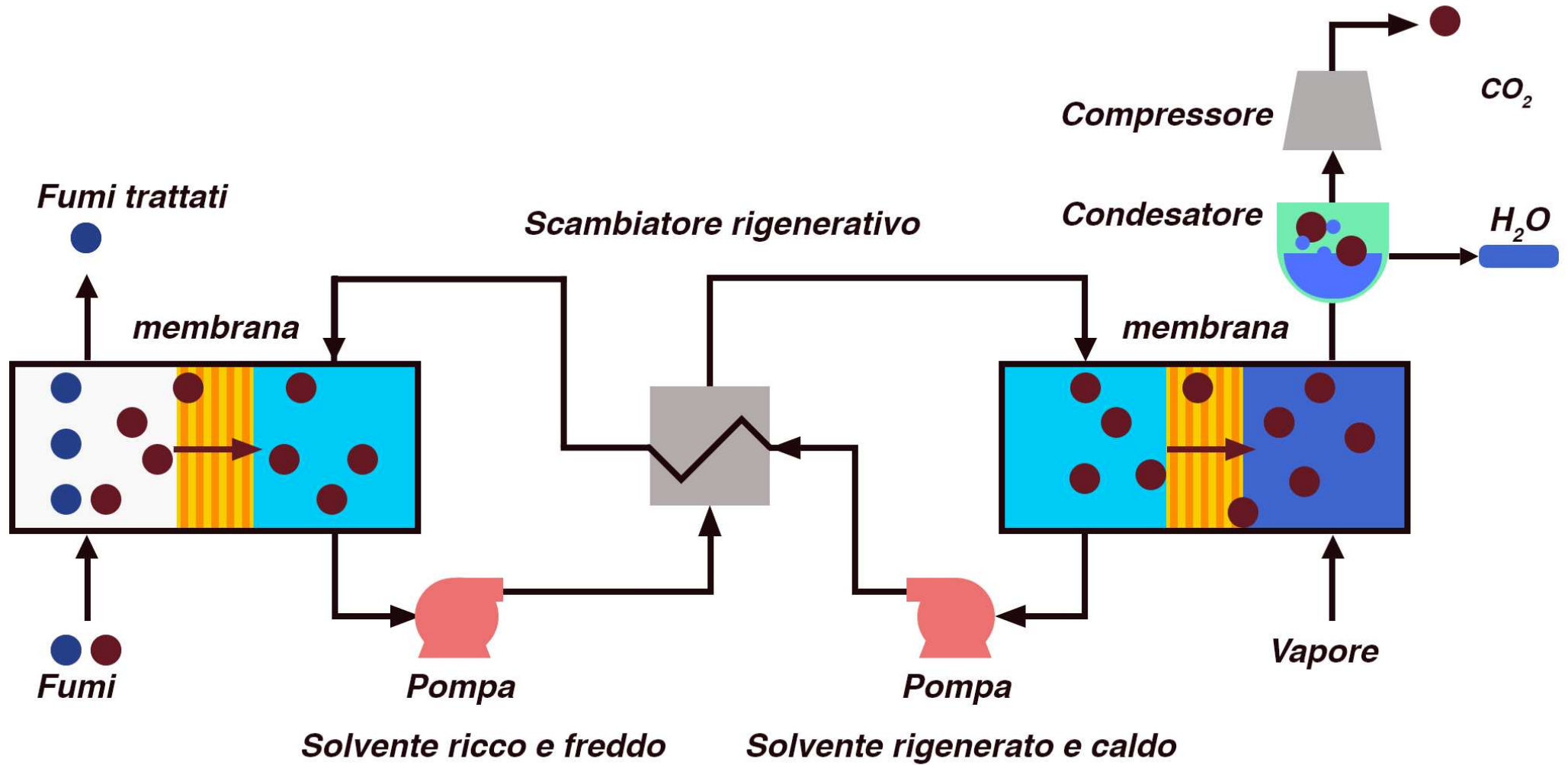
C.C.S. Situazione di cattura

- 1. Post-combustione:** concentrazione di CO_2 che varia dal 3 al 15%
- 2. Pre-combustione:** Separa la CO_2 da gas naturali
- 3. Ossi-combustione:** concentrazione di CO_2 che varia dal 80 al 98%

C.C.S. Tecnologie di cattura

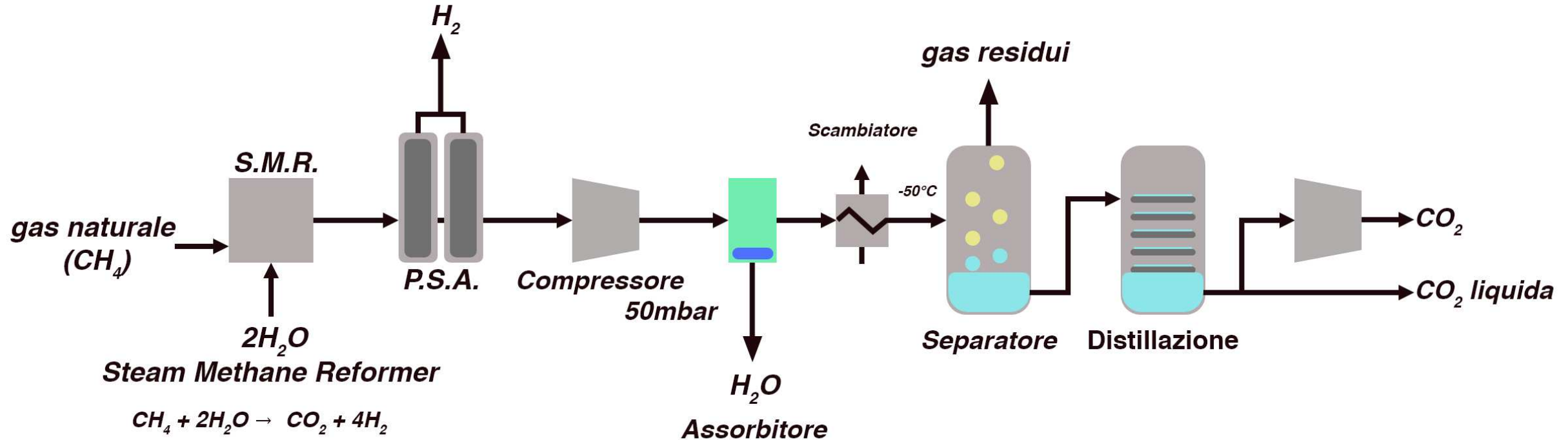
- 1. Sorbenti Solidi**
- 2. Solventi Liquidi**
- 3. Ibrido membrana-solvente**
- 4. Processi di liquefazione**

C.C.S. Ibrido membrana-solvente



C.C.S. Liquefazione

Pre-combustione



CALISTO



Air Liquide



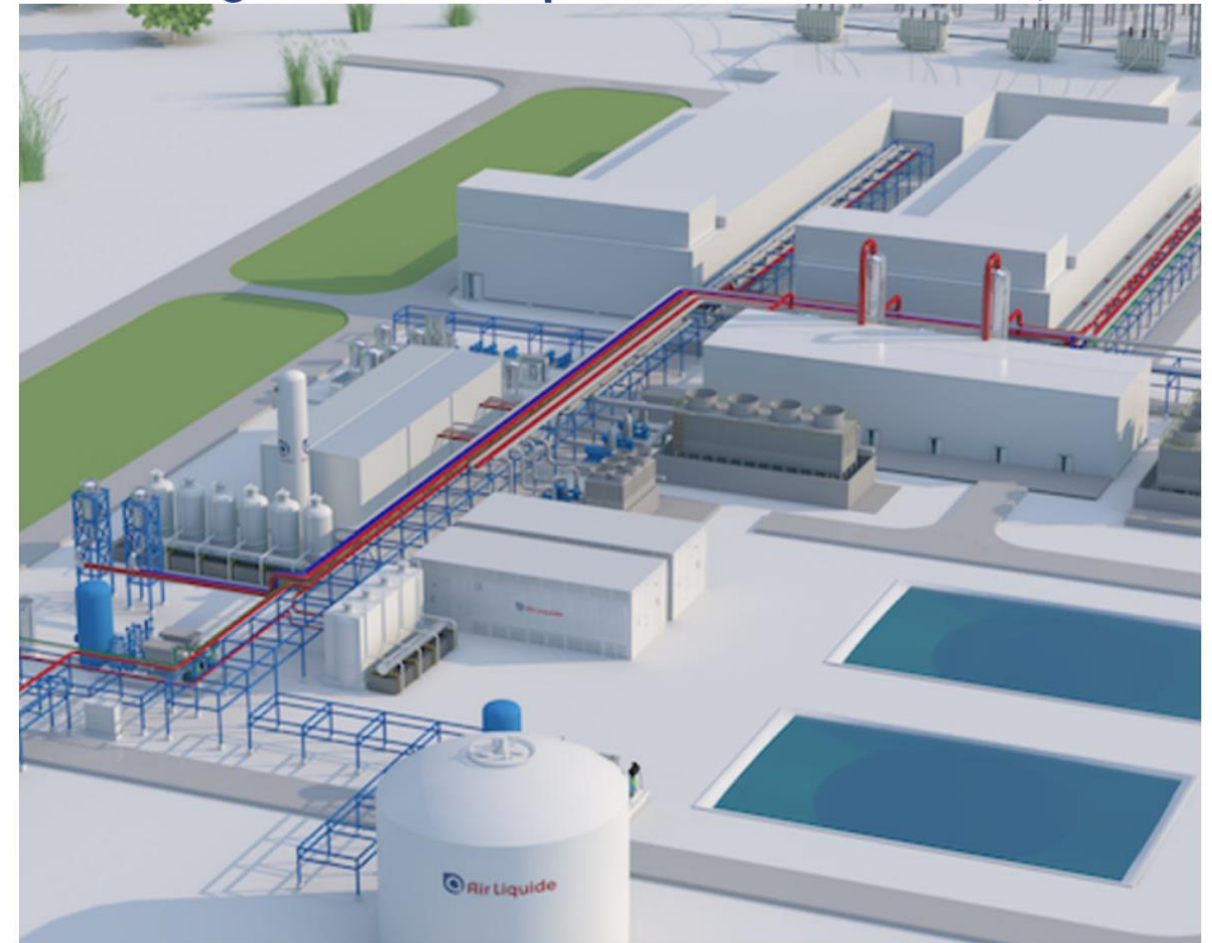
CArbon LIquefaction transportation and STOrage

2024 inizio lavori

2026 inizio raccolta

4Mt CO₂ all'anno

Rendering del futuro impianto C.C.S. Ravenna, Italia



Conclusioni

Previsione Agenzia Internazionale per l'Energia

