



PROGETTI CCS/CCUS IN ITALIA E IN EUROPA

Loro status e prospettive per le società di ingegneria

Mario Marchionna - Technology Innovation

INDEX



INTRODUZIONE

01

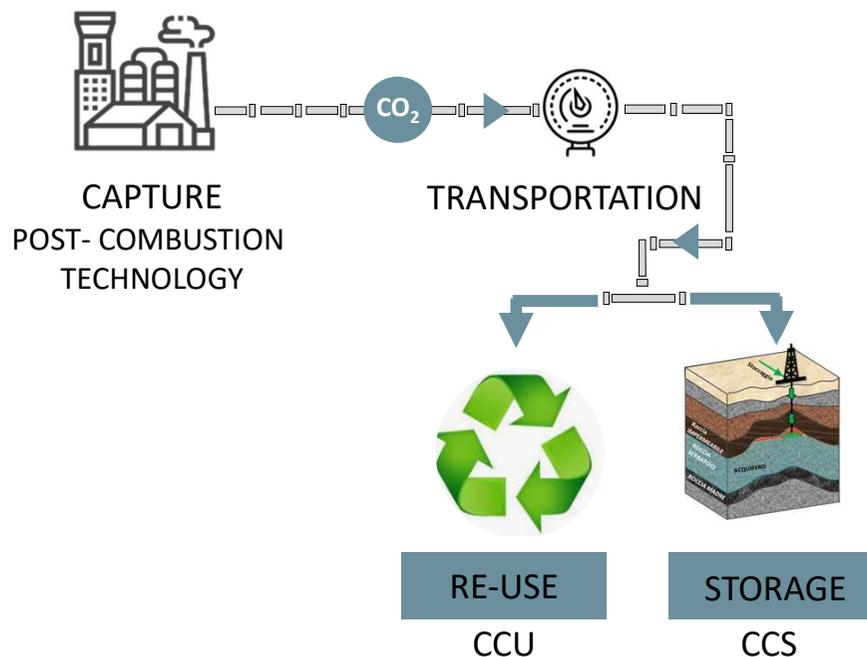
INTRODUZIONE

Cos'è la CCUS

LA **CCUS** CONSENTE DI RIDURRE LE EMISSIONI DI ANIDRIDE CARBONICA NELL'ATMOSFERA ATTRAVERSO LA CATTURA E:

- **STOCCAGGIO DELLA CO₂** (CCS - CATTURA E STOCCAGGIO DEL CARBONIO)
- **RIUTILIZZO DELLA CO₂** PER PRODUZIONE PRODOTTI DI VALORE COMMERCIALE (CCU - CATTURA E UTILIZZO DEL CARBONIO)

COME FUNZIONA LA CCUS



STOCCAGGIO DELLA CO₂

LA CCS CONSENTE DI GESTIRE GRANDI QUANTITÀ DI CO₂ CATTURATA

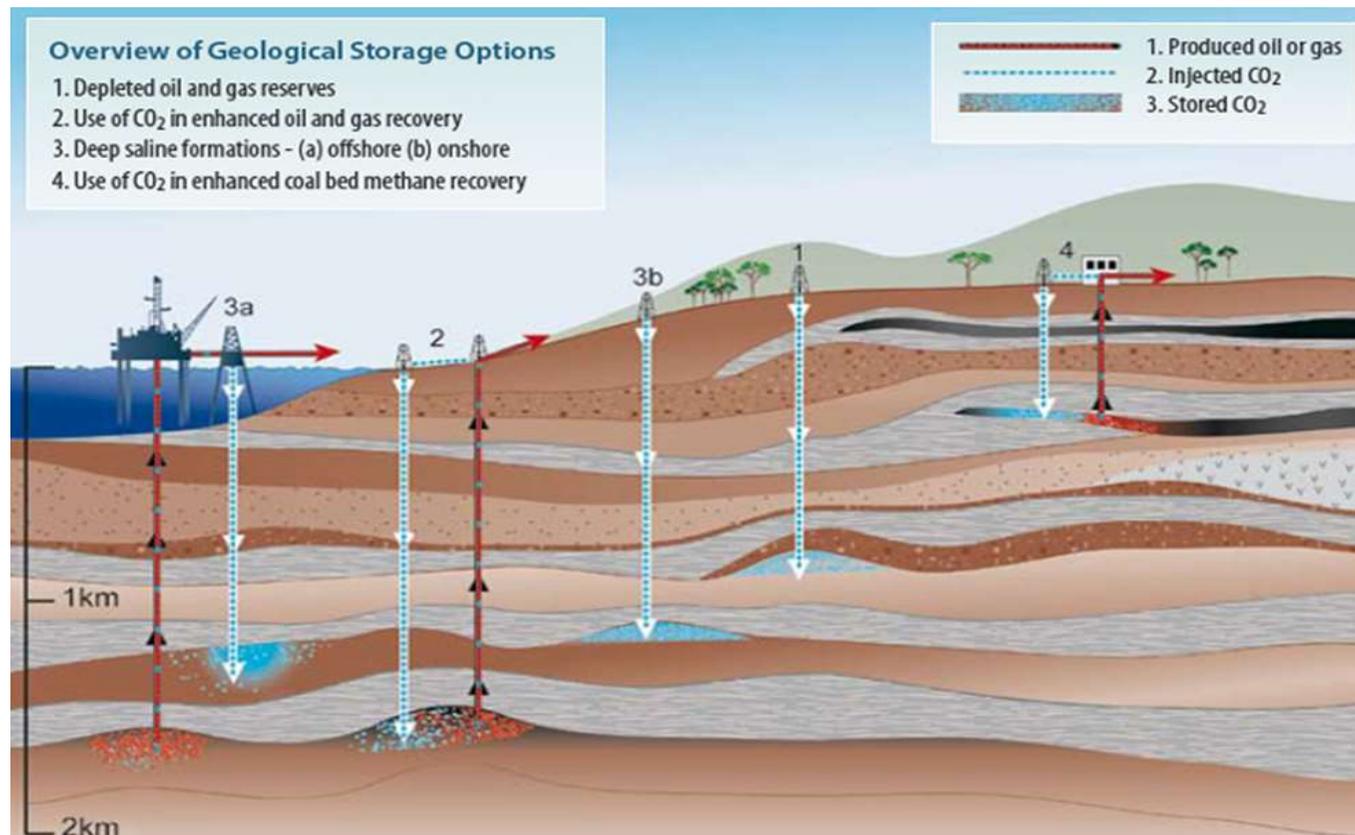
RICHIEDE INFRASTRUTTURE DEDICATE O RI-UTILIZZO D'INFRASTRUTTURE ESISTENTI E POZZI ESAURITI / ACQUIFERI SALINI PER LO STOCCAGGIO DI CO₂

LADDOVE ESISTANO PIÙ EMETTITORI DI CO₂ E POZZI, È NECESSARIA UNA RETE DI RACCOLTA, TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE: **UN HUB**

DIVERSI PROGETTI EUROPEI PER LA CCS SONO IN CORSO, IN DIVERSE FASI DI SVILUPPO

INTRODUZIONE

Stoccaggio geologico della CO₂

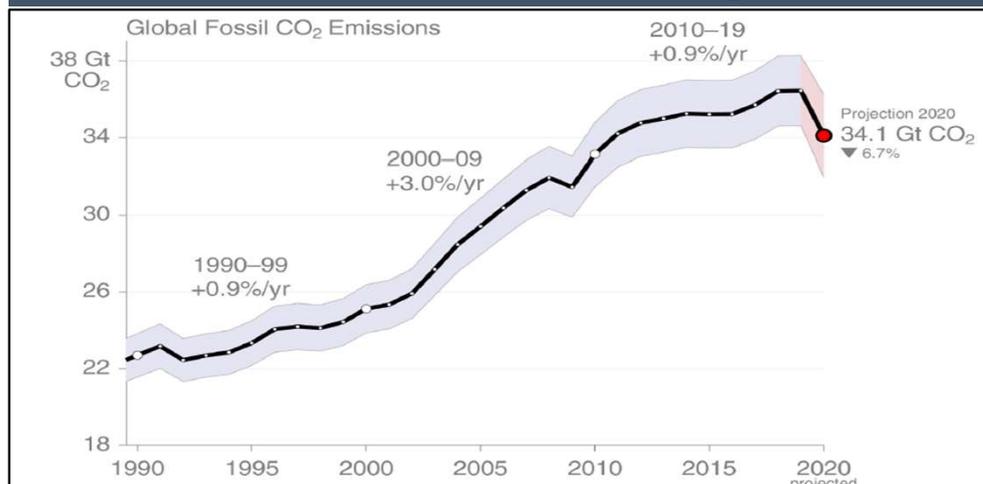


CO₂ occupies the deepest spaces among rock pores, left empty from the extracted hydrocarbons

INTRODUZIONE

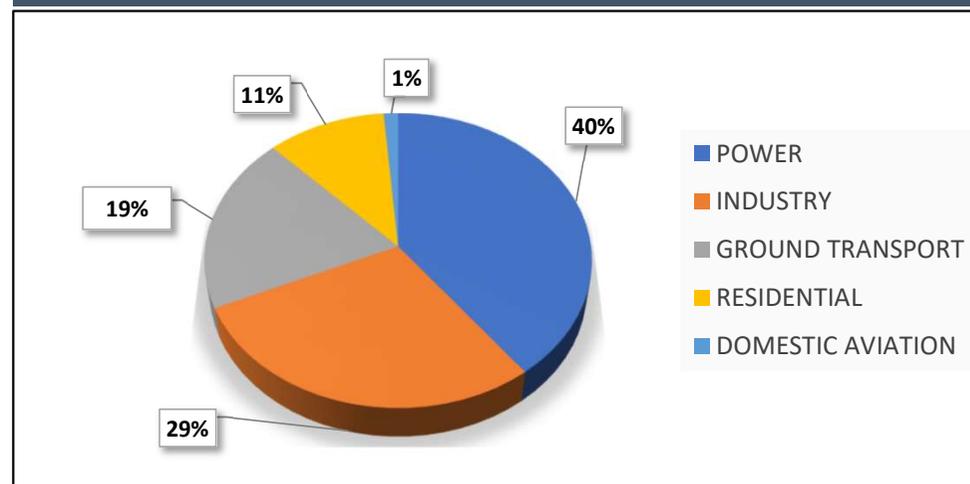
Il ruolo della CCUS nella decarbonizzazione

NEL 2019 SONO STATI RILASCIATI NELL'ATMOSFERA
36,4 MILIARDI DI TONNELLATE DI CO₂



SOURCE: Global Fossil CO₂ emissions in 2019, Global Carbon Project

LE EMISSIONI DI CO₂ PROVENGONO PRINCIPALMENTE DALLA GENERAZIONE DI ENERGIA, SEGUITA DAL SETTORE INDUSTRIALE E DAI TRASPORTI



SOURCE: CO₂ emissions by sectors in 2019, Global Carbon Project

LA CCUS È L'UNICA OPZIONE PRATICABILE E TECNICAMENTE MATURA PER DECARBONIZZARE LA PRODUZIONE DI ENERGIA E I SETTORI INDUSTRIALI AD ALTA INTENSITÀ ENERGETICA

"Without CCUS as part of the solution, reaching our climate goal is practically impossible.

We simply cannot afford another decade of muted progress"

Fatih Birol, Executive Director

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA)

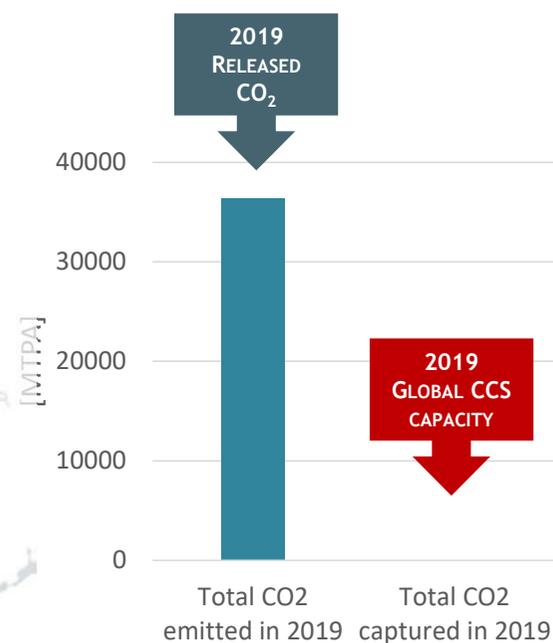
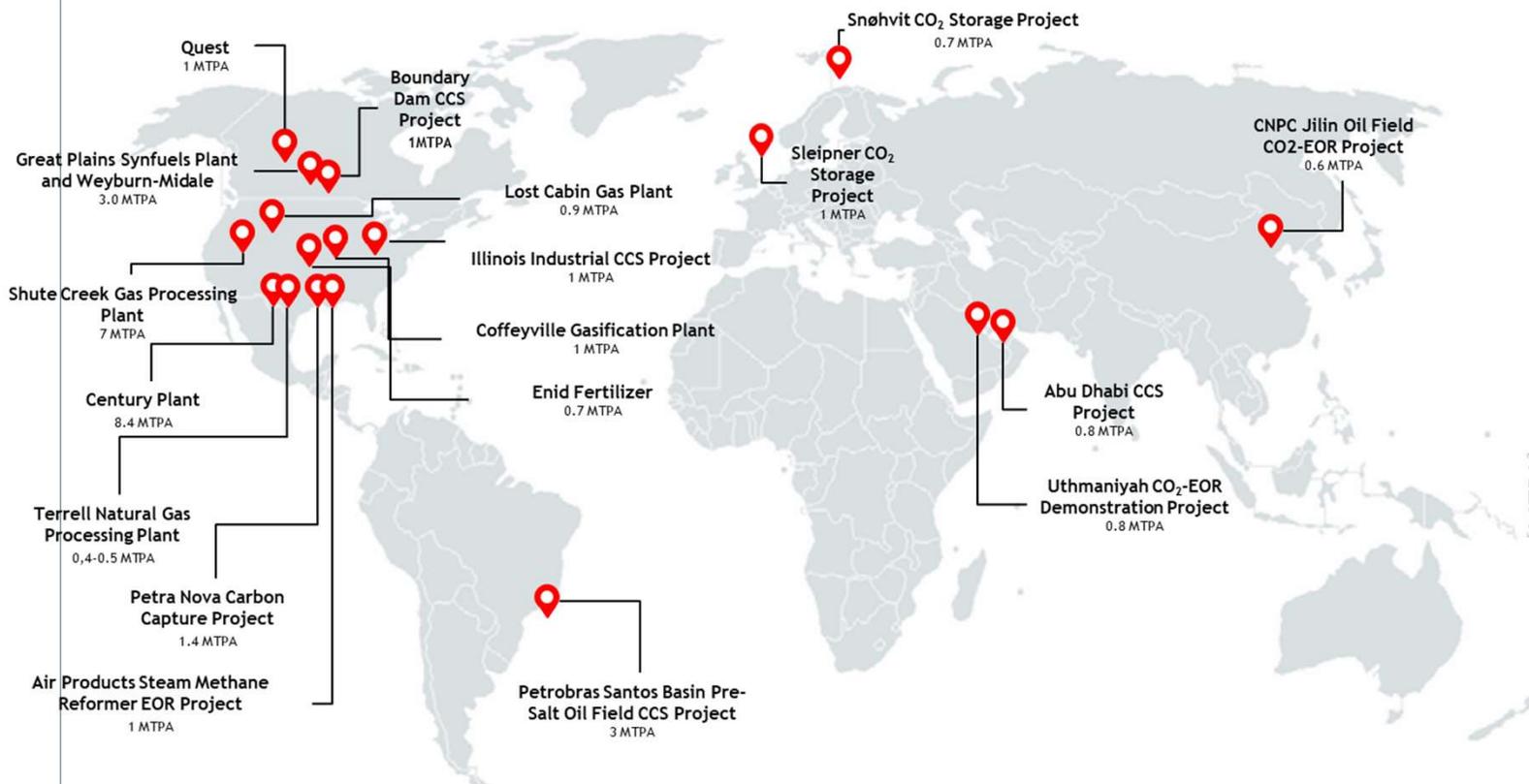
CCS: PANORAMA MONDIALE

02

CCS: PANORAMA MONDIALE

Installazioni CCS attualmente operanti

ATTUALMENTE SONO OPERANTI 19 INSTALLAZIONI CCS SU LARGA SCALA, PER UN TOTALE DI CIRCA 40 MT CO₂ CATTURATE ALL'ANNO



FONTE: Global CCS Institute, 2020

CCS: PANORAMA MONDIALE

Aspetti infrastrutturali

- Al mondo sono operative più di 80 condotte di CO₂, con oltre 6500 km di lunghezza complessiva
- Diverse condotte di CO₂ sono in funzione dagli anni '80
- Si stima che l'infrastruttura di trasporto di CO₂ da implementare nei prossimi 30-40 anni per supportare lo sviluppo a lungo termine della CCS sia circa 100 volte maggiore di quella esistente



Source: International Energy Agency (pathway to halve energy-related CO₂ emissions by 2050)

CCS: PANORAMA MONDIALE

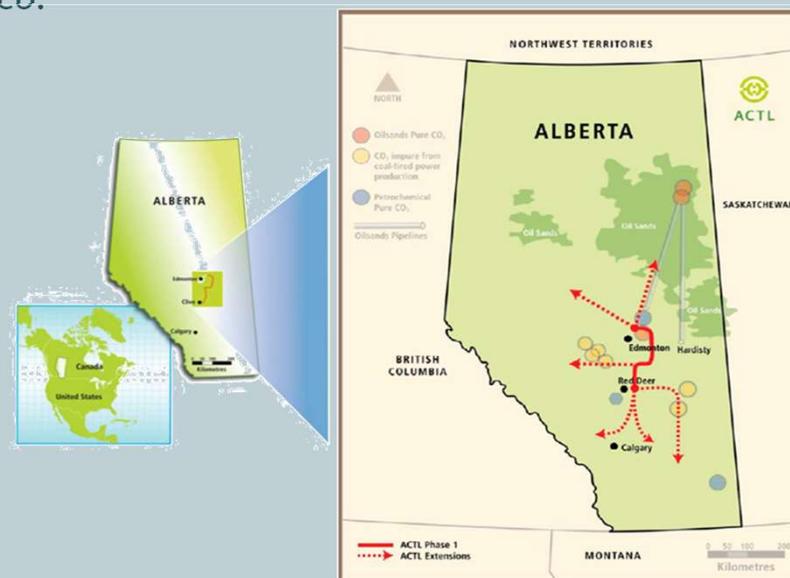
Trasporto della CO₂

AL MONDO SONO OPERATIVE PIÙ DI 80 CONDOTTE DI CO₂, CON OLTRE 6500 KM DI LUNGHEZZA COMPLESSIVA
DIVERSE CONDOTTE DI CO₂ SONO IN FUNZIONE DAGLI ANNI '80

La maggior parte delle condotte di CO₂ esistenti sono installate negli Stati Uniti, dove la CO₂ viene utilizzata principalmente per le operazioni EOR



In Canada è in funzione la ACTL: Alberta Carbon Trunk Line. La CO₂ viene utilizzata sia per EOR che per stoccaggio geologico.

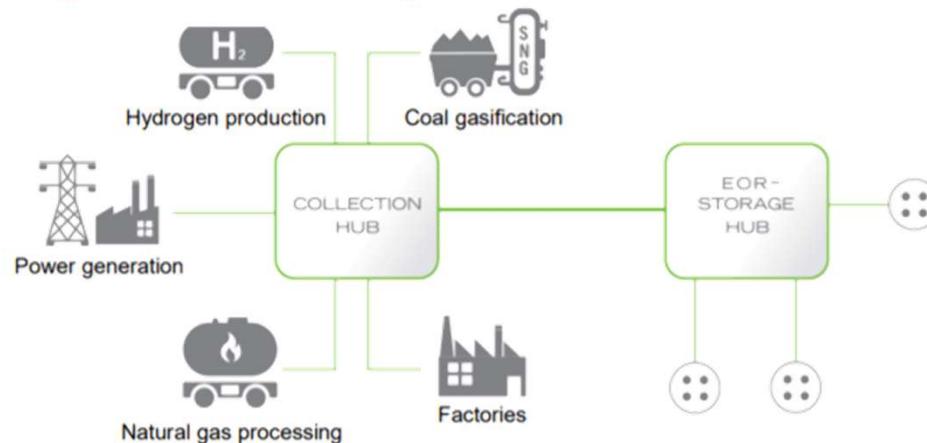


SI STIMA CHE L'INFRASTRUTTURA DI TRASPORTO DI CO₂ DA IMPLEMENTARE NEI PROSSIMI 30-40 ANNI PER SUPPORTARE LO SVILUPPO A LUNGO TERMINE DELLA CCS SIA CIRCA 100 VOLTE MAGGIORE DI QUELLA ESISTENTE

CCS: PANORAMA MONDIALE

Progetti di condotte di CO₂

- I progetti CCS su larga scala collegano diversi emettitori vicini di CO₂ in gruppi di "pozzi". I pozzi comuni sono giacimenti petroliferi in cui la CO₂ viene utilizzata per l'EOR o campi esauriti per lo stoccaggio di CO₂. Dove esistono più pozzi e fonti di CO₂, è necessaria una rete di raccolta, trasmissione e distribuzione: un Hub
- Il trasporto via nave può svolgere un ruolo complementare



- Ogni hub ha i suoi standard riguardo la purezza della CO₂, contaminanti ammessi, pressione e temperatura
- Attualmente la maggior parte degli Hub operativi sono negli Stati Uniti, ci sono progetti in corso in Canada e in Europa

MODELLO EUROPEO

03

MODELLO EUROPEO

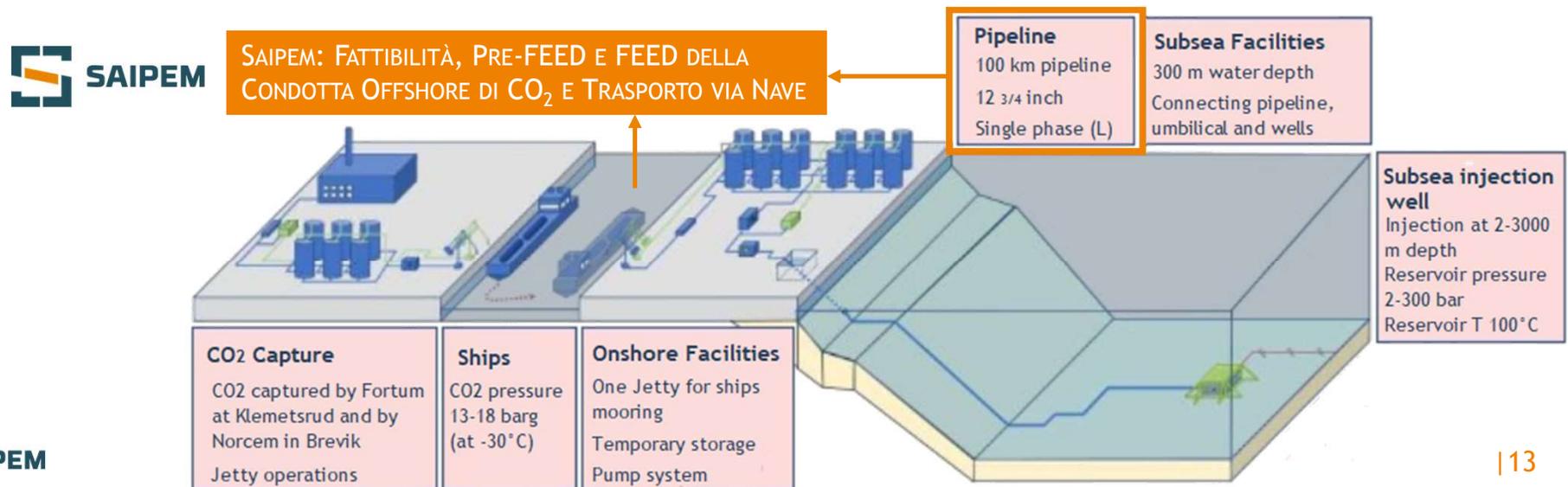
Infrastruttura delle CO₂

In Europa i progetti per il trasporto della CO₂ si focalizzano principalmente sullo stoccaggio della CO₂

➤ Due progetti CCS in corso:

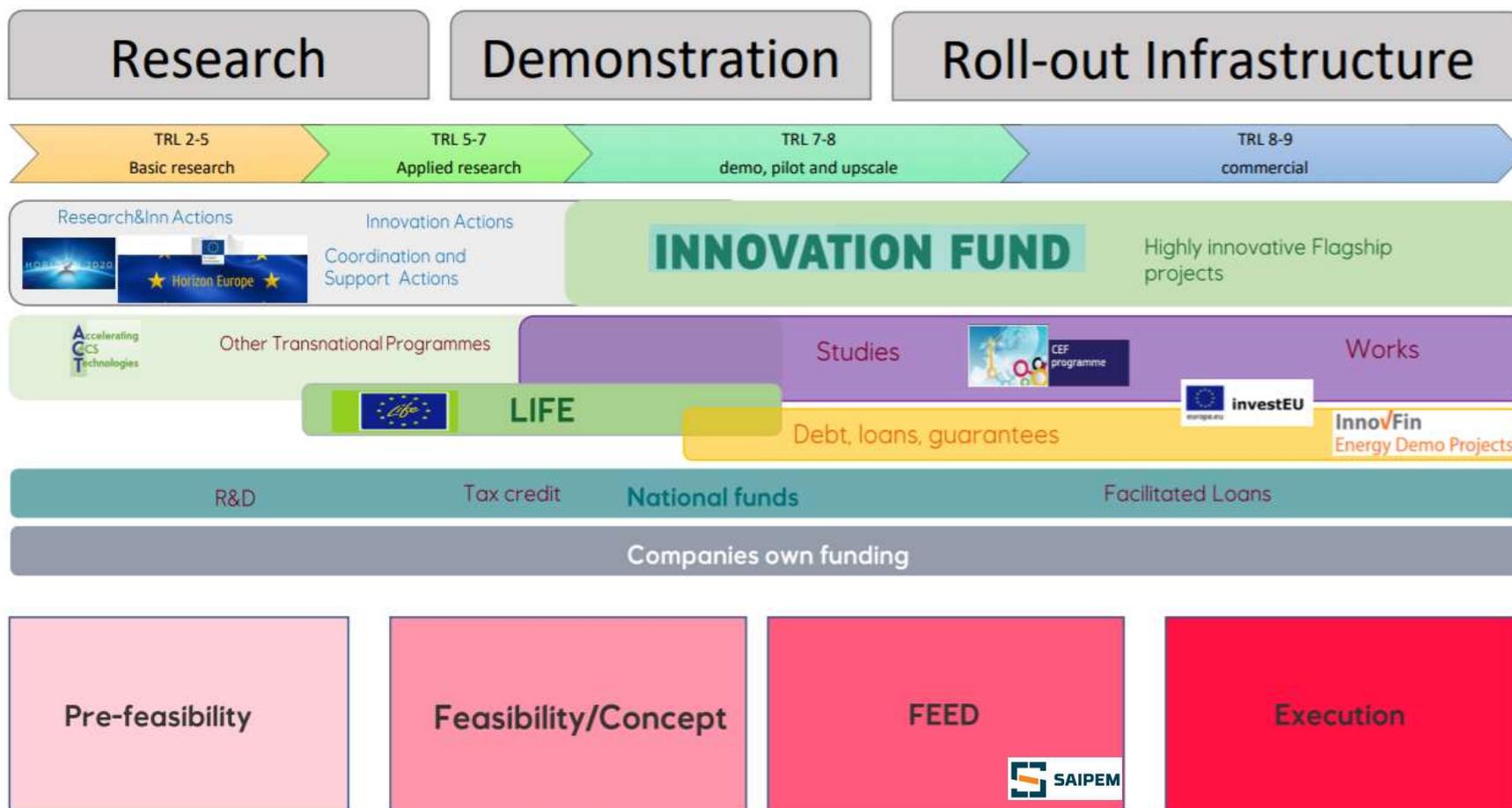
- Snohvit (Norway) 153 km di condotte CO₂
- Sleipner (Norway) iniezione sul posto

➤ Un progetto CCS su larga scala in corso : Northern Lights Project (Norway)



MODELLO EUROPEO

Progetto NORTHERN LIGHTS: Fasi di sviluppo del progetto



MODELLO EUROPEO

Progetto NORTHERN LIGHTS: Investimenti privati e pubblici

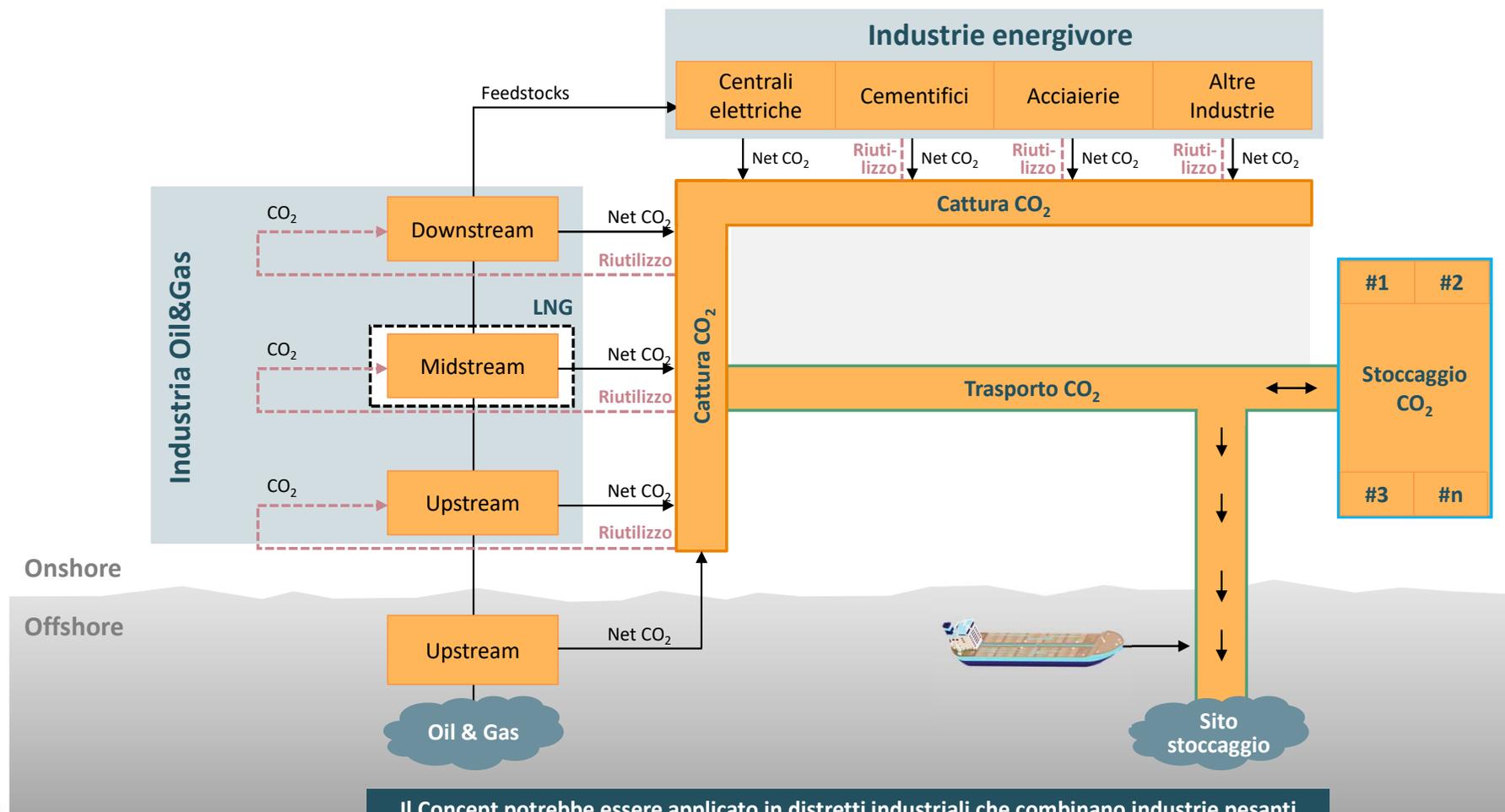


LA FILIERA ITALIANA CCUS

04

LA FILIERA ITALIANA CCUS

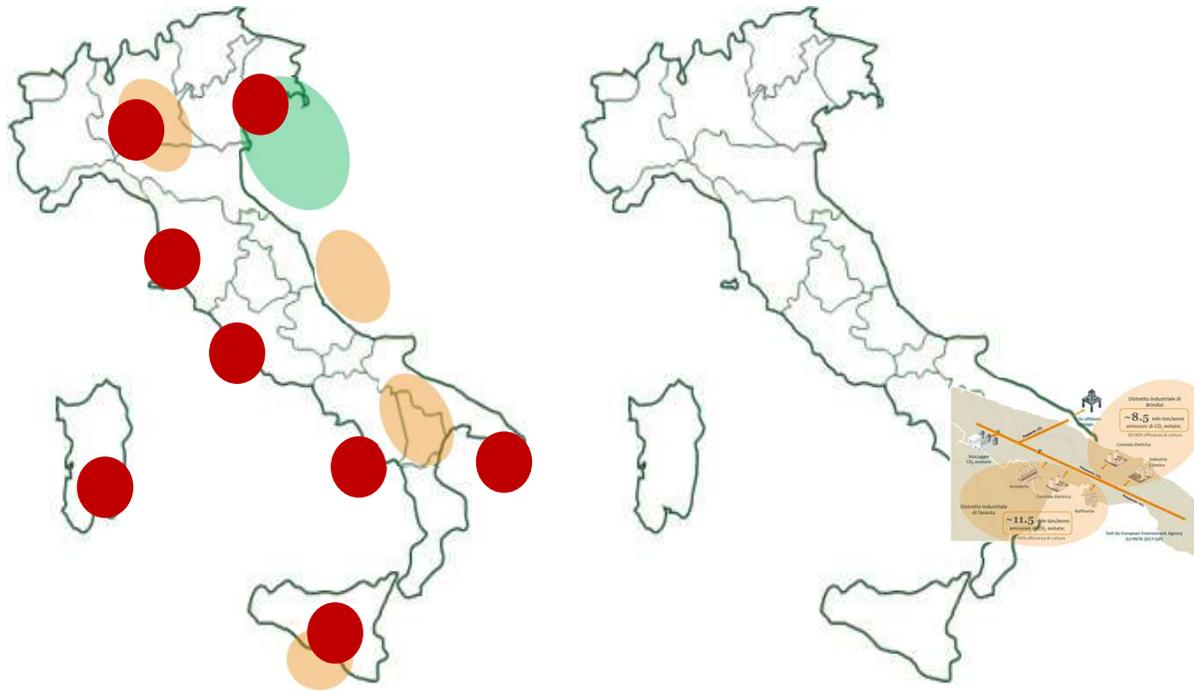
CO₂ Capture and Storage – Opportunità per potenziare settori strategici: Oil&Gas e Industrie energivore



Il Concept potrebbe essere applicato in distretti industriali che combinano industrie pesanti (e.g. acciaio, cemento), Raffinerie, Petrolchimici e Centrali elettriche

LA FILIERA ITALIANA CCUS

Dai distretti industriali agli Hub



- Hub di stoccaggio proposto
- Aree stoccaggio potenziali
- Principali Distretti Emettitori

Gli emettitori della CO₂ sono distribuiti sul territorio italiano, mentre le aree idonee allo stoccaggio sono limitate



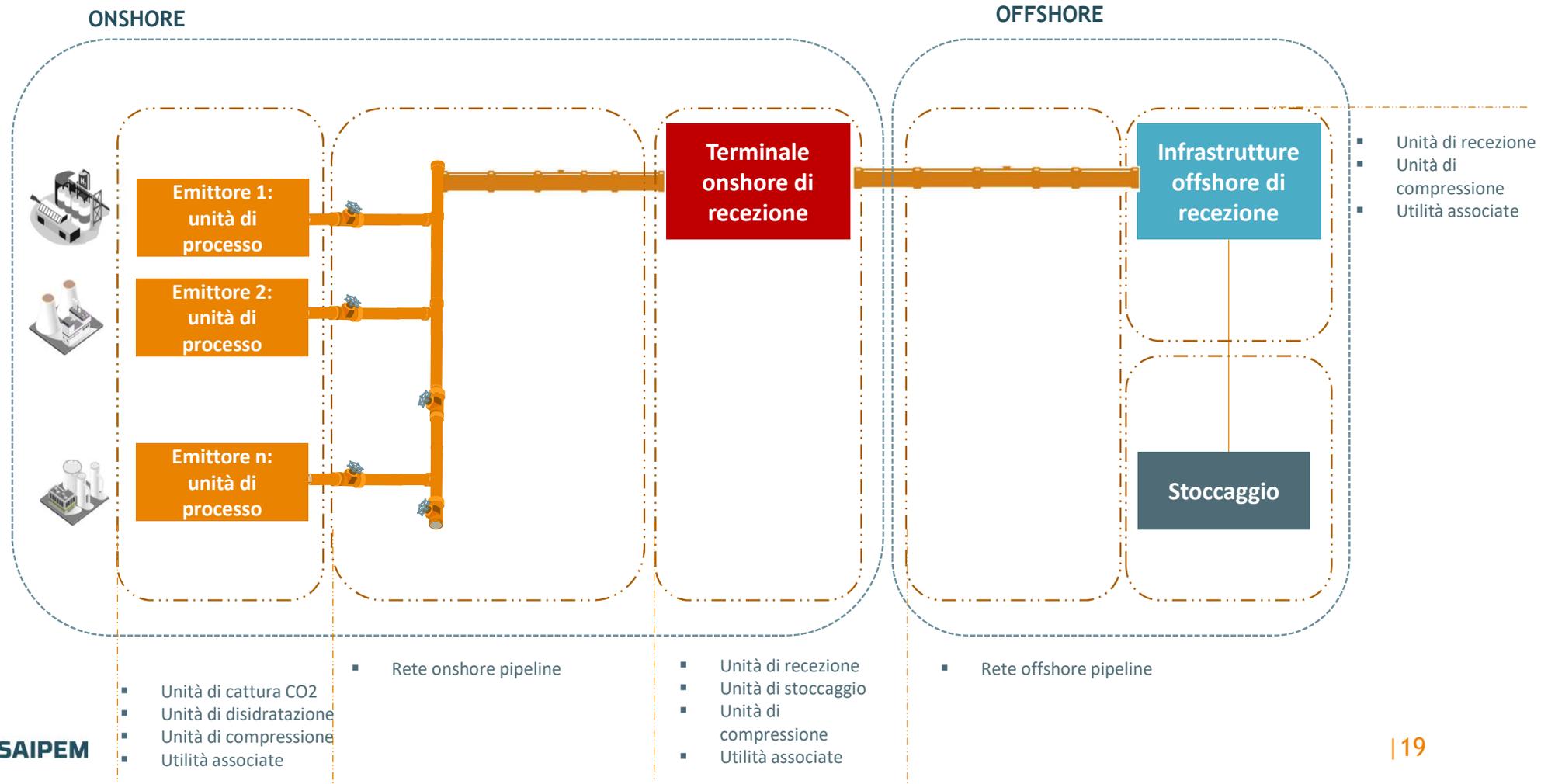
Approccio cattura e stoccaggio in prossimità del distretto o trasporto via pipe o via nave verso hub di stoccaggio



Gestione dei giacimenti
Gestione dell'infrastruttura (nuova o riutilizzo dell'esistente)

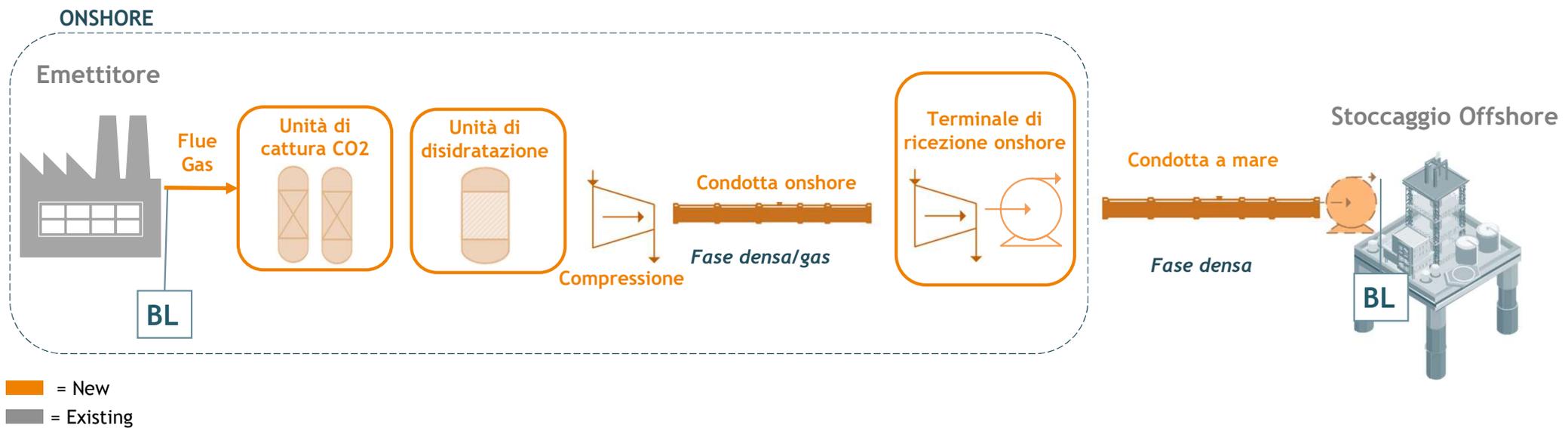
LA FILIERA ITALIANA CCUS

Trasporto via condotta: schema di processo semplificato



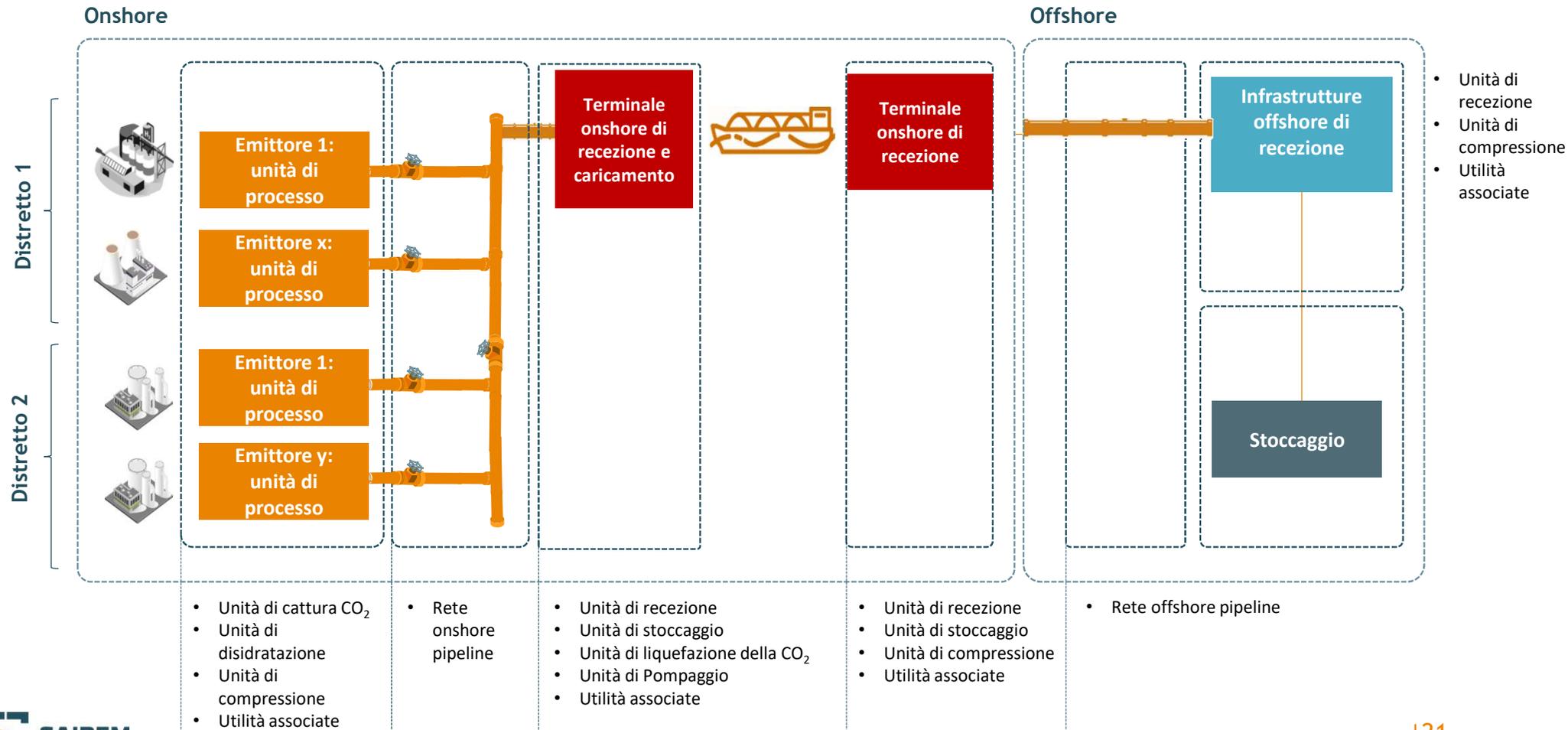
LA FILIERA ITALIANA CCUS

Trasporto via condotta: principali sezioni di impianto



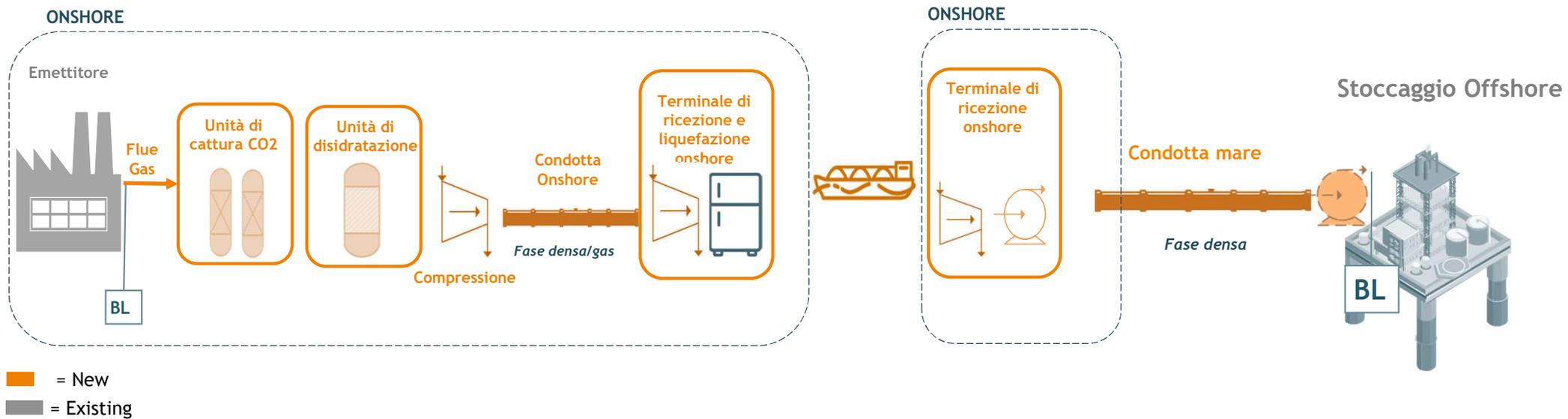
LA FILIERA ITALIANA CCUS

Trasporto via mare: schema di processo semplificato



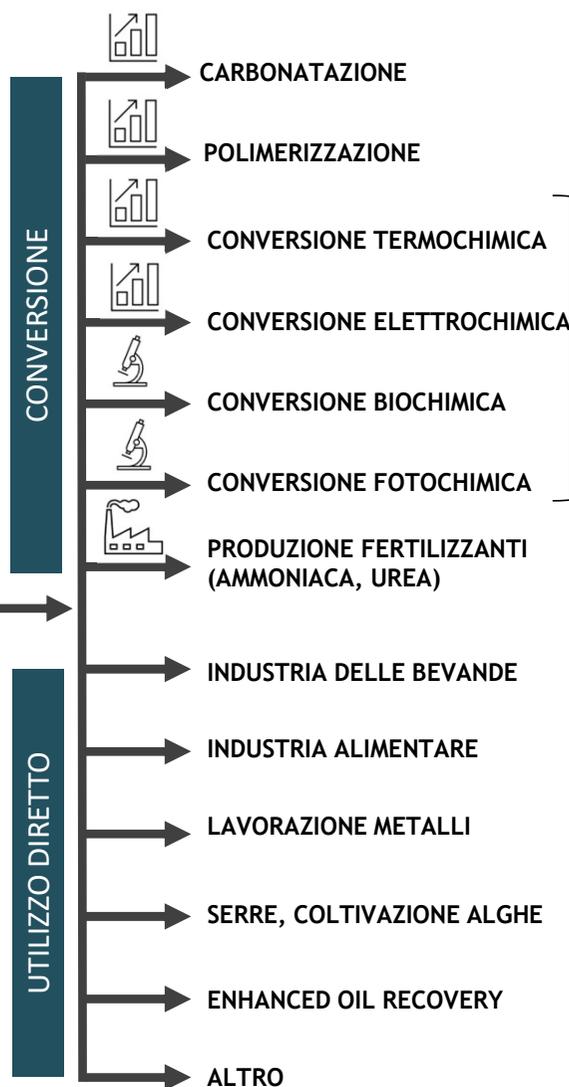
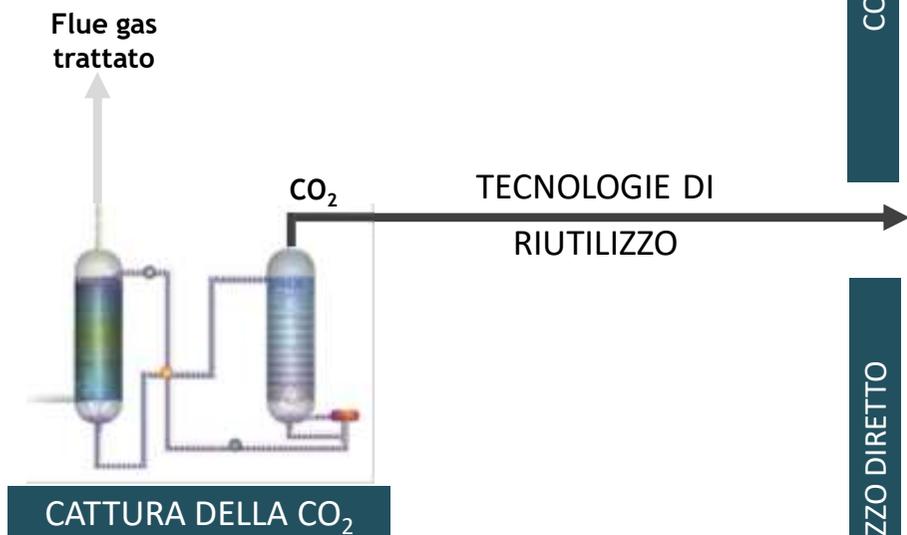
LA FILIERA ITALIANA CCUS

Trasporto via mare: principali sezioni di impianto



LA FILIERA ITALIANA CCUS

Il riutilizzo della CO₂



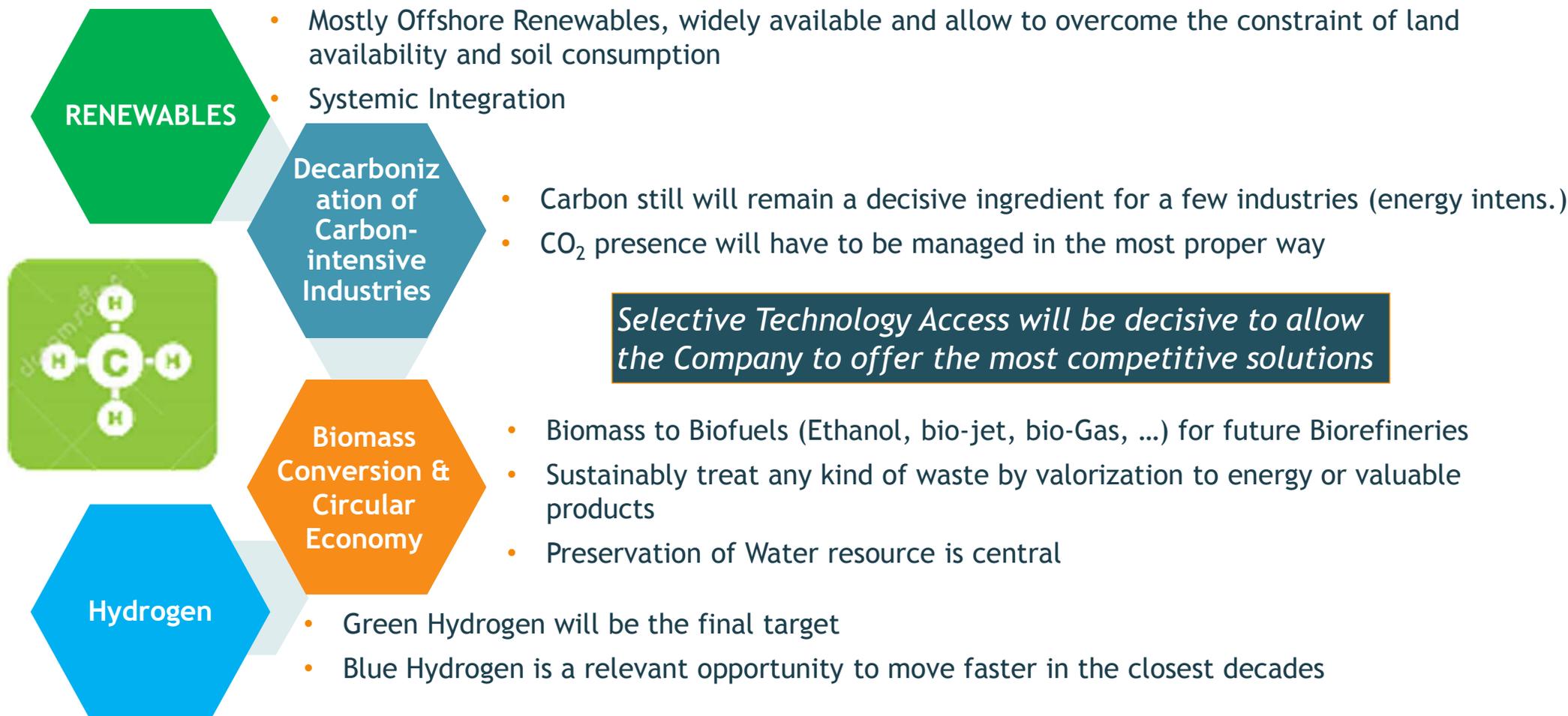
(*) Fonte: IEA Putting CO₂ to Use, Creating value from emissions. September 2019

IL RUOLO DI SAIPEM

05

IL RUOLO DI SAIPEM

DECARBONIZATION: STRATEGIC PILLARS AND MAIN DRIVERS



IL RUOLO DI SAIPEM

Esperienza e competenze uniche al mondo su tutta la CO₂ Value Chain



CATTURA

- Progettati e costruiti **70+ CO₂ Removal plants** utilizzando un vasto range di **differenti tecnologie** (membrane, solventi chimici e fisici)
- Recentemente acquisita anche una tecnologia proprietaria di **Post combustione** per la **cattura della CO₂ environmental friendly**



RIUTILIZZO

- **136 impianti** nel mondo (40+ progettati e costruiti da Saipem) per trasformare CO₂ in Urea attraverso la **Snamprogetti™ Technology**
- Progettato e costruito uno dei maggiori complessi con utilizzo **Metanolo**, che da solo **riduce le emissioni di CO₂ di circa 360,000 MTPD**



TRASPORTO

- Con i nostri **130.000+ Km di pipeline and sealine**, progettati e realizzati in aree remote con complessità logistiche, siamo i leader mondiali di questo mercato
- Integriamo il **know-how sulle linee di trasporto** con il **know-how sulla gestione di CO₂ in fase densa**, sviluppato su applicazioni fertilizzanti.
- Trasporto via Nave



STOCCAGGIO

- **7.000+ pozzi perforati**, sia a terra che a mare, con **relativi Asset di proprietà**
- **Re-iniezione di Acid gas** per sequestro di CO₂
- Esempio di stoccaggio gas in Italia: **Cornegliano Laudense**

Saipem possiede competenze ed esperienze sull'intera filiera della CCUS, con importante know-how sulle tecnologie di processo, pipeline di trasporto in forma liquida e gassosa, reiniezione in impianti di stoccaggio ed anche una nuova tecnologia proprietaria di cattura "CO₂ Solutions by Saipem".

IL RUOLO DI SAIPEM

CO₂ Value Chain: CATTURA

ESEMPI DI TRATTAMENTO SYNGAS & GAS NATURALE

■ Syngas Treatment ■ Natural Gas Treatment

JAZAN PROJECT

Feed gas capacity	2130 MMSCFD
Gas Feedstock	CO ₂ 4.6 %mol H ₂ S 1.2 %mol
Technology	Rectisol AGR + SRU

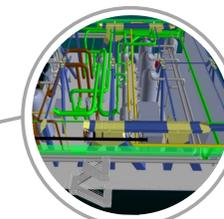
SHAH GAS DEVELOPMENT

Feed gas capacity	1000 MMSCFD
Gas Feedstock	CO ₂ 10 %mol H ₂ S 24 %mol
Technology	Amine AGR + SRU



MELLITAH PROJECT

Feed gas capacity	865 MMSCFD
Gas Feedstock	CO ₂ 15.5 %mol H ₂ S 1.5 %mol
Technology	Amine AGR + SRU



SEPAT GAS DEVELOPMENT

Feed gas capacity	300 MMSCFD
Gas Feedstock	CO ₂ 40-60 %mol
Technology	Membranes

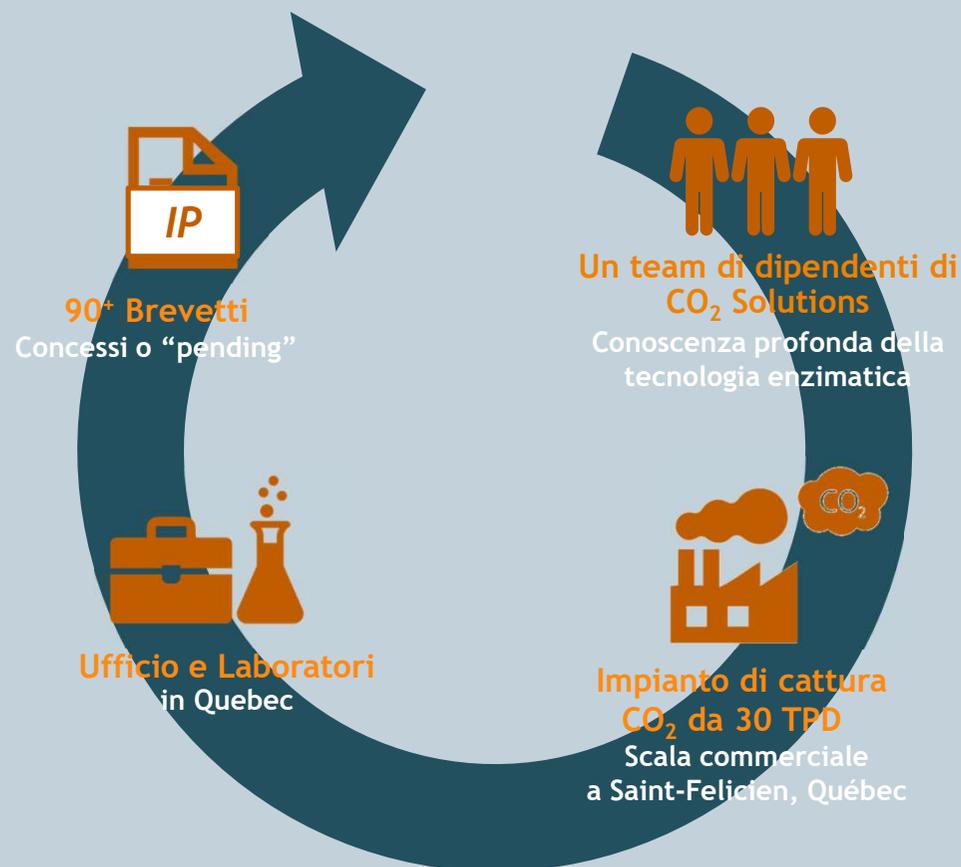


KASAWARI GAS DEVELOPMENT

Feed gas capacity	900 MMSCFD
Gas Feedstock	CO ₂ 16-25 %mol
Technology	Membranes

IL RUOLO DI SAIPEM

CO₂ Value Chain: CATTURA - Focus su CO₂ Solutions



- Nel dicembre 2019, Saipem ha acquisito una tecnologia proprietaria per la **CATTURA DI CO₂** dai flue gas industriali, sviluppata dalla società canadese CO₂ Solutions Inc.
- L'acquisizione della tecnologia CO₂ Solutions è un passo concreto verso la decarbonizzazione.
- In Canada opera un impianto dimostrativo e Saipem è pronta per lo scale-up commerciale.
- Supporto Saipem come EPC contractor integrato con l'alto livello di competenze di CO₂ Solutions.

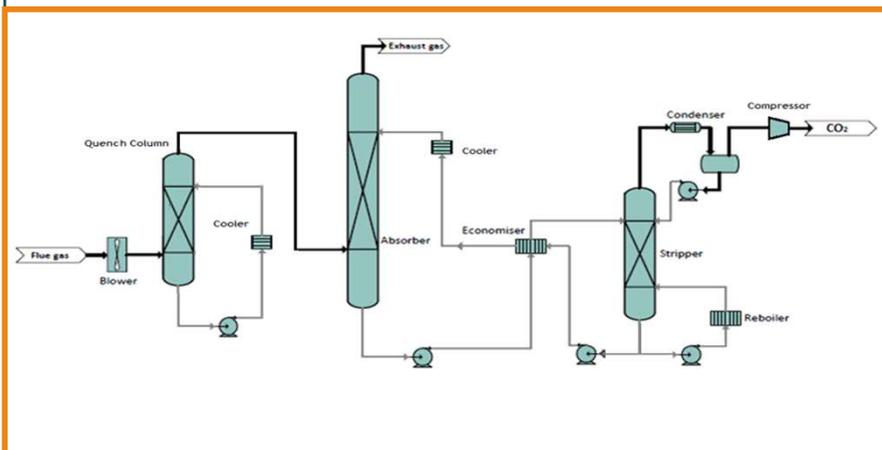
IL RUOLO DI SAIPEM

CO₂ Value Chain: CATTURA - Focus su CO₂ Solutions

IL CARBONATO DI POTASSIO K₂CO₃ È UN SOLVENTE ATTRAENTE MA CINETICAMENTE LENTO

L'UTILIZZO SINERGICO DI K₂CO₃ + ENZIMA ASSICURA UN'ALTA EFFICIENZA DI CATTURA DI CO₂

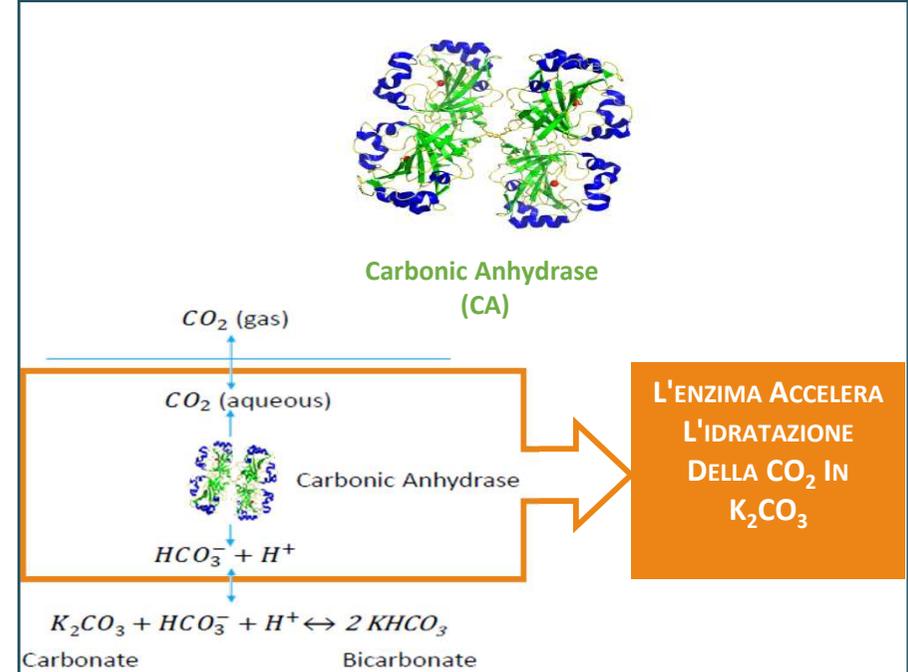
ASSORBIMENTO DI CO₂ MEDIANTE SOLUZIONE ACQUOSA DI CARBONATO DI POTASSIO (K₂CO₃)



LA SOLUZIONE ACQUOSA DI K₂CO₃ VIENE GIÀ UTILIZZATA PER LA CATTURA DI CO₂ IN APPLICAZIONI PER GAS NATURALE E SYNGAS



L'ENZIMA MIGLIORA IL PROCESSO DI ASSORBIMENTO DELLA CO₂



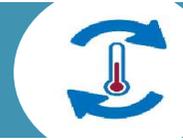
IL RUOLO DI SAIPEM

CO₂ Value Chain: CATTURA - Focus su CO₂ Solutions

Basso impatto ambientale: non genera rifiuti tossici come un impianto di cattura amminico
Competitivo per "applicazioni green"



Calore residuo di bassa qualità sufficiente a rigenerare il solvente
Recupero del calore per ridurre l'OPEX



Bassi tassi di corrosione e bassa tossicità del solvente
È possibile utilizzare materiali economici (PVC o CPVC)



3 fasi principali del processo: Queching, Assorbimento, Stripping
Processo a bassa complessità



Nessun materiale proprietario: attrezzature disponibili sul mercato
Apparecchiature standard



IL RUOLO DI SAIPEM

CO₂ Value Chain: CATTURA - Focus su CO₂ Solutions

IMPIANTO DIMOSTRATIVO IN MARCIA IN CANADA CON TECNOLOGIA CO₂ SOLUTIONS

È UN ESEMPIO DI CATTURA E RI-UTILIZZO DELLA CO₂



CO₂
SOLUTIONS
BY SAIPEM

IMPIANTO DIMOSTRATIVO IN MARCIA IN QUÉBEC, CANADA

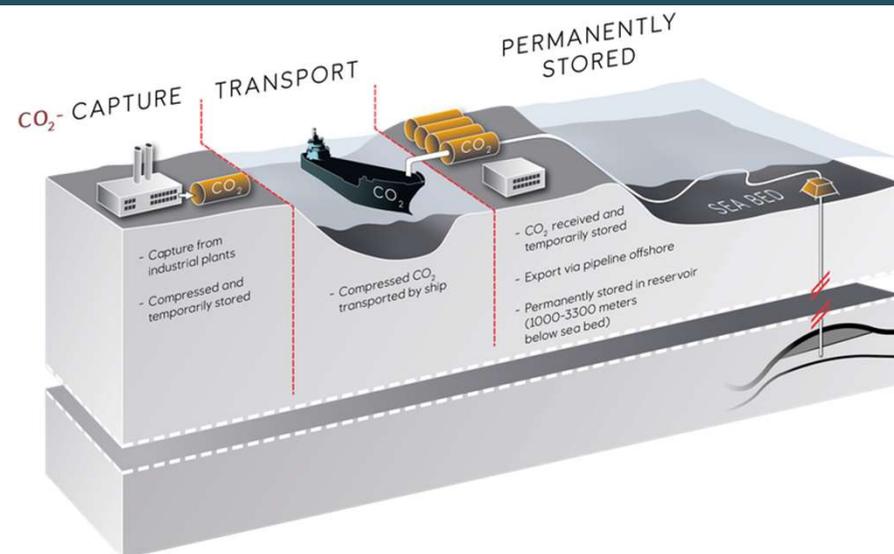
- Avviato nel 2019
- Cattura di CO₂ da 30 TPD dall'impianto di produzione di pasta di legno della Resolute Forest Products
- Il processo utilizza calore di bassa qualità / di recupero dall'impianto di produzione della pasta di legno
- Riduzione delle emissioni di CO₂ dall'impianto di produzione della pasta di legno
- La CO₂ è inviata nella vicina serra

IL RUOLO DI SAIPEM

CO₂ Value Chain: TRASPORTO

CO₂ VIA NAVE: NORTHERN LIGHTS PROJECTS

- Nel 2019 Moss Maritime è stata incaricata da Equinor, Total & Shell di effettuare il FEED per il Sistema di carico delle navi di CO₂ Northern Lights
- Il progetto trasporterà la CO₂ catturata in Norvegia per lo stoccaggio sottomarino nella piattaforma continentale norvegese
- Il trasporto navale sarà effettuato con navi shuttle da 7500 m³
- Ambito di lavoro di Moss Maritime: Progettazione di base dei sistemi di gestione della CO₂ della nave, con particolare attenzione a:
 - ✓ Studio di processo della nave, inclusi P&ID e procedure operative, comprese le interfacce tra la nave e il terminale di carico/scarico
 - ✓ Progettazione di base del layout e delle tubazioni
 - ✓ Definizioni delle apparecchiature e prezzo budgetario



IL RUOLO DI SAIPEM

CO₂ Value Chain: TRASPORTO

CO₂ VIA NAVE: ALTRE INIZIATIVE

Oltre al progetto Northern Lights, Moss Maritime è coinvolta nelle seguenti iniziative:

- 1) Il progetto "Stella Maris": un JIP con l'obiettivo di sviluppare il trasporto navale di LCO₂ a basso costo e l'iniezione offshore. Il progetto è stato avviato nel 2020 e la fase 2 è attualmente in corso con completamento nel 2Q 2021.
- 2) Un JIP, gestito da diverse compagnie energetiche, in cui Moss Maritime è stata incaricata di eseguire la progettazione preliminare di una nave per il trasporto di CO₂ a bassa pressione. Il progetto è stato avviato nel 2020 e proseguirà nel 3Q 2021.
- 3) Lo studio «ACCCESS», finanziato dall'UE, che studierà la cattura, il trasporto e lo stoccaggio di CO₂, con una prospettiva europea. Kickoff Meeting nel 2Q 2021.



IL RUOLO DI SAIPEM

Progetti di innovazione in corso



ETH zürich

Infrastrutture di collettamento CO₂ in Svizzera

Studio concettuale per lo sviluppo di una pipeline di CO₂ in Svizzera e collettamento di CO₂ emessa da diversi siti industriali, per CCS.



Elkem

Carbon-neutrality di Elkem, leader mondiale nella produzione sostenibile di metalli e materiali d'avanguardia

Impianto di cattura della CO₂ (basato sulla tecnologia CO₂ Solutions) dotato anche di processi per la liquefazione e di strutture per il trasporto tramite navi cargo della CO₂ raccolta dal progetto Northern Lights, in Norvegia.



SINTEF

Progetto CO₂ EPOC

Progetto di R&D realizzato da SINTEF (Norvegia) e promosso da Equinor & Total per lo studio dell'utilizzo di materiali polimerici per le valvole di CO₂ in sistemi di trasporto.

Progetto ACCESS

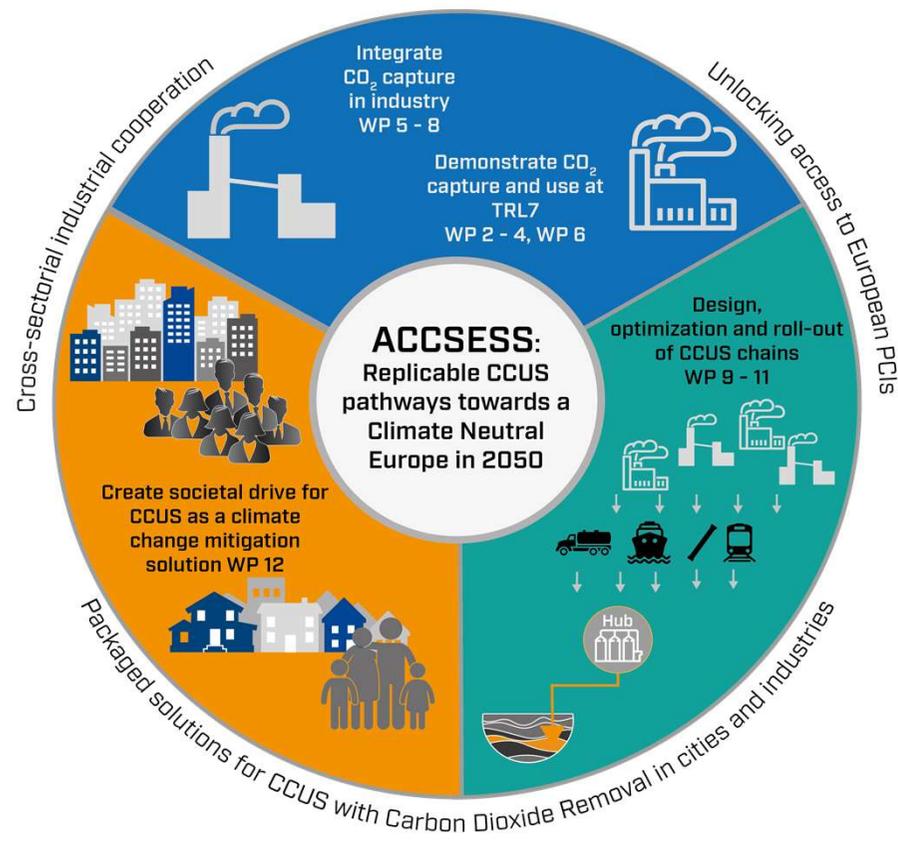
Progetto di innovazione coordinato da SINTEF (Norvegia).

IL RUOLO DI SAIPEM

Progetti di innovazione in corso: ACCSESS

I principali obiettivi del progetto sono:

1. **Innovazione:** test di cattura della CO₂ e riutilizzo della CO₂ a TRL7
 2. **Integrazione:** integrare le tecnologie di cattura negli impianti industriali (forti emettitori di CO₂)
 3. **Catene CCUS:** sviluppare e migliorare le catene CCUS dall'Europa continentale e dall'area baltica al Mare del Nord
 4. **Integrazione sociale:** coinvolgere e informare gli stakeholders sulla CCUS e spiegare i suoi benefici sociali in generale e per le città sostenibili
- 15-20 partner (O&G, Utilities, Cementifici, Cartiere e altre industrie, università, Centri di Ricerca)
 - Ruolo Saipem : Cattura CO₂, aspetti Infrastrutturali, ...



IL RUOLO DI SAIPEM

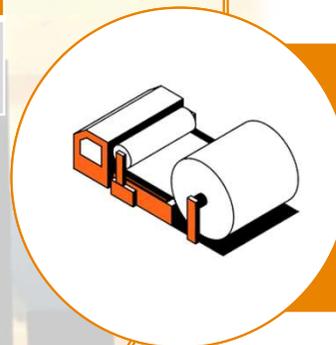
Decarbonizzazione delle industrie Hard-to-Abate

**EMISSIONI CO₂ IN ITALIA NEL 2018: 348 MTPA
DI CUI CIRCA IL 21% DA INDUSTRIA HARD-TO-ABATE**

ACCIAIO	CARTA	CEMENTO	CHIMICI	RAFFINERIE
~11 MtonCO ₂	~5 MtonCO ₂	~23 MtonCO ₂	~13 MtonCO ₂	~20 MtonCO ₂



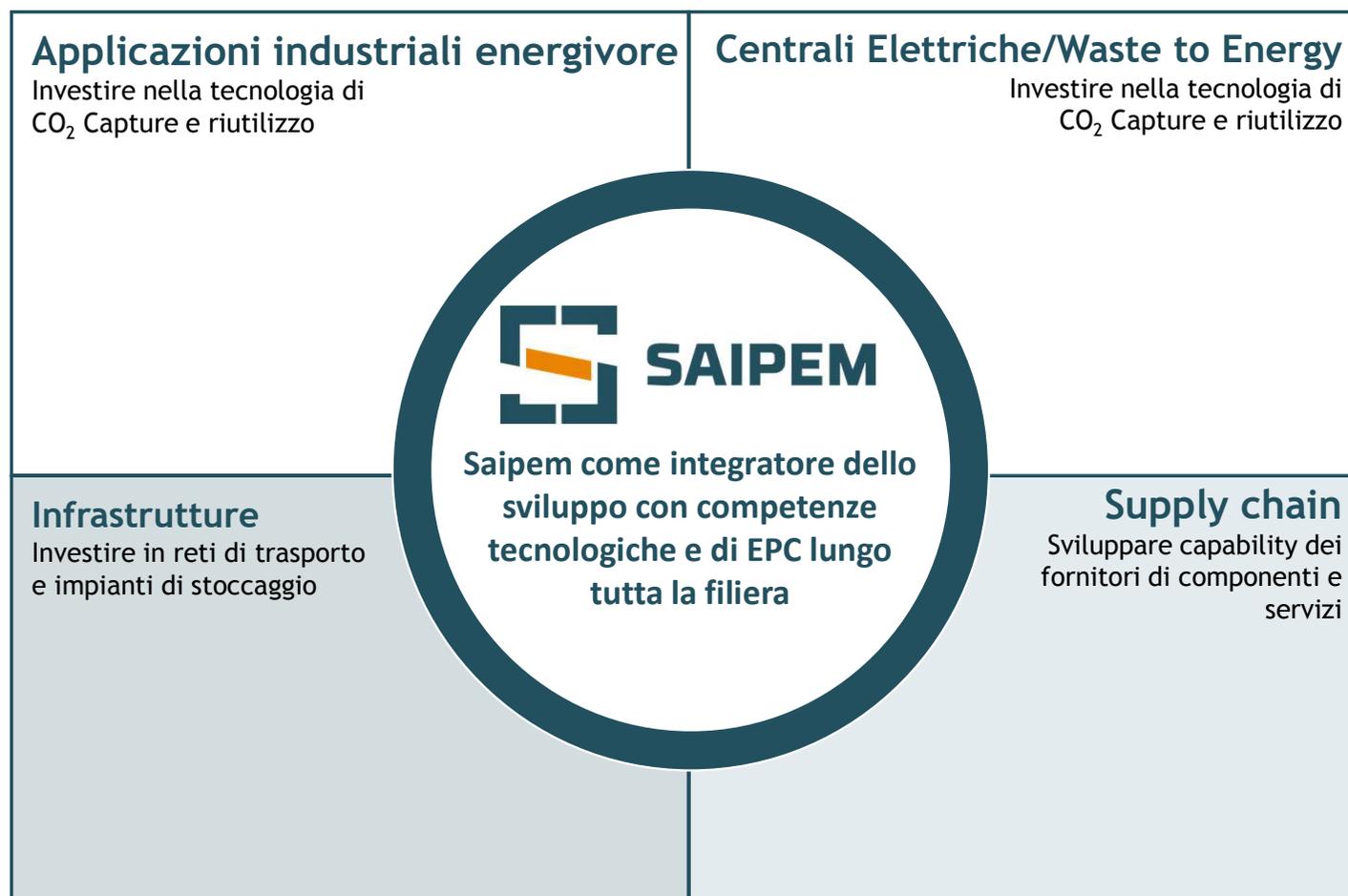
DANIELI-SAIPEM-LEONARDO hanno siglato un accordo per lavorare insieme su progetti di decarbonizzazione sia in Italia - in particolare al Sud - che all'estero, per la conversione sostenibile di impianti primari ad alta intensità energetica nel **SETTORE SIDERURGICO**.



Decarbonizzazione dell'**INDUSTRIA DELLA CARTA** tramite CCUS. Possibili riutilizzi investigati: carbonatazione delle scorie da incenerimento degli fanghi di cartiera o riutilizzo diretto per la crescita delle alghe.

IL RUOLO DI SAIPEM

Integratore lungo tutta la filiera di decarbonizzazione



Tutte le aziende coinvolte nella catena del valore possono trarne benefici:

- ❖ Innovazione in nuove tecnologie
- ❖ Investimenti in infrastrutture
- ❖ Contribuzione alla decarbonizzazione
- ❖ Internazionalizzazione (export del modello all'estero)



SAIPEM