



proge®

RETI ELETTRICHE E STOCCAGGIO DI ENERGIE RINNOVABILI

proge®

Power-to-Gas technology for electricity
storage and CO₂ valorization for small
Thermoelectric Power Generation



➤ L'idea iniziale: **Prometeo**

- Prometeo si proponeva di sfruttare **eccedenze «low cost»** di energia elettrica da fonti rinnovabili e non, per produrre idrogeno (H_2) mediante elettrolisi dell'acqua. Tale idrogeno sarebbe stato utilizzato per produrre metano (CH_4) a partire dall'anidride carbonica (CO_2), notoriamente sottoprodotto di diversi processi industriali.



- Il costo del metano così prodotto aveva un costo molto più alto del metano di origine fossile (2-3 volte superiore).



➤ L'evoluzione: **Progeo**

Ereditando i processi di Prometeo l'attenzione si sposta al concetto di accumulatore energetico ***closed loop***. La CO₂ è accumulata in situ e riciclata internamente. La grandezza dei serbatoi di accumulo del gas determina la "capacità" di accumulo energetico di **Progeo**.

A differenza di Prometeo, i processi di **Progeo** non sono tutti basati su tecnologie mature e di immediata disponibilità. Una fase di ricerca industriale e sviluppo prototipale è stata avviata nei settori dei materiali nanostrutturati, della separazione dell'idrogeno e della CO₂ e dalle analisi di dinamica molecolare.



Storia di Progeo

2013 - brevetto internazionale (PCT) "*Gruppo per l'accumulo di energia elettrica mediante produzione di metano*" a nome dell'inventore Andrea Capriccioli e con IPN: WO 2013/190581 A1 (nazionalizzato nel 2015 ad opera e nome di Capriccioli.

PLC System finanzia diversi step di ricerca:

- Presso il Dipartimento di Chimica e Tecnologie Chimiche dell'**Università degli studi di Roma 'Tor Vergata'**
- ITM-CNR** di Rende (CS) per le attività concernenti le membrane di filtrazione
- ENEA** di Frascati per le attività di progettazione generale dell'impianto e di analisi dei sensori di gas

2014 - termina ufficialmente la fabbricazione e l'assemblamento di tutti i componenti innovativi di **Progeo**.

progeo 

Nel 2016 **PLC System** e **LA.ME.P.** partecipano con **Progeo** ad **Horizon 2020**





Problemi e fabbisogni del mercato



Il mercato energetico è cambiato negli ultimi anni. Nuovi schemi di mercato quali il *mercato del giorno prima*, la diffusione delle energie *rinnovabili*, la *carbon tax* sulle emissioni di CO₂ ridefiniscono le regole del gioco introducendo nuovi fabbisogni.





Problemi e fabbisogni del mercato



- **Fabbisogno 1 – Migliorare la profittabilità dei piccoli impianti termoelettrici**
 - Particolarmente esposti alla variabilità delle tariffe in quanto dedicati al servizio di piccoli bacini di utenza o alla fornitura di potenza di picco
 - Alta variabilità del prezzo di vendita (5÷65 €/MWh)*
 - I costi di produzione superano i ricavi se il prezzo di vendita scende sotto i 20÷30 €/MWh
 - La possibilità di accumulare l'elettricità prodotta consente di svincolare le logiche di produzione dalle opportunità di vendita

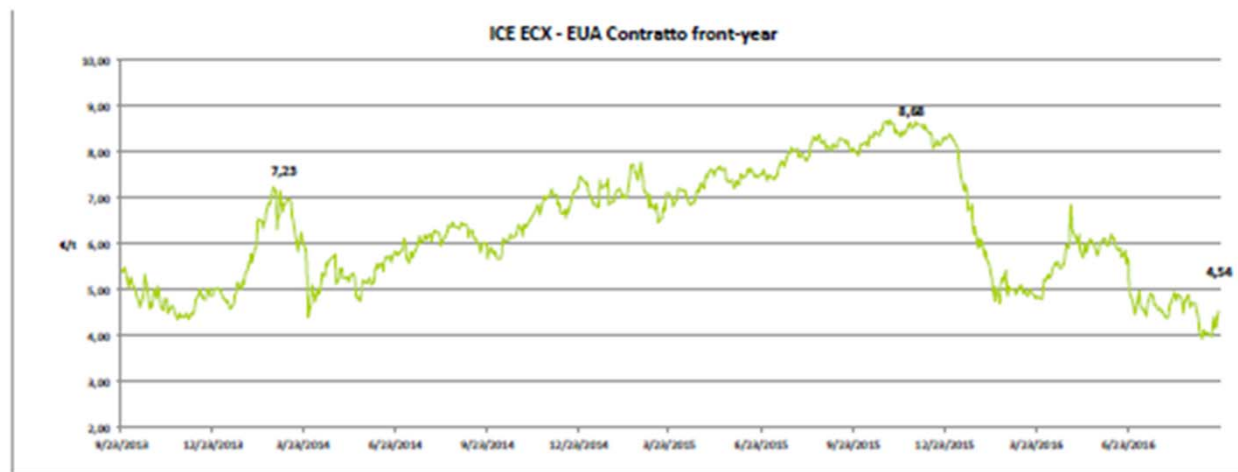
*fonte EDF Fenice



- **Fabbisogno 2 – Appiattare i profili di consumo per migliorare l'efficienza**
 - La mancanza di punti di accumulo tra gli impianti di produzione elettrica e gli utenti comporta rischi di sovraccarico della rete nelle ore di picco (sovrapposizione con fonti rinnovabili)
 - L'introduzione di tecnologie di accumulo consente una miglior gestione della produzione , migliorando l'efficienza di conversione dato che l'impianto può lavorare in condizioni ottimali senza la necessità di alimentare dinamicamente la rete



- **Fabbisogno 3 – ridurre le emissioni di CO₂ sviluppando processi per la sua valorizzazione, convertendo un costo (carbon tax) in un ricavo**
 - Le tecnologie in grado di valorizzare la CO₂ rappresentano un'opportunità più promettente e stimolante delle tecnologie di cattura e sequestro, in quanto rendono disponibili sotto-prodotti di valore



Andamento carbon tax*



L'intermittenza della produzione, dovuta soprattutto alle fonti rinnovabili, rende necessario *disaccoppiare produzione e consumo* per garantire la stabilità della rete elettrica anche in situazioni di sovrapproduzione o sottoproduzione.

L'accumulo energetico consente di gestire queste dinamiche in modo diretto. Esistono *diverse soluzioni tecnologiche* che vanno dai sistemi di accumulo destinati alla rete a quello domestici per uso individuale, con diversi livelli di maturità, sia commerciale che sperimentale



L'accumulo energetico - vantaggi



- Possibilità di immagazzinare la produzione in eccesso rispetto al consumo istantaneo della rete
- Accumulo di energia prodotta in periodi di bassa tariffazione per rivenderla in periodi con tariffe più vantaggiose
- Acquisto dell'energia in periodi low-peak di bassa tariffazione da parte degli utenti e successivo riutilizzo
- Regolazione e stabilità della rete
- Efficiente distribuzione e trasmissione



➤ Meccaniche/Fisiche

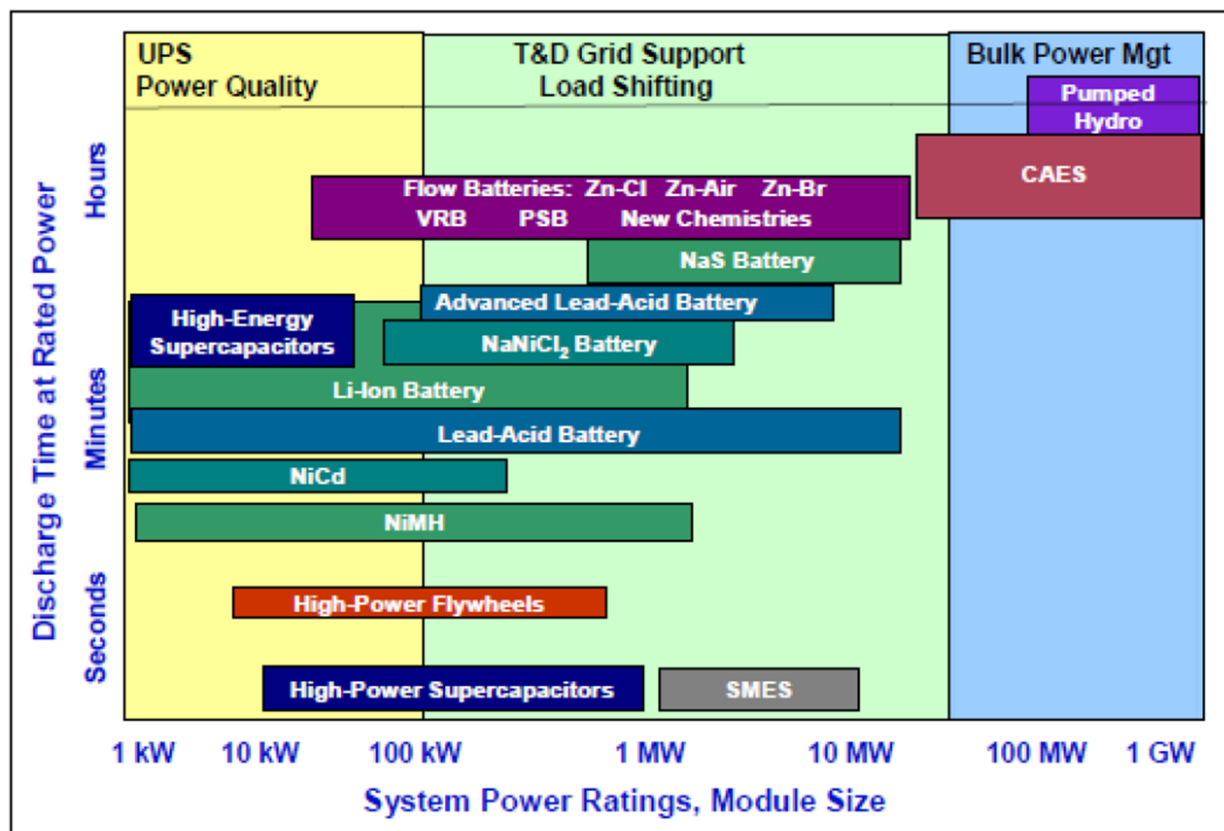
- **Pompaggio idroelettrico** (tecnologia consolidata, applicabile in un numero limitato di contesti, richiede grandi volumi)
- Accumulo di aria compressa **CAES** (Compressed Air Energy Storage) - esistono alcuni impianti pre-commerciali nel mondo
- **Flywheel** (volano) - tecnologia abbastanza matura, commercialmente disponibile, per applicazioni di piccola taglia, non sempre economicamente sostenibile
- **Supercondensatori** (elevata potenza specifica, bassa energia specifica, utilizzo in transitori ad elevata dinamica)

➤ Elettrochimiche

- **Batterie** (Li-ion, sodio-solfuro, nichel-sodio-cloruro, flow batteries, Ferro-Cromo, Zinco-Bromo, Zinco-aria)
- **Power-to-gas**: idrogeno (noti i problemi di accumulo dell'idrogeno, vantaggiosa la conversione elettrica in Fuel Cell); metano



L'accumulo energetico - tecnologie per i diversi tipi di utilizzo



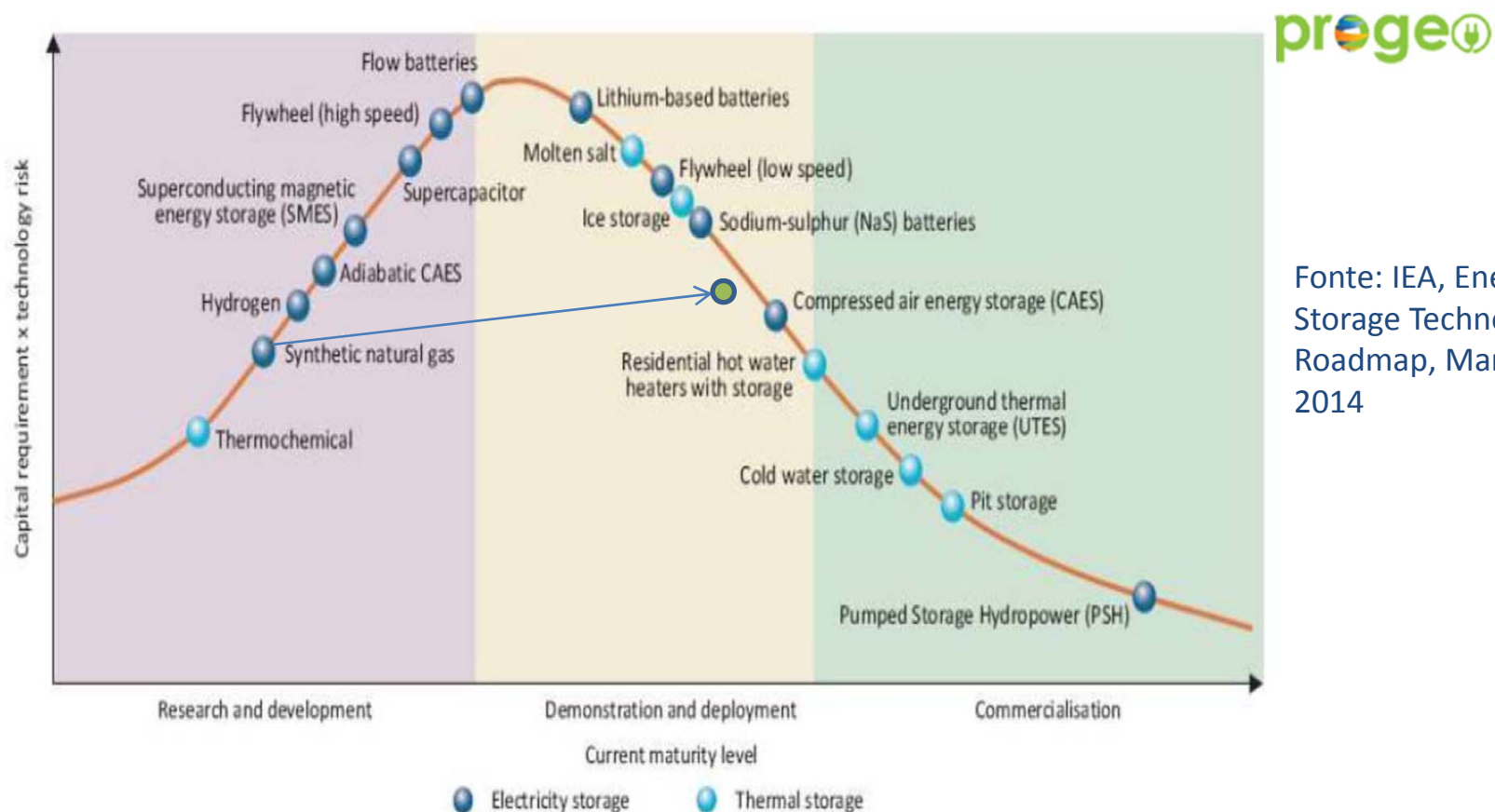
Fonte: DOE/EPRI 2013
Electricity Storage
Handbook in
Collaboration with
NRECA

Uso di diversi tipi di accumulo di energia a seconda della capacità energetica e il tipo di applicazione e del tempo di scarica:

- **UPS** - Utility Power Service ovvero servizio di livello utente; applicazioni di bassa potenza),
- **T&D Grid Support** - Transmission and distribution (trasmissione e distribuzione nella rete),
- **Bulk Power** - (Potenza lorda, lo stoccaggio diretto dalla produzione).



L'accumulo energetico – prossimità delle tecnologie al mercato

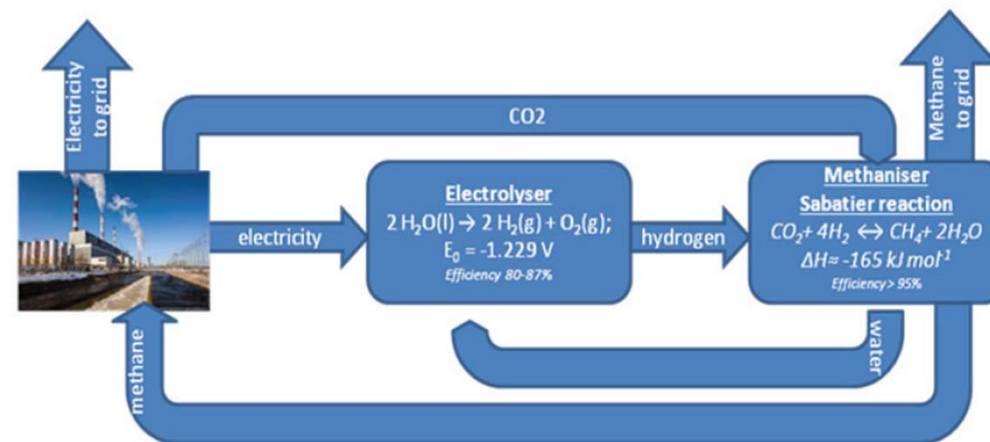


Fonte: IEA, Energy Storage Technology Roadmap, Marzo 2014

- Stato di sviluppo di diverse tecnologie di accumulo energetico rispetto al rapporto tra il capitale richiesto e il rischio relativo associato
- **PROGEO porta la tecnologia del metano sintetico ad uno stadio dimostrativo pre-commerciale**



- Un elettrolizzatore converte elettricità in idrogeno puro con efficienza >80%
- La CO₂ viene catturata (ad esempio dai reflui gassosi dell'impianto TEG)
- L'idrogeno reagisce con la CO₂ all'interno di un metanizzatore, un reattore catalitico nel quale avviene la reazione di Sabatier, producendo metano e vapore acqueo





La Soluzione Progeo



- Progeo è basato su **tecnologie consolidate ad alta efficienza**, la cui novità consiste nella intelligente integrazione ed utilizzo
- **L'applicazione della reazione di Sabatier** consente la valorizzazione della CO₂ come reagente di processo, riducendo le emissioni e la carbon tax
- **Il metano è un combustibile ampiamente utilizzato**, le tecnologie per l'accumulo e l'utilizzo del metano sono ben note ed a basso costo, ampia flessibilità di utilizzo
- **Il costo target** per la commercializzazione di Progeo è di circa 1000 €/kW, che rappresenta la soglia generalmente indicata per consentire la diffusione delle tecnologie Power-to-Gas



Le caratteristiche uniche di PROGEO



- Tramite un unico apparato compatto di facile integrazione in impianti esistenti, PROGEO risolve due esigenze:
 - Svolge la funzione di accumulo energetico, risolvendo il problema della variabilità dei prezzi dell'elettricità
 - Riduce i costi legati alla carbon tax (5÷20 €/ton), generando invece dalla CO₂ un sottoprodotto pregiato quale il metano, che può essere valorizzato tramite l'immissione in rete
- Il mercato applicativo di riferimento è quello dei piccoli impianti termoelettrici (s-TEG) che maggiormente soffrono della variabilità del consumo
 - Esistono in EU più di 142.000 impianti di questo tipo, con una capacità totale installata di 689 GW termici
 - E' un mercato in espansione, grazie alla diffusione di impianti a biomassa, tipicamente di taglia 5÷30 MW termici



Obiettivi del progetto



- **Scale-up di un sistema modulare P2G** (Power-to-gas) di taglia 300÷500 kW in grado di accumulare elettricità convertendo anidride carbonica in metano sintetico
- **Dimostrazione** all'interno dell'impianto EDF-Fenice situato a Melfi
- **Applicazione target:** piccoli impianti termoelettrici (s-TEG < 50 MW termici)



➤ **Sostenibilità economica**

- Riduzione del *costo di installazione* [€/kW]
- Aumento della *capacità di rendimento* [€/kW anno], profitti annuali necessari per soddisfare tutti i costi fissi e variabili dell'intero ciclo di vita dell'impianto
- Riduzione dei *Costi dell'energia* [€/MWh] fornita per affrontare l'intero ciclo di vita dell'impianto
- Riduzione del *Valore attuale del ciclo di vita* [€/kW installato] che comprende l'intero costo di installazione e di tutti i costi fissi e variabili di esercizio della vita utile

➤ **Qualità del servizio**

- Affidabilità
- Robustezza
- Sicurezza



Conclusioni



- PROGEO è una soluzione per fornire a produttori energetici, utilizzatori, gestori di rete diversi benefici tramite un unico sistema
- La dualità della sua funzione (accumulo + valorizzazione della CO₂) è il suo principale vantaggio
- Poter abbattere il contenuto di CO₂ nei reflui gassosi degli impianti termoelettrici e degli impianti termici industriali in genere, costituisce la chiave per diminuire il tempo di ritorno dell'investimento ed assicurare la sostenibilità dei costi di gestione
- Il mercato degli impianti termoelettrici di piccola taglia è il settore nel quale possono essere raggiunti i maggiori benefici