

Green Building Conference & EXPO 2025

15-16 ottobre 2025 | M9 Museo del'900 - Mestre

L'accumulo termico per la decarbonizzazione degli edifici residenziali: il progetto ECHO

Sergio Bobbo



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per le Tecnologie della Costruzione





INDICE

- Perché gli accumuli termici
- Materiali per gli accumuli termici
- Il progetto ECHO
- Conclusioni



PERCHE' GLI ACCUMULI TERMICI



- La lotta al cambiamento climatico richiede azioni mirate nei settori che contribuiscono in modo significativo al profilo globale delle emissioni di gas serra, come delineato nel pacchetto **Fit-For-55** e nel piano **REPowerEU**.
- Il **settore edilizio** è responsabile del **26%** delle emissioni totali di **gas serra (GHG)** e del **30% del consumo energetico** mondiale (132 EJ nel 2022).
- L'**accumulo di energia** è uno dei **fattori chiave** per raggiungere l'obiettivo dell'UE di raggiungere la **neutralità climatica** entro il **2050**.



Un **ACCUMULATORE TERMICO** (o sistema di accumulo di energia termica), utilizzando **PCM (Materiali a Cambiamento di Fase)** e **TCM (Materiali Termo-Chimici)**, consente di **immagazzinare e rilasciare calore** in modo controllato, per bilanciare la temperatura interna e ridurre i costi energetici nelle abitazioni





PERCHE' GLI ACCUMULI TERMICI



Riduzione del divario tra domanda e offerta di energia



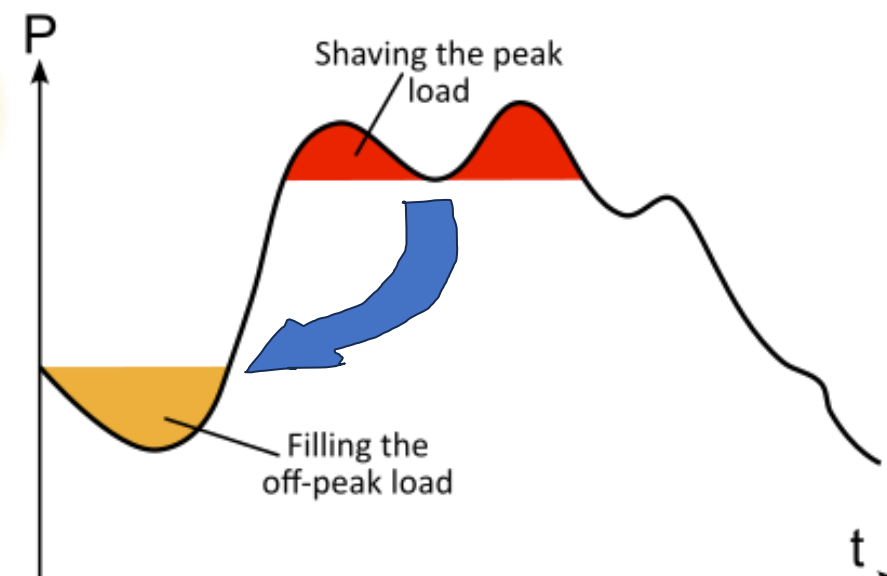
Integrazione Fonti di Energia Rinnovabile
(es. Tecnologia Power-to-Heat)



Spostamento del carico (load shifting) \longrightarrow aumento
efficienza energetica negli edifici

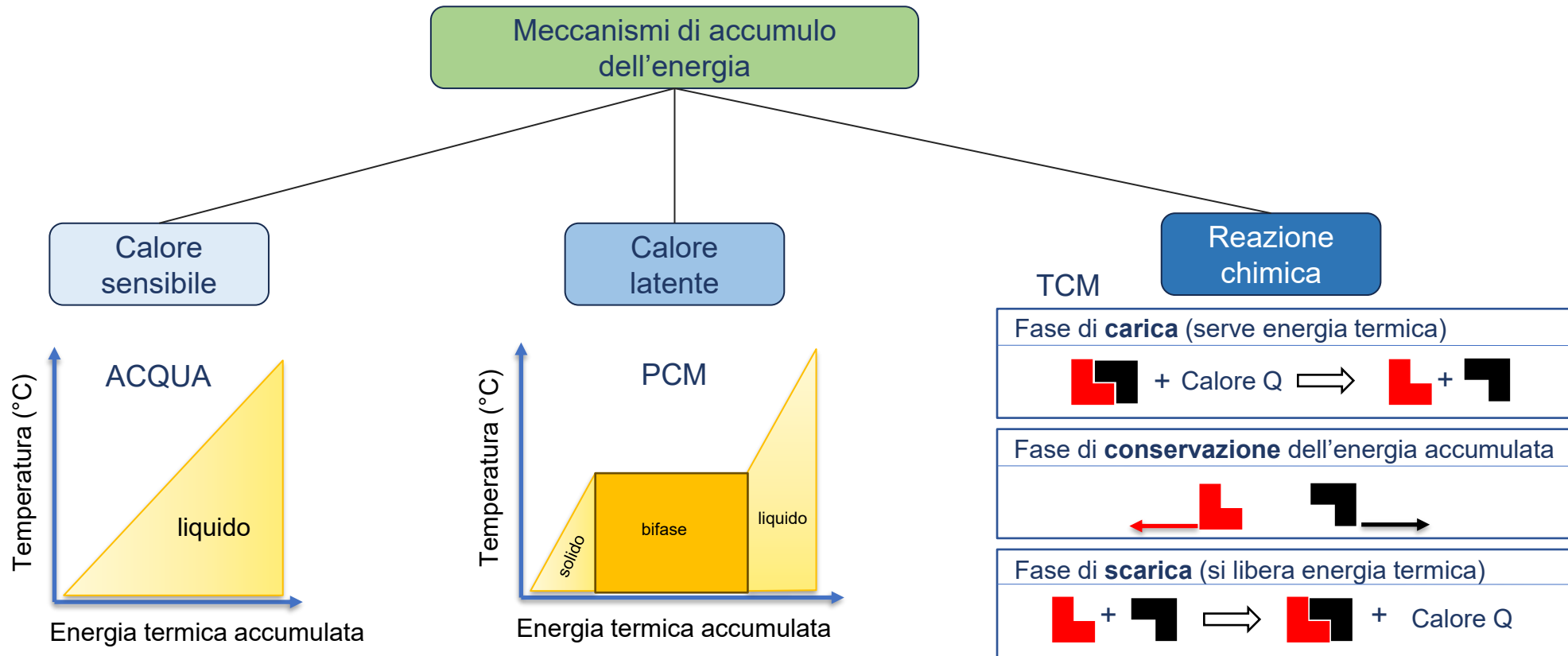


Riduzione delle emissioni nocive





MATERIALI PER GLI ACCUMULI TERMICI





MATERIALI PER GLI ACCUMULI TERMICI

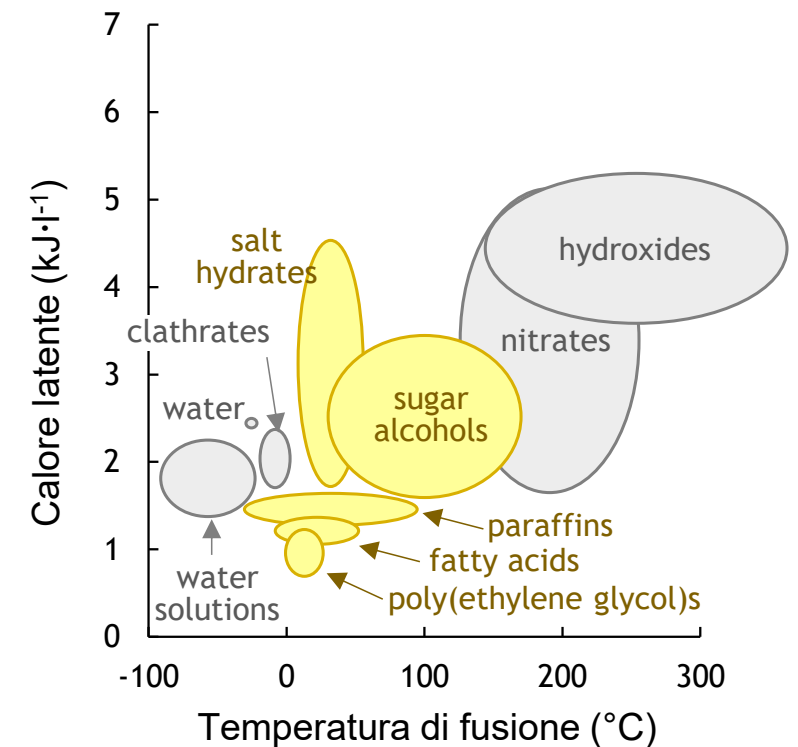
PCMs (Phase Change Materials)

Caratteristiche richieste ai PCM

- congelare e fondere alla temperatura desiderata
- congelare e fondere in un intervallo di temperatura ristretto
- punti di fusione e congelamento simili
- basso sottoraffreddamento
- elevato calore latente
- elevata conduttività termica

PCM per applicazioni residenziali

Tipo	Esempio	T fusione (°C)	Applicazione
Organico – paraffine	n-Octadecane	28	Pannelli di rivestimento, cartongesso
Organico – acidi grassi	Acido Laurico	44	Riscaldamento a pavimento
Inorganico – Sali idrati	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	32	Accumulo solare termico
Eutettici	Mix Paraffina + acido grasso	26–30	Stabilizzazione della temperatura





MATERIALI PER GLI ACCUMULI TERMICI

TCMs (Thermo Chemical Materials)

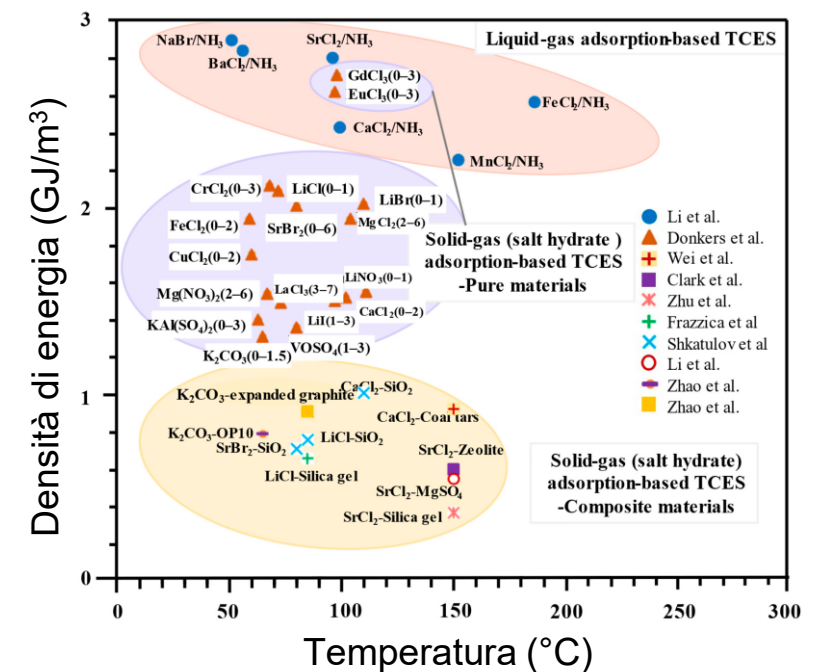
Vantaggio principale: l'energia accumulata può essere conservata per settimane o mesi se i reagenti vengono separati (nessuna autoscarica).

Caratteristiche richieste ai TCM

- Elevata densità di accumulo di energia (> 200–500 kJ/kg)
- Reversibilità della reazione e lunga durata del ciclo
- Intervallo di temperatura di reazione appropriato (40-120°C)
- Cinetica di reazione rapida
- Buone proprietà di trasferimento di calore e massa (uso matrici porose)

TCM comuni:

Tipo	reazione	Temp. (°C)	Applicazioni
Salt Hydrates	Idrataz./deidratazione	40–150	Riscaldamento, TES solare
Sorption Mater.	Adsorbim./desorbim.	60–250	Deumidificazione, raffresc., TES bassa Temper.
Metal Oxides	Redox	400–1000	TES industriali, reattori solari
Carbonates	Gas–solido (CO ₂)	300–800	TES ad alta temperatura, stoccaggio CO ₂

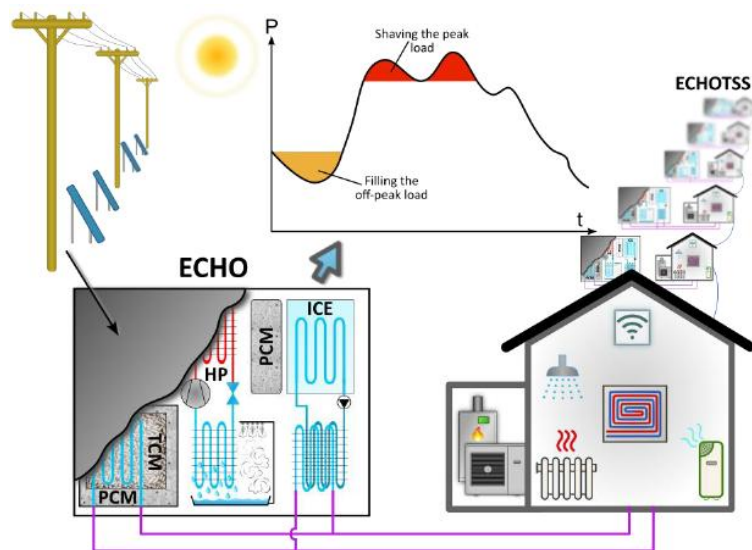




IL PROGETTO ECHO

ECHO

EFFICIENT COMPACT MODULAR
THERMAL ENERGY STORAGE SYSTEM



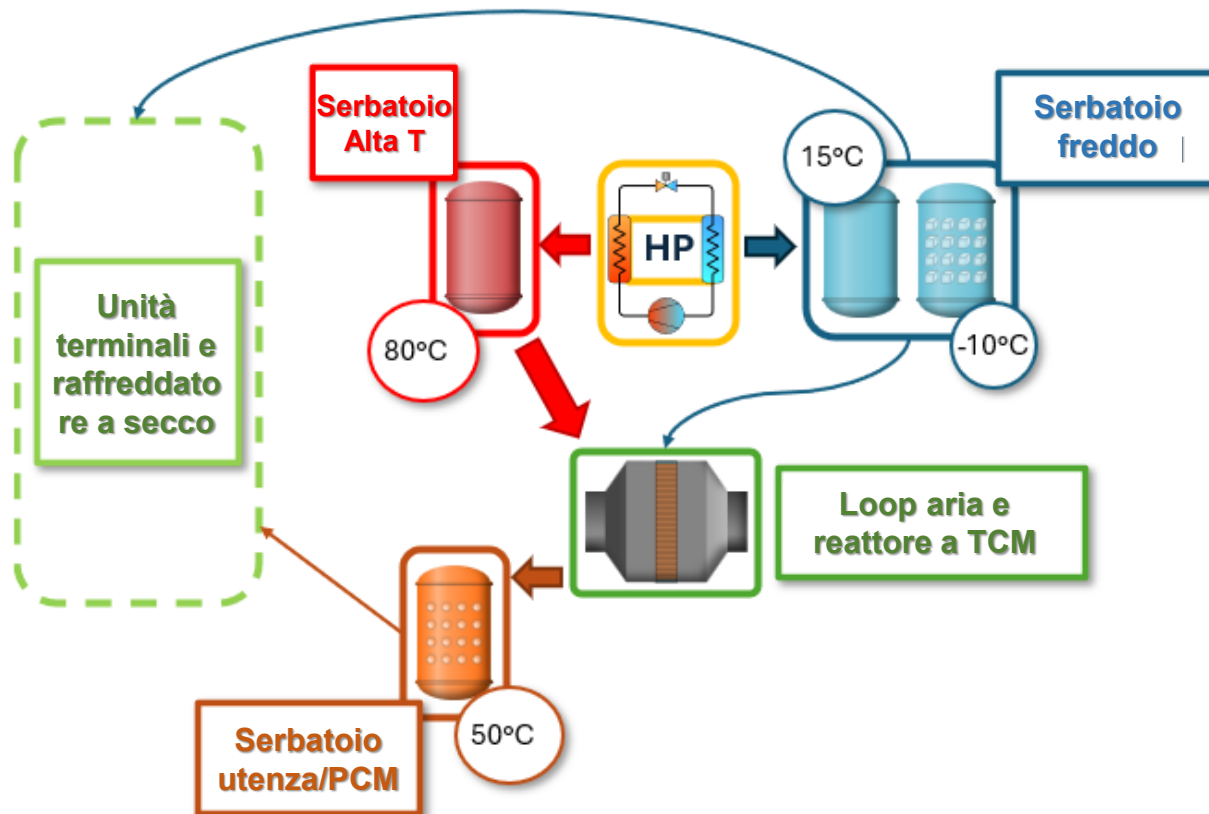
echo-euproject.eu

Sviluppo e dimostrazione di un nuovo **sistema plug&play**, completo, sostenibile, flessibile, modulare, controllato digitalmente e competitivo che sfrutta **l'accumulo di energia termica**



Utilizzo e ottimizzazione di **materiali termochimici (TCM)**, combinati con **materiali a cambiamento di fase (PCM)**, per il riscaldamento degli ambienti, il raffreddamento e la produzione di acqua calda sanitaria e, facoltativamente, con accumulo di ghiaccio per le esigenze di raffreddamento

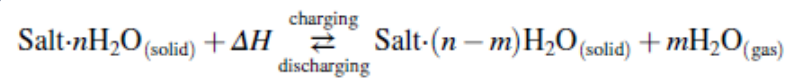
OBIETTIVI DEL PROGETTO



- Definire i **parametri progettuali** chiave tenendo conto degli scenari energetici, della domanda e della connettività alla rete.
- Selezionare i **materiali ottimali**, tra cui un **TCM** e diversi **PCM**.
- Costruire il **sistema plug-and-play modulare e flessibile**, incluso il **controllo digitale**.
- Dimostrare i **vantaggi** del sistema per soluzioni HVAC efficienti, sostenibili e adattabili.
- **Sensibilizzare l'opinione pubblica** sull'accessibilità economica, la sicurezza dell'approvvigionamento e la stabilità della rete derivanti dall'adozione di sistemi TES.



PREPARAZIONE DEL TCM

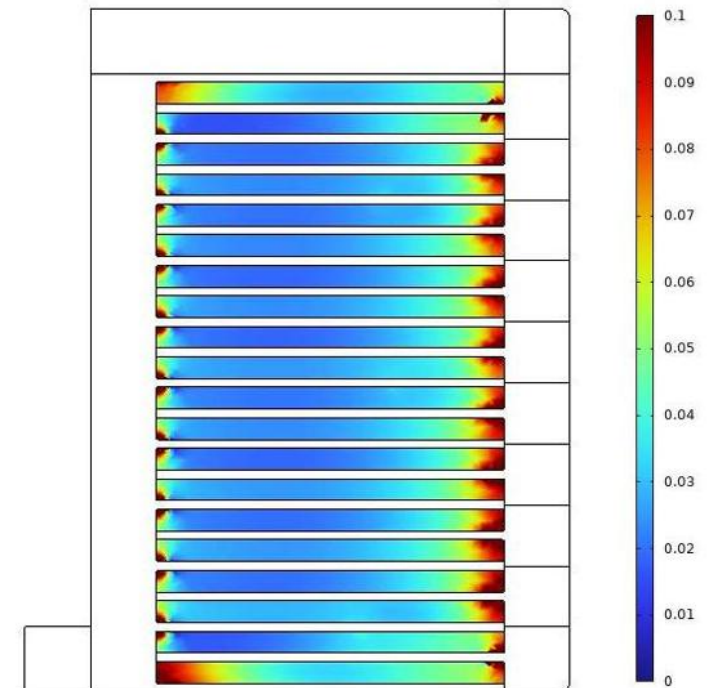


PREPARAZIONE SIM (salt in matrix)

- Preparazione soluzione di CaCl_2
- CaCl_2 e vermiculite in camera sotto vuoto
- Filtraggio eccesso soluzione satura
- Disidratazione in forno a $160\text{ }^\circ\text{C}$

Composizione finale

CaCl_2	83 %
Vermiculite	17 %

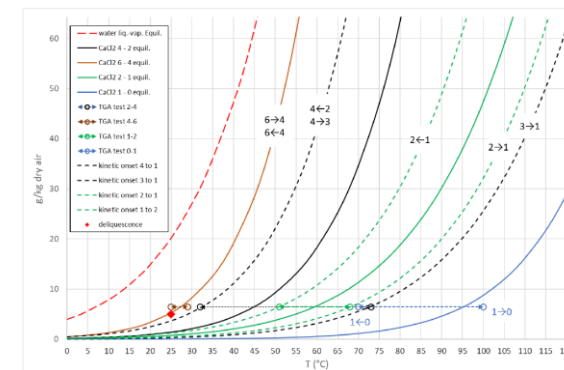
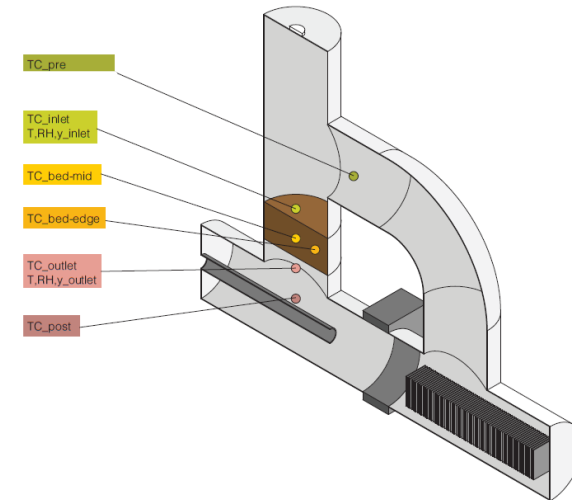
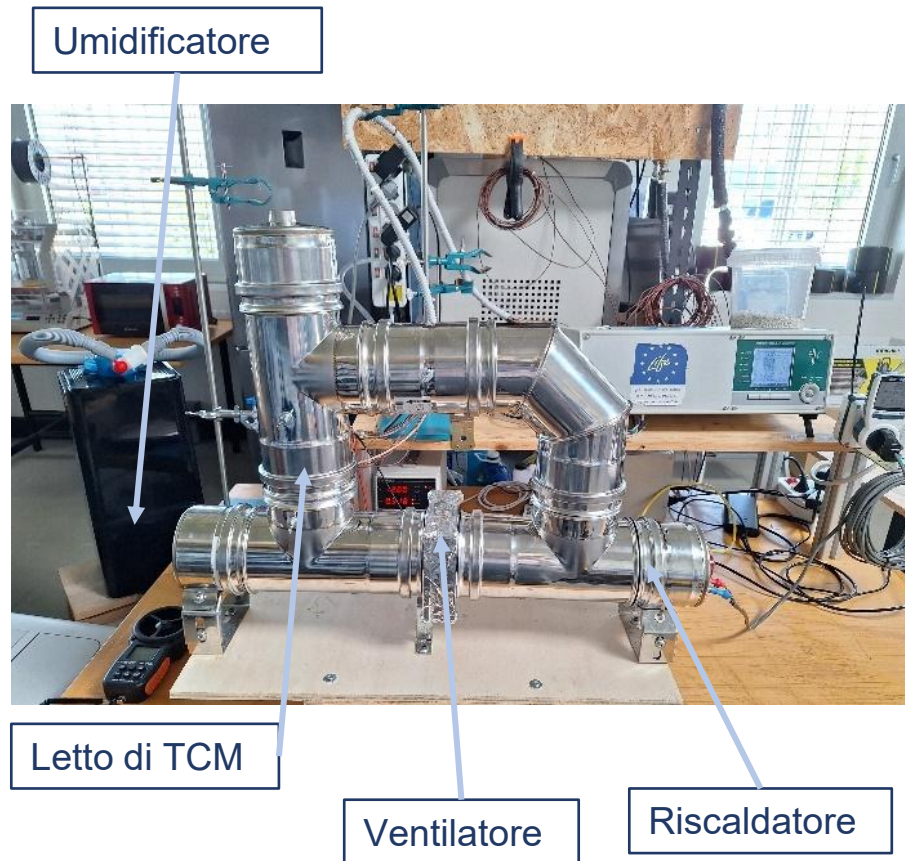


b



IL REATTORE A TCM

ECHO
EFFICIENT COMPACT MODULAR
THERMAL ENERGY STORAGE SYSTEM





3 DIMOSTRATORI

ECHO

EFFICIENT COMPACT MODULAR
THERMAL ENERGY STORAGE SYSTEM



Demo site 1 a **Padova**



Demo site nr.3 a **Putte**



Demo site No 2 a **Belgrade**



BARRIERE E SFIDE



LE PRINCIPALI BARRIERE

- **Efficienza del TCM** dopo diversi cicli di accumulo e rilascio di energia
- **Ottimizzazione** delle proprietà del **PCM**
- **Riduzione del volume** necessario per immagazzinare l'energia desiderata
- **Ottimizzazione delle tecnologie** impiegate nel TES (TCM, PCM, scambiatori di calore, pompa di calore, controllo elettronico, ecc.)
- **Controllo efficiente** per ottimizzare il funzionamento del TES
- **Riduzione dei costi** dei materiali e delle tecnologie impiegati
- **Barriere socio-economiche** da superare per la diffusione su larga scala delle soluzioni TES nel settore residenziale
- **Integrazione** delle soluzioni **TES** nelle **Comunità Energetiche**

LE PRINCIPALI SFIDE

- **Impatto ambientale ed economico** delle soluzioni TES
- **Trasferibilità delle soluzioni TES** a livello UE (anche considerando i vincoli geografici legati alle installazioni e alle prestazioni dei sistemi energetici integrati con TES)
- **Quadro normativo** e necessità di una **legislazione comune UE**
- **Opportunità di networking**
- **Ottimizzazione della produzione e dell'utilizzo di energia rinnovabile** con l'adozione di soluzioni TES
- Rilevanza della **disponibilità di materie prime** utilizzate per l'accumulo di energia nella gestione dell'energia



GRAZIE!

ECHO
EFFICIENT COMPACT MODULAR
THERMAL ENERGY STORAGE SYSTEM



Sergio BOBBO

Dirigente di Ricerca
CNR ITC

Corso Stati Uniti, 4 Padova
sergio.bobbo@itc.cnr.it

