

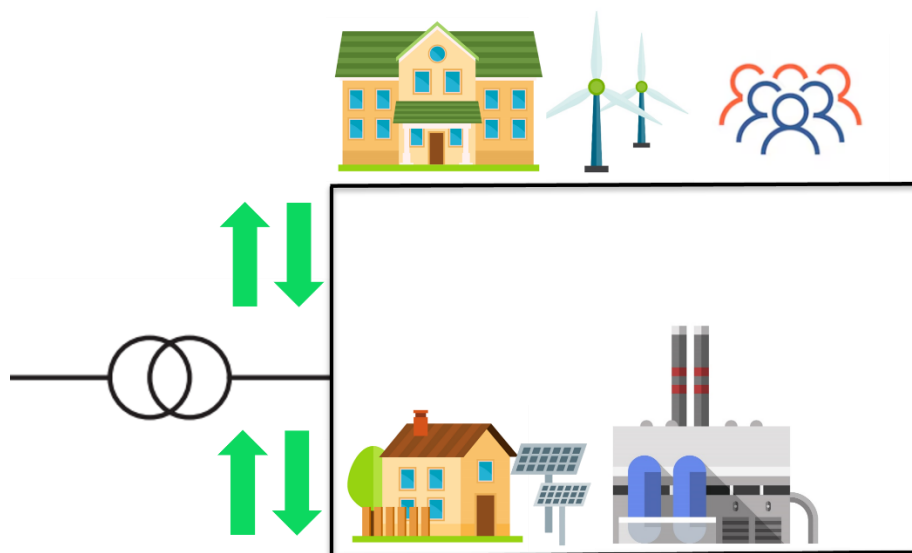


SACER

**Sviluppo ed integrazioni di Accumuli innovativi nelle
Comunità Energetiche Rinnovabili**



Caratterizzazione e gestione multi-livello di **Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) di seconda generazione** e **Gruppi di Autoconsumo (GAC)** con il fine di massimizzare lo scambio di energia elettrica e termica tra i *prosumers*



VANTAGGI PER L'ECOSISTEMA URBANO

- Benefici ambientali, economici e sociali per la comunità
- Produzione, condivisione e accumulo energia rinnovabile tra i membri
- Diffusione fonti rinnovabili, riduzione gas serra, indipendenza energetica
- Massimizzazione risparmi ed efficienza energetica testando nuove logiche di gestione dei flussi energetici

Il progetto SACER nasce dall'esigenza di promuovere **lo sviluppo di CER e GAC di nuova generazione** sul territorio dell'Emilia Romagna. Tali comunità sono di particolare interesse considerando la diffusione delle reti di teleriscaldamento urbano nella regione

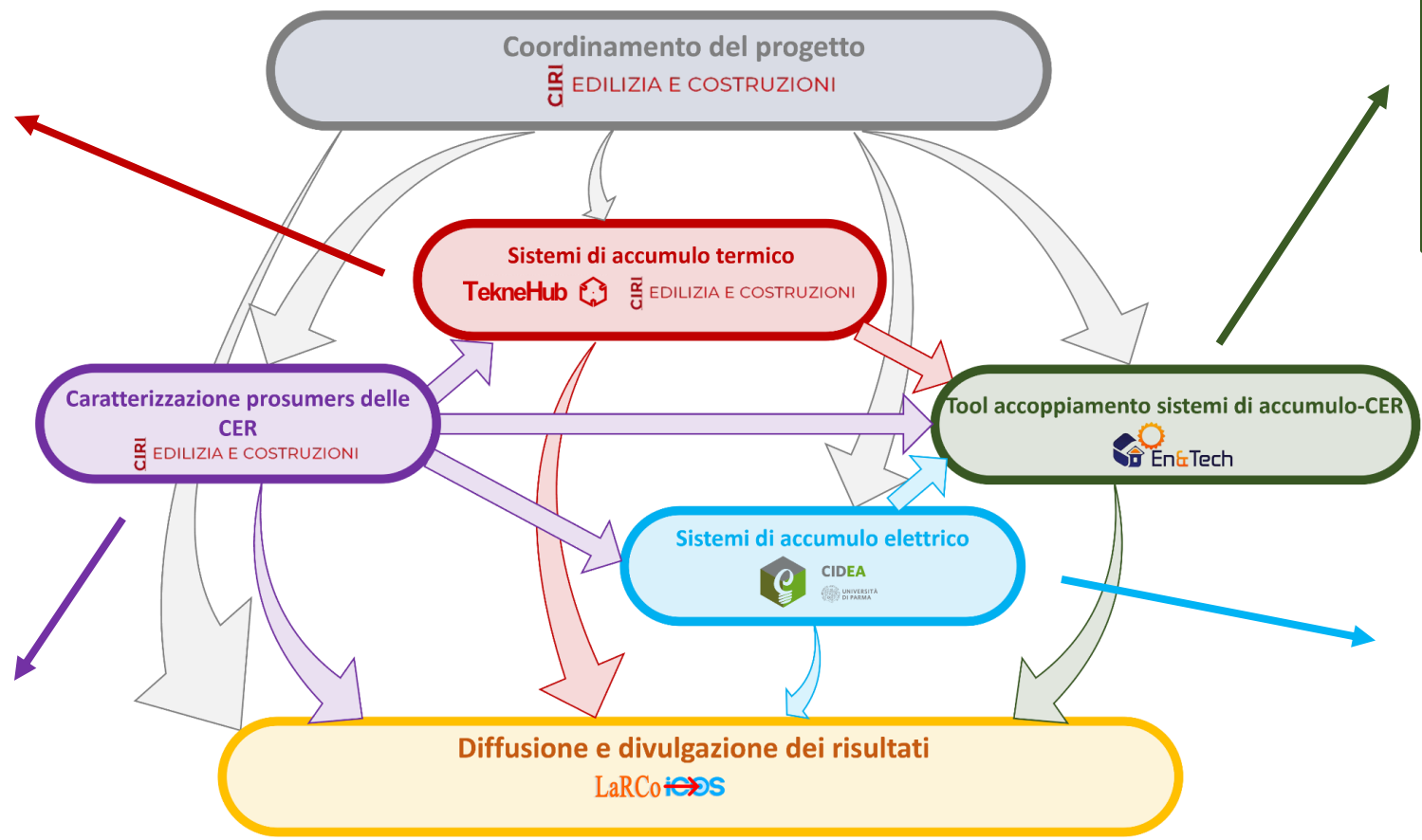
L'estensione delle nuove CER favorirà la **simbiosi** tra distretti industriali, dove sono presenti cascami termici, e ambiente urbano

Si stima che entro 5 anni dalla conclusione del progetto verranno realizzate **20 CER di nuova generazione** con valorizzazione dell'energia termica condivisa



Analisi e caratterizzazione di sistemi di accumulo termico innovativi con **TCM** e **PCM** tramite l'esecuzione di test sperimentali durante le fasi di carica e scarica







Definizione dei **profili di consumo** di energia elettrica e termica di diverse tipologie di utenze partendo da reali consumi forniti dai diversi partners del progetto



Realizzazione di un **applicativo IT** per simulare e gestire in maniera efficiente una CER/GAC valutando le prestazioni dei sistemi di accumulo innovativi e collezionando i dati relativi ai profili orari dei consumi

Parametrizzazione delle performance di **sistemi di accumulo elettrico** e la loro disposizione ottimale all'interno della rete. Valorizzazione del calore recuperato dal raffreddamento di accumuli elettrici



- 
 Ottimizzazione della «**resa energetica di distretto**» mediante la gestione dei flussi energetici dei *prosumers*
- 
 Prototipazione di serbatoi di accumulo termico innovativi basati su **materiali a cambiamento di fase (PCM)** e **termochimici (TCM)** da utilizzare in abbinamento con pompe di calore
- 
 Determinazione di **profili orari** di consumo/produzione di energia elettrica e termica tipici per diverse tipologie di utenze rappresentative di una CER
- 
 Ottimizzazione della gestione del **surplus di energia elettrica** all'interno di una CER/GAC, mediante l'utilizzo di batterie elettriche e pompe di calore
- 
 Recupero del **calore di scarto**, tipico sottoprodotto dai distretti industriali
- 
 Realizzazione di un **applicativo IT** ad accesso libero che consenta di simulare le prestazioni di una CER e di fornire indicazioni per ottimizzarne l'efficienza

L'azienda è stata costituita il **28 aprile 2010** per volontà di quattro aziende del territorio imolese: **Con.Ami, Sacmi, Cti e Cefla**.



Bryo S.p.A. realizza **soluzioni innovative** per **produrre energia elettrica da fonti rinnovabili e assimilate**; primariamente nel settore fotovoltaico attraverso impianti in copertura, a terra e su bacini galleggianti, successivamente (con la costituzione di **Agribryo** nel 2012) nella realizzazione e gestione di impianti a biogas.

In conformità alla norma UNI CEI EN 11352:2010 Bryo S.p.A. si certifica come **E.S.Co.** (Energy Service Company) nel 2013, iniziando il suo percorso integrato di certificazioni volontarie che prevede anche la UNI CEI EN 9001 e UNI CEI EN 14001, ed è in possesso di certificazione SOA.

Negli anni Bryo ha investito sulle energie rinnovabili e ad oggi possiede diversi MWp di fotovoltaico, 1 MWp di biogas e 180 kWp in impianti di cogenerazione.

Bryo S.p.A. vuole affermarsi sul mercato locale, attraverso la realizzazione negli anni di **progetti** sempre più **innovativi**, che sfruttino tecnologie all'avanguardia.

Il desiderio dell'azienda è quello di coinvolgere imprenditori locali ed amministrazioni pubbliche in progetti che realizzino una vera transizione energetica, al fine di cooperare per poter condividere energia pulita.

COSA CI PROPONIAMO DI FARE



PRODUTTORE TERZO

Sviluppo, autorizzazione e costruzione di diversi impianti FTV nell'ambito di diverse configurazioni.

Agendo su più cabine primarie coinvolgendo i comuni del Con.Ami. e della Romagna;



REFERENTE PER IL GSE

Bryo come **E.S.Co.** (Energy Service Company) **Certificata** gestisce la CER che si apre a nuovi soci, quindi a tutte le imprese / cittadini / enti del terzo settore del territorio del Nuovo Circondario Imolese.

Il progetto sulle CER è iniziato nel corso del **2021**, con una pipeline di riferimento avente l'obiettivo di sviluppare configurazioni su più cabine primarie tra i Comuni del Con.Ami. e della Romagna.

Ad oggi sono stati già realizzati e allacciati impianti per oltre **2,3 MWp** già inseriti all'interno di configurazioni CER:



Impianto fotovoltaico galleggiante da 99 kWp a Imola



Impianto fotovoltaico da 905,58 kWp su magazzino di Imola



Impianto fotovoltaico da 808 kWp a Savarna



Repowering impianto da 108 kWp sull'Autodromo di Imola



Impianto SEU da 437 kWp a Castel S. Pietro Terme

Nel **2011**, Bryo realizzò un impianto fotovoltaico galleggiante presso un bacino di Bubano, costituito in area di ex-cava.

L'impianto, che al tempo fu **l'impianto galleggiante più grande d'Europa** era costituito da cinque isole galleggianti della potenza di circa 100 kWp ciascuna, per un totale di **496,8 kWp occupa** una superficie complessiva di **5.550 mq**.

Dopo più di 13 anni la produzione si è mantenuta in linea con quanto previsto in fase di progettazione, confermando le **potenzialità della tecnologia galleggiante**.



La **valorizzazione delle aree disponibili** sui bacini costituiti su ex cave per l'installazione di impianti fotovoltaici è fondamentale per progredire nella **transizione energetica** del territorio verso fonti rinnovabili.

Nel **2025** Bryo S.p.A. ha realizzato un intervento di **revamping** e **repowering** dell'impianto esistente portando la potenza complessiva a **900 kWp**.

Con il duplice obiettivo di:

- **Ammodernare l'impianto** con una tecnologia più performante rispetto a quella installata nel 2011.
- Liberare spazio sulle strutture galleggianti per permettere di l'installazione di una nuova sezione di **ulteriori 400 kWp** con moduli fotovoltaici di ultima generazione che verrà inserito all'interno di una **Comunità Energetica Rinnovabile** per un comune come quello di Bubano.



Le **pensiline fotovoltaiche** sono progettate per fornire **protezione** dai raggi solari e dalle intemperie ai veicoli parcheggiati, mentre allo stesso tempo sfruttano l'energia solare per **produrre elettricità pulita e rinnovabile**.

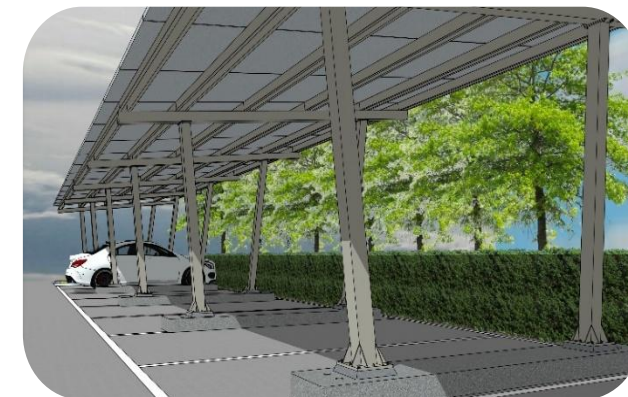
Queste coperture fotovoltaiche offrono numerose **applicazioni smart** negli ambienti urbani, inclusi i parcheggi di centri commerciali, ospedali, uffici e altre strutture.

Nel caso specifico nei parcheggi degli **ospedali**, non solo offrono protezione ai veicoli dei pazienti e dei visitatori, ma possono fornire anche energia per alimentare le apparecchiature mediche e le strutture ospedaliere, contribuendo **all'indipendenza energetica** e riducendo al contempo i costi energetici e l'impatto ambientale.

Parcheggi Pubblici/Privati:

- **Protezione** per veicoli.
- **Generazione di energia pulita** che può essere autoconsumata in loco.
- Possibile installazione di **stazioni di ricarica** per veicoli elettrici.

Marketing volto alla **sostenibilità ambientale** che contribuisce a dare **un'immagine green** ed incentivare la diffusione delle energie rinnovabili.



Nel corso del 2026 Bryo realizzerà **due impianti fotovoltaici** da circa **350 kWp** ciascuno, comprensivi di **sistemi di accumulo** con capacità da oltre **520 kWh** l'uno, presso due parcheggi nel Comune di Imola.

1. Infrastruttura e Servizi

Realizzazione di impianti fotovoltaici su pensiline nei parcheggi di **Via Aspromonte** e **Via Cà di Guzzo**.

- **Comfort:** Protezione degli stalli di sosta dagli agenti atmosferici.
- **Mobilità Elettrica:** Integrazione di **colonnine di ricarica** per veicoli elettrici, alimentate direttamente dall'energia solare prodotta in situ.

2. Tecnologia e Ottimizzazione

- **Sistemi di Accumulo:** Batterie dedicate per stoccare l'energia in eccesso e garantire la ricarica dei veicoli e la condivisione energetica anche in assenza di sole.
- **Condivisione Intelligente:** Ottimizzazione dei flussi energetici per massimizzare i benefici della Comunità Energetica.

3. Integrazione nella Comunità Energetica (CER)

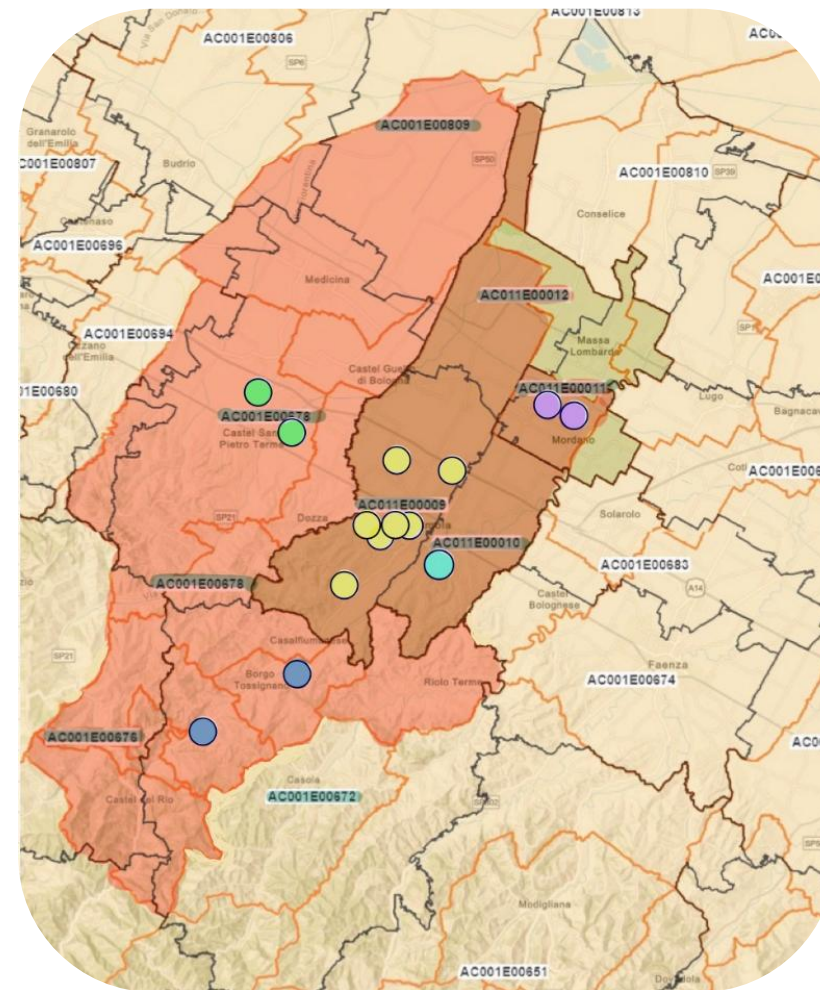
Gli impianti verranno inseriti all'interno della **CER Cooperativa Circondario Imolese**:

- **Configurazione:** già attiva "Imola Ortignola" (Cabina Primaria AC011E00009).
- **Obiettivo:** Produrre, consumare e condividere energia rinnovabile a livello locale.



**OBIETTIVO 20 MWp complessivi
(CON INVESTIMENTO DIRETTO DI BRYO) nel 2025-2028**

Impianto	Cabina Primaria	Potenza impianto [kWp]	Stato configurazione
Pieve di Sant'andrea	AC011E00009	99	Attiva
Imola Ovest		905	Attiva
Imola Ovest		1000	Programmata
Imola Ovest		350	Programmata
Imola Ovest		350	Programmata
Castel San Pietro	AC001E00678	437	In Attivazione
Castel San Pietro		1000	Programmata
Imola Est	AC011E00010	108	In Attivazione
Bubano	AC011E00011	447	In Attivazione
Mordano		339	Programmata
Fontanelice	AC001E00672	78	Programmata
Borgo Tossignano		986	Programmata
TOTALE		6.099	



Grazie per l'attenzione

Bryo S.p.A.

Via Selice, 84/A, Imola (BO)

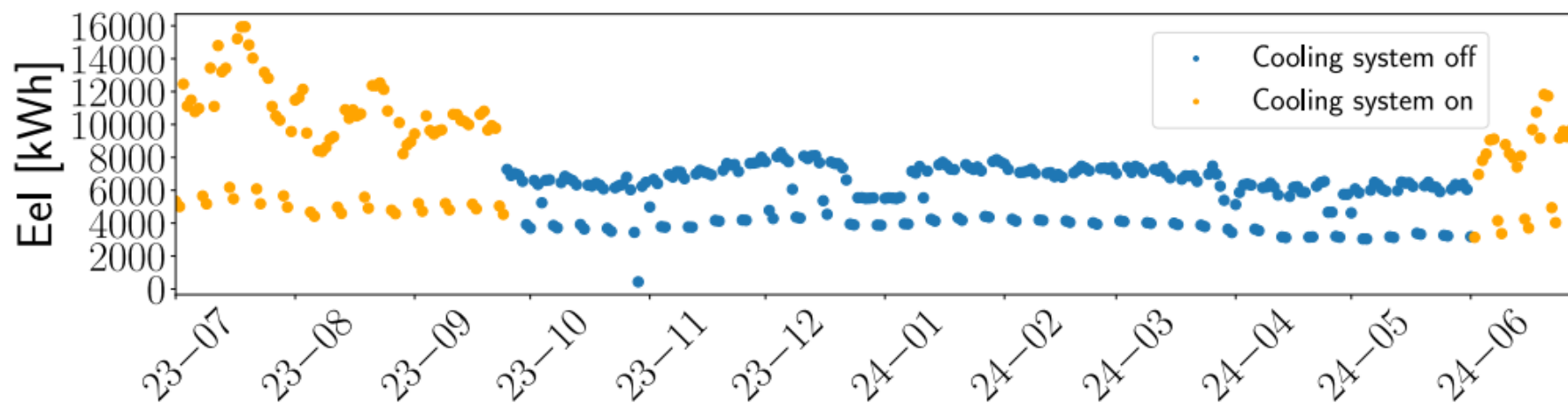
MAIL: Info@Bryospa.it

SITO WEB: <https://www.bryo-spa.it>

FACEBOOK: <https://www.facebook.com/Bryospa>

LINKEDIN: <https://www.linkedin.com/company/bryospa>

L'obiettivo è l'analisi dei **profili di consumo** e **produzione** di diversi utenti tipici all'interno di una Comunità Energetica Rinnovabile (CER). Questa analisi è basata su edifici della **pubblica amministrazione** (ad esempio l'Università di Bologna) e sugli edifici delle industrie **partner** di questo progetto. I risultati di questa analisi saranno utilizzati come parametri di **input** all'interno dello strumento di modellazione per la simulazione delle CER e delle GAC.

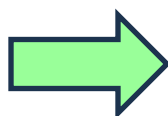


Raccolta Dati (WP2)

Producer

Consumer

Prosumer

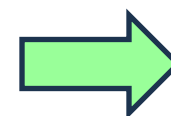


Dati di consumo a disposizione dell'utente

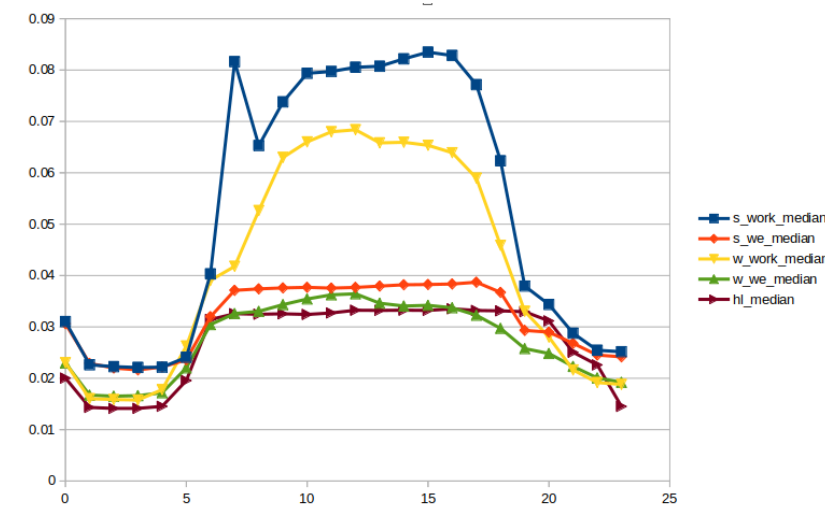
- Dati orari/sub-orari
- Dati mensili (bollette)
- Nessun dato di consumo



Grado di dettaglio
decescente



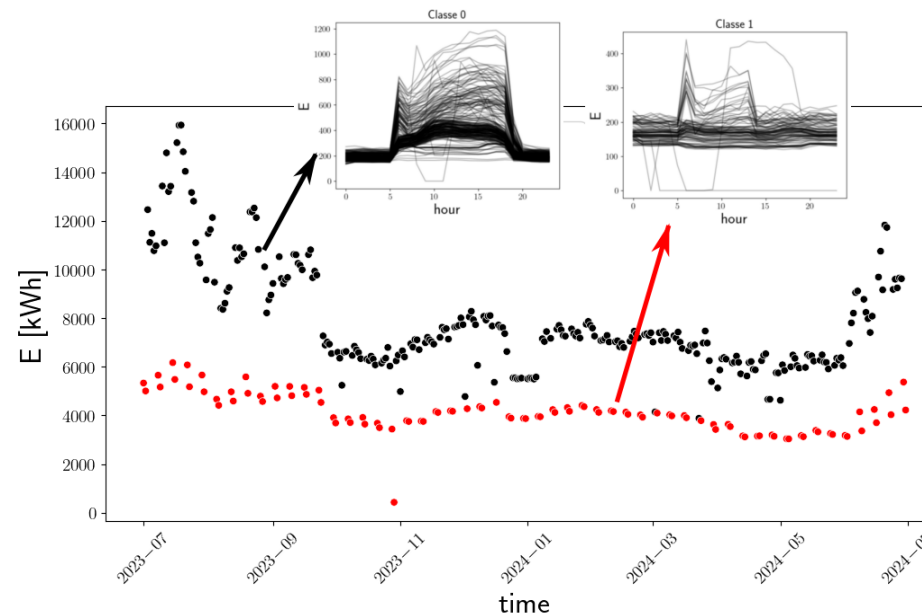
Profili tipo



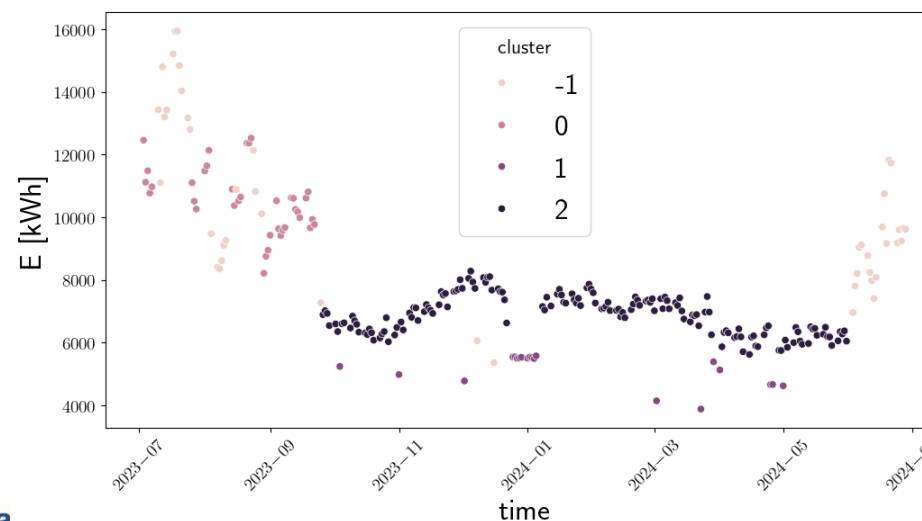
Per individuare le giornate tipo a partire dai dati di consumo sub-orari si utilizza un approccio di Machine Learning non supervisionato: Self-Organizing Maps (SOM).

Le SOM individuano automaticamente pattern di consumo simili e vengono applicate in due fasi:

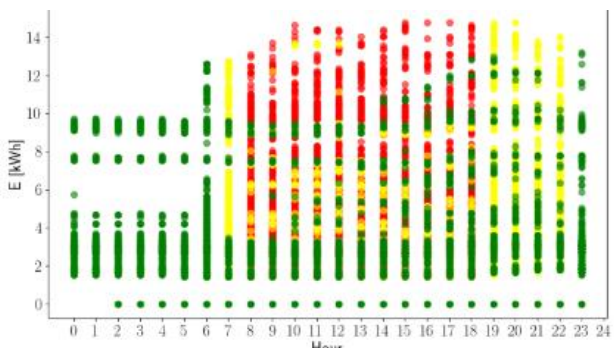
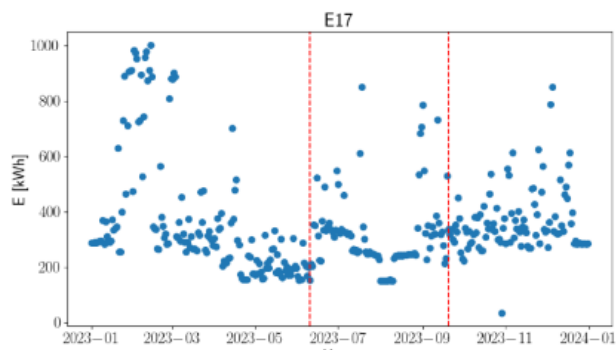
- separazione tra giorni con consumi costanti e variabili
- successiva analisi dei comportamenti dei diversi giorni tipo con consumo variabile, per mezzo dell'algoritmo HDBSCAN



Primo step



Secondo step
(SOM+HDBSAC)



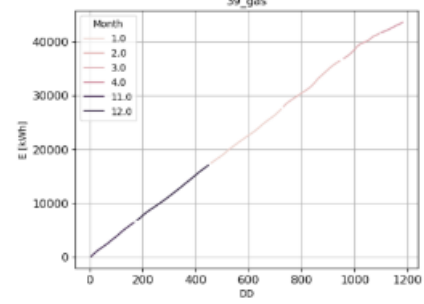
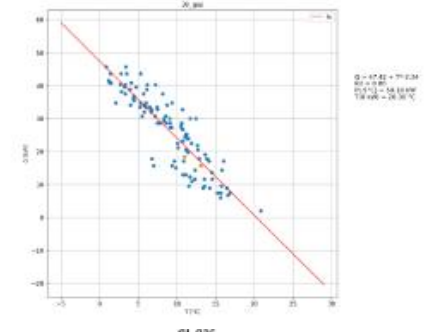
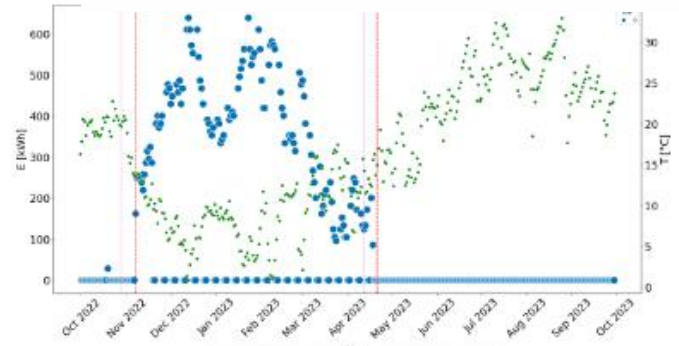
- F1
- F2
- F3

Ripartizione dei consumi aggregati su queste curve

Misure energetiche reali di edifici campione



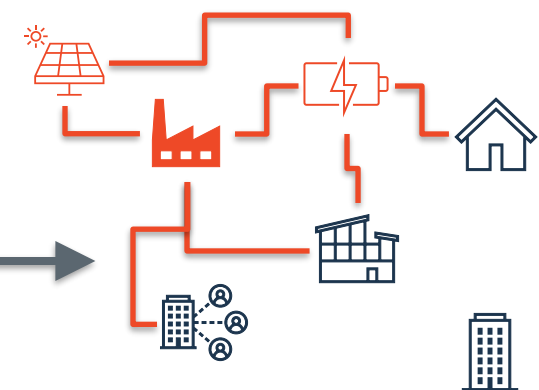
Profili rappresentativi per diverse tipologie di prosumers/consumers (residenziale, ufficio, cinema, edificio scolastico...)





**Soluzioni
Disponibili sul
Mercato**

Simulazione
AS-IS
Performance
Economica

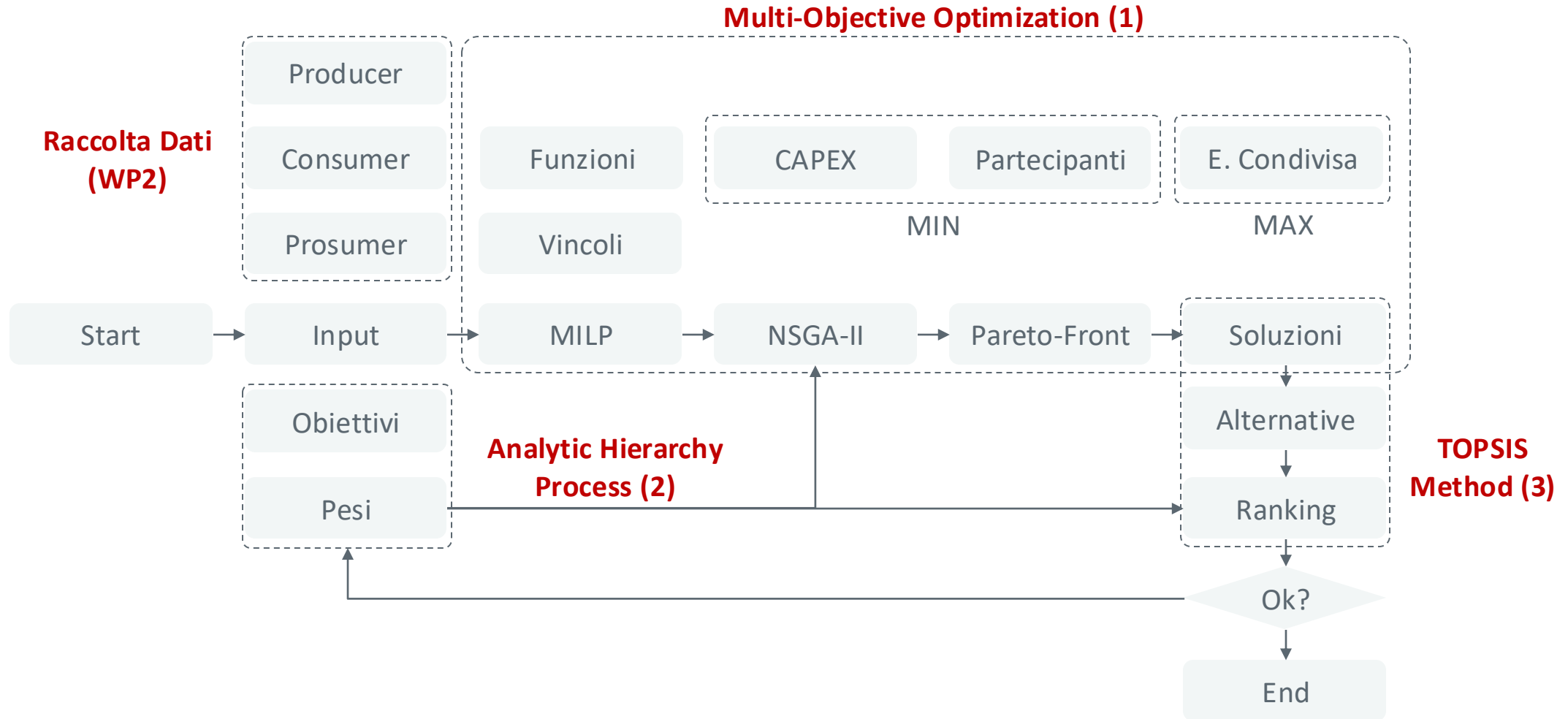


Multiple TO-BE

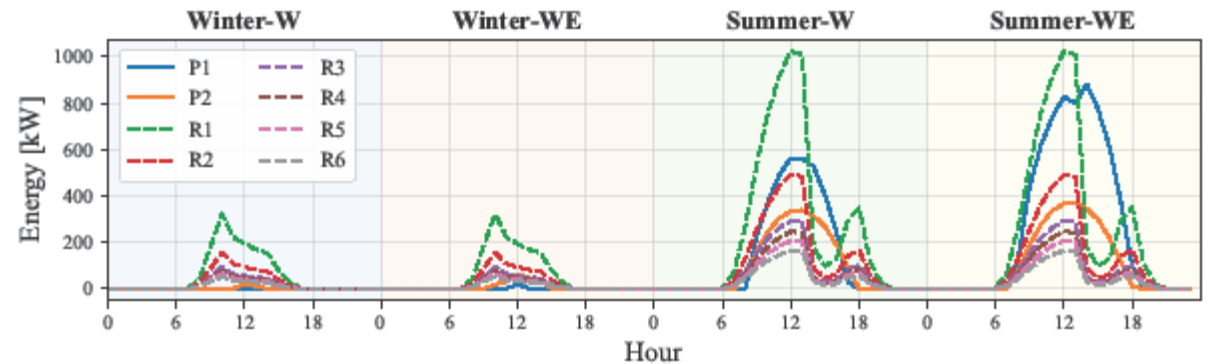
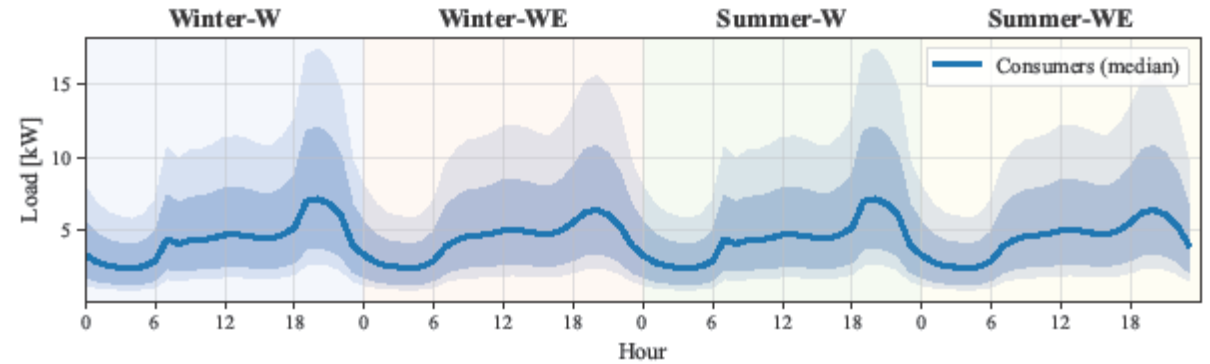
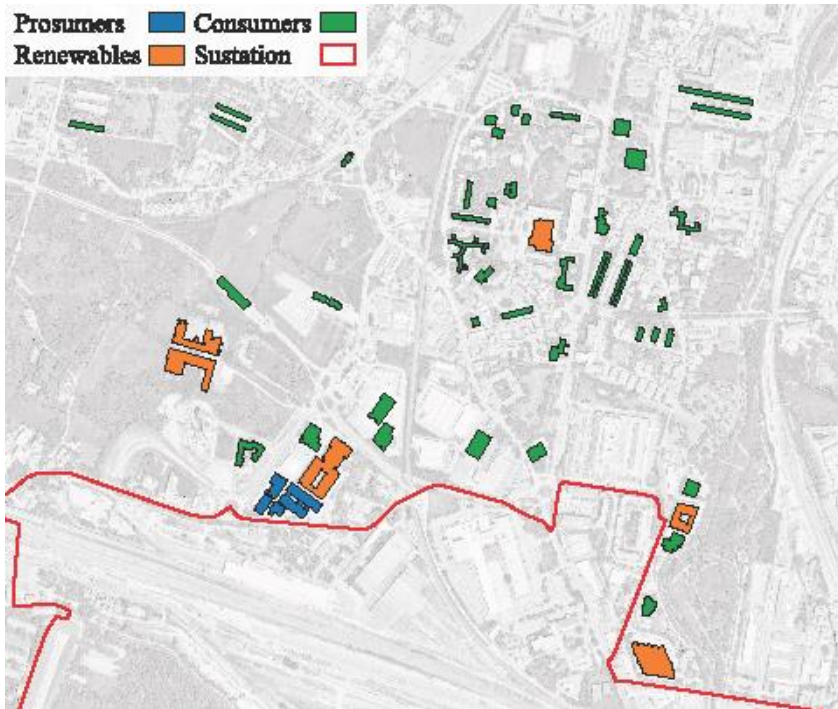
Ricerca Ottimo

Nuovi Impianti

Miglior Fit



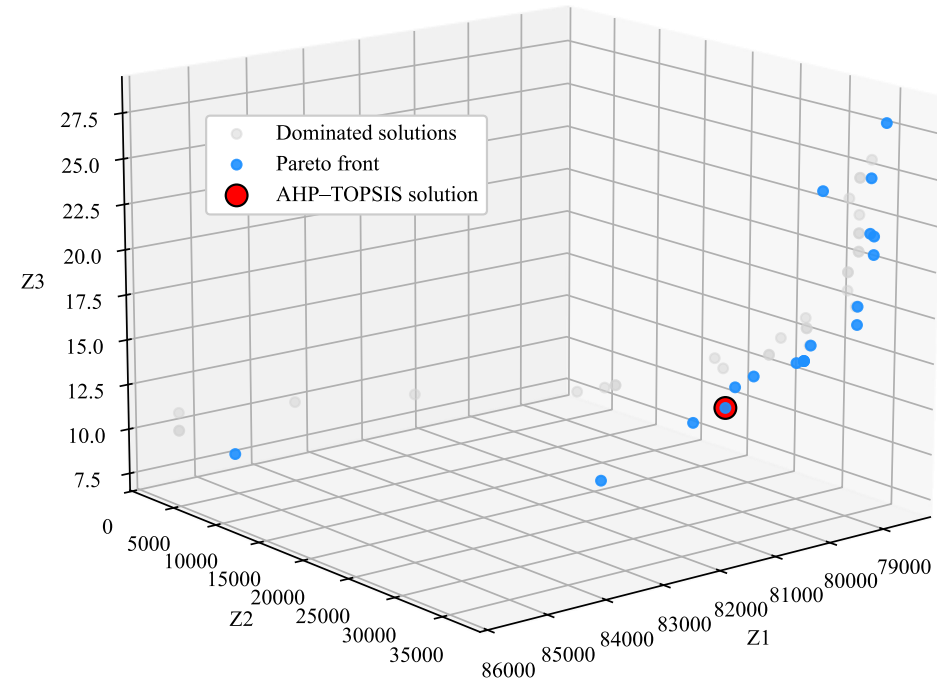
Caso studio su una CER urbana a Bologna con consumatori residenziali (50), un prosumer pubblico e impianti FV (6) con accumulo (3).



Ogni punto è una configurazione possibile della comunità.

Riducendo i costi si perde energia condivisa, mentre aumentando i partecipanti il beneficio individuale si erode.

Il valore del metodo è che non impone una soluzione unica, ma rende espliciti i compromessi.

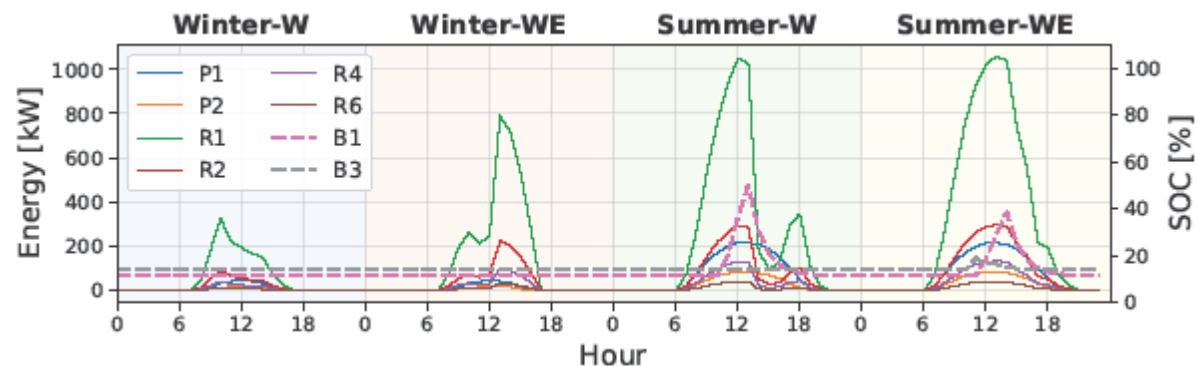
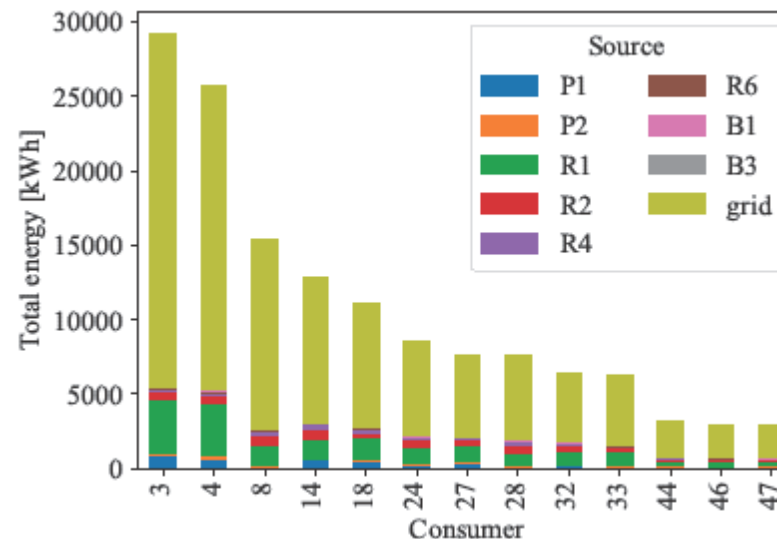


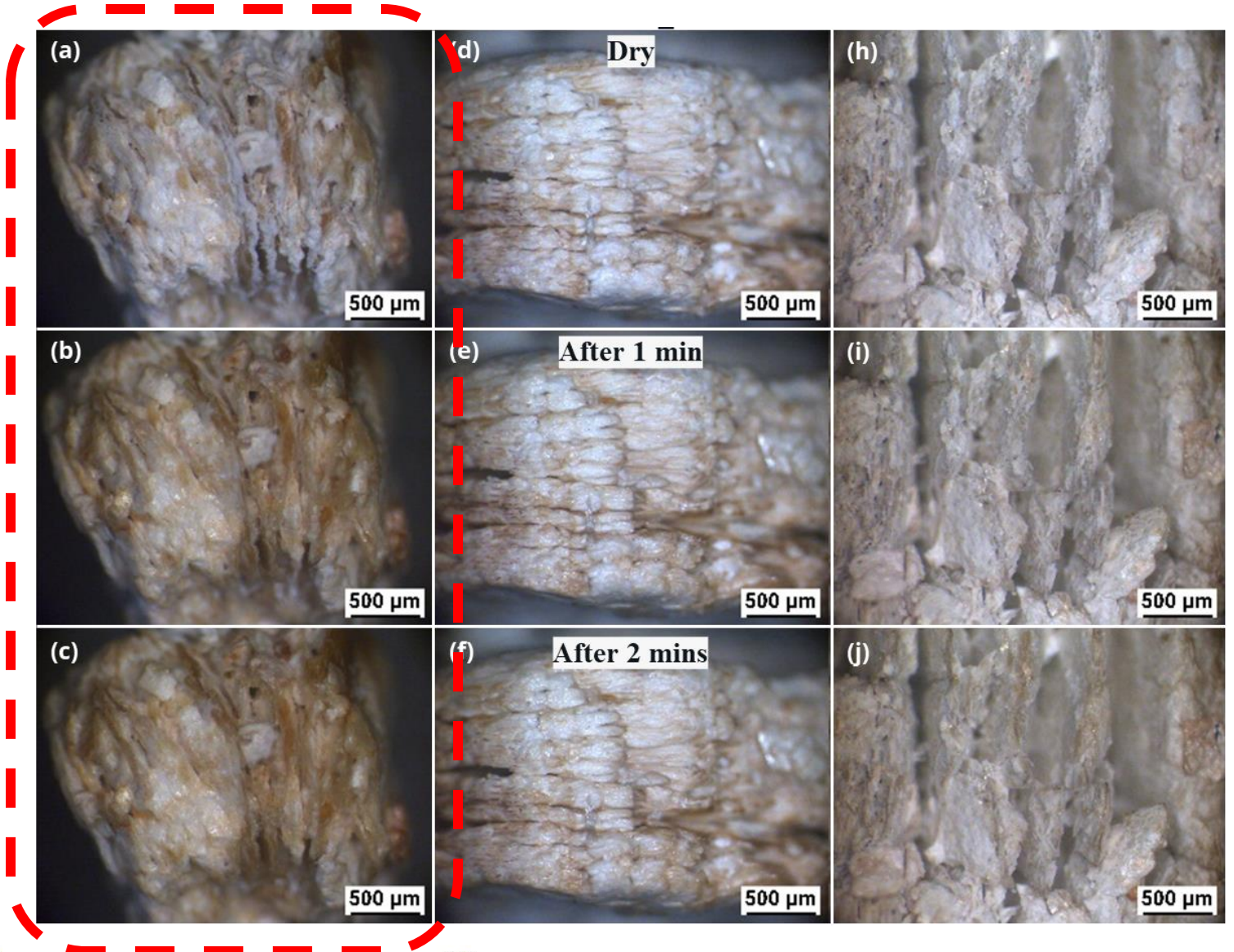
Soluzione di compromesso selezionata

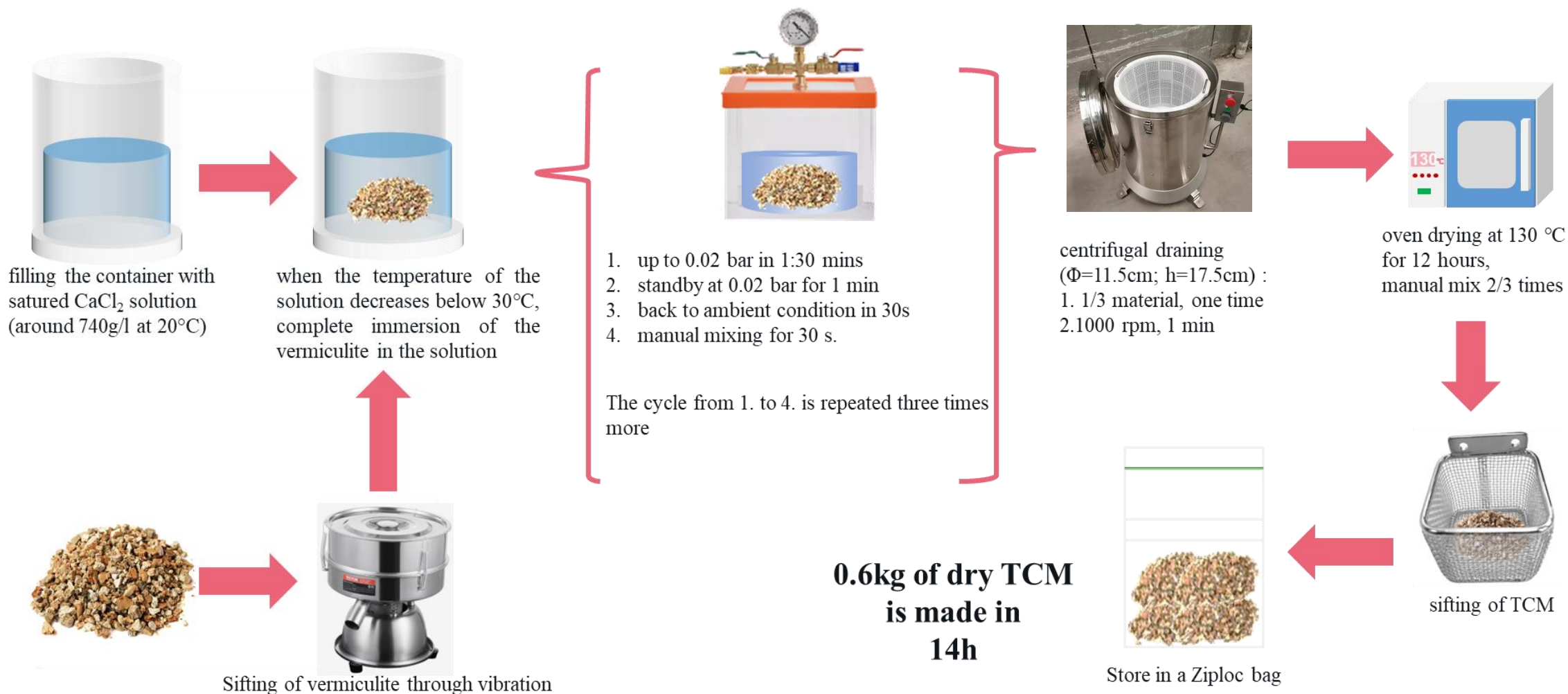
- 13 consumatori attivi
- Energia condivisa: ~31.5 MWh/anno
- Domanda coperta localmente: ~22–23%

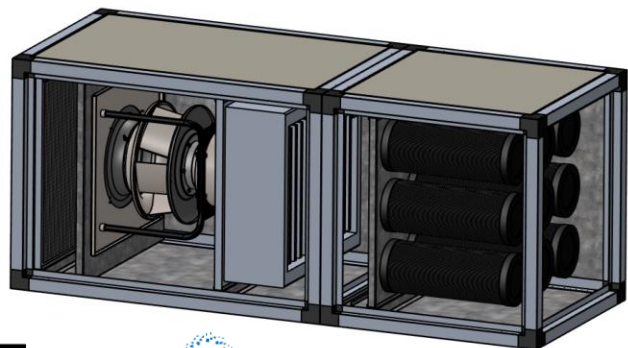
Il costo si colloca in una fascia intermedia del fronte, evitando sia soluzioni poco efficaci sia configurazioni troppo costose.

È un risultato quantitativamente bilanciato, coerente con le preferenze degli stakeholder ($w_1=0.5$, $w_2=0.3$, $w_3=0.2$)



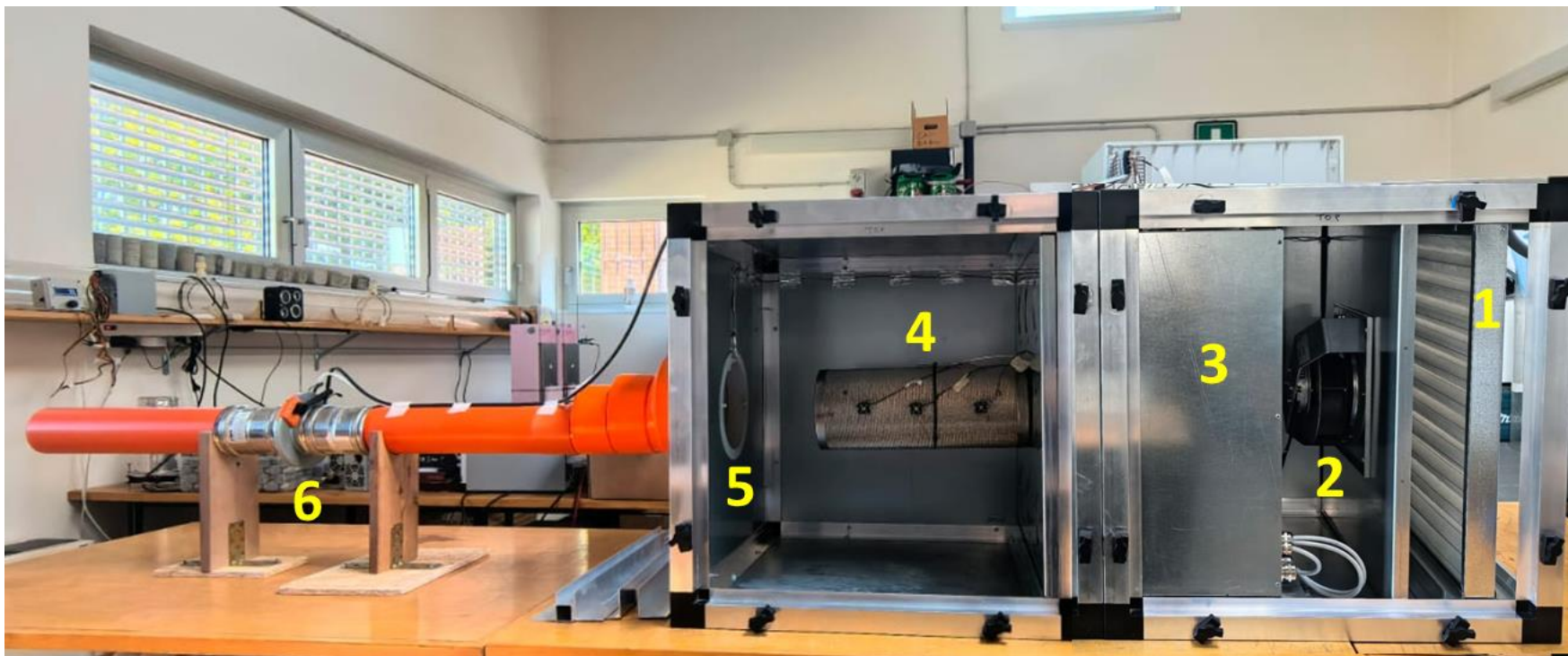






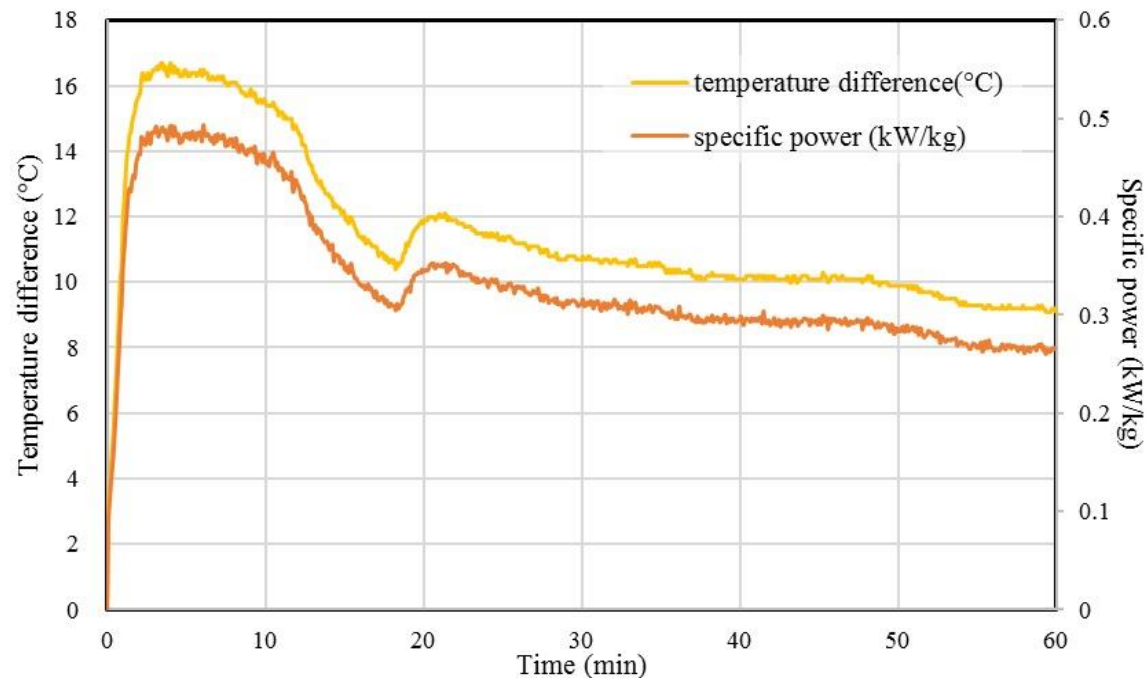
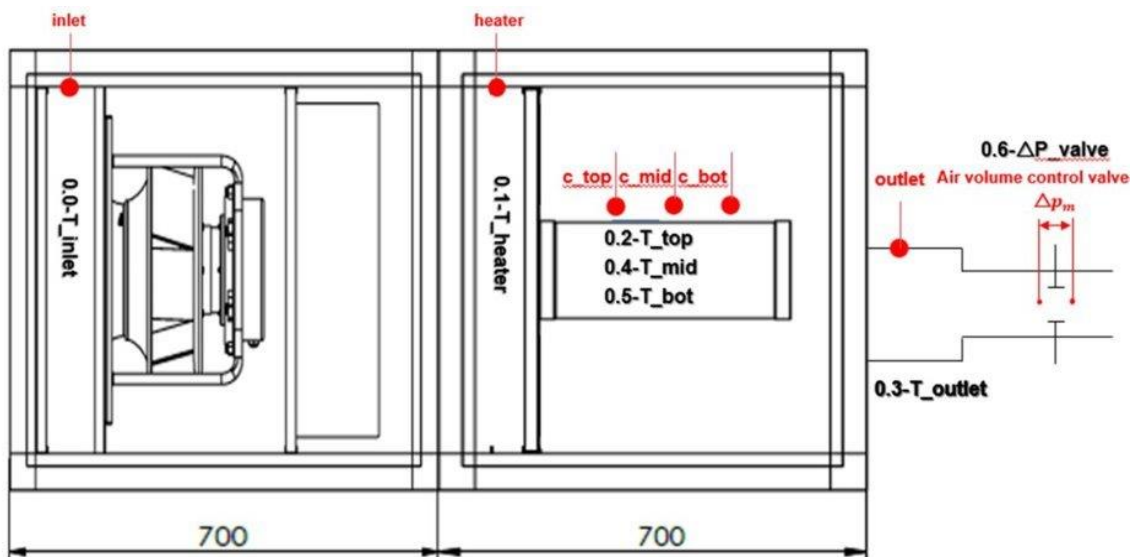
Materiale contenitore	AISI 304
H	40 cm
D1	10 cm
D2	16 cm
Volume TCM singolo contenitore	4,9 dm ³
Densità TCM	362 kg/m ³
Massa TCM	1.8 kg



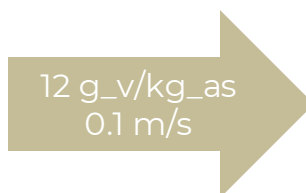


1. Filtro (ingresso)
2. Ventilatore
3. Resistenze elettriche
4. Cilindro TCM
5. Uscita
6. Sonda velocità





N. contenitori	1
Massa totale TCM	1.8 kg
Potenza complessiva (12g_v/kg_as)	0.31 kW



N. contenitori	9
Massa totale TCM	16 kg
Potenza complessiva (12g_v/kg_as)	5.0 kW

1h di idratazione di una cartuccia (1.8kg) necessita di 2-3h di disidratazione (85°C, 1.67kW/kg)

Parametrizzazione delle prestazioni energetiche di sistemi di accumulo termico latenti, contenenti PCM incapsulati, mediante prove sperimentali su un prototipo di serbatoio

Sistemi di accumulo termico:

- **sensibile**: riscaldamento o raffreddamento del mezzo di accumulo del calore (acqua liquida)
- **latente**: transizione di fase del mezzo di accumulo del calore (solido/liquido e viceversa)

ACCUMULO SENSIBILE



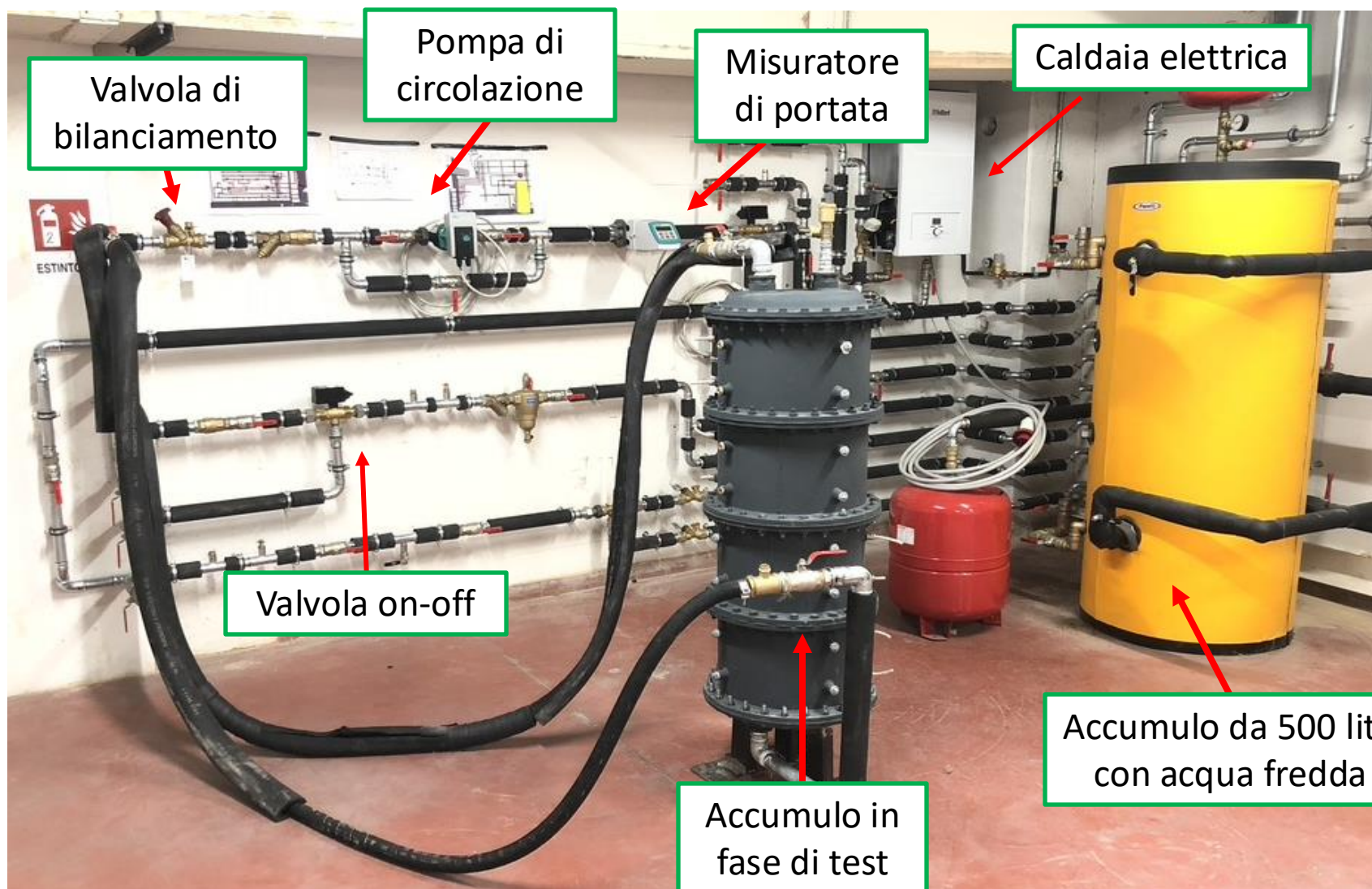
ACCUMULO LATENTE



STESSA ENERGIA IMMAGAZZINATA: INGOMBRI MINORI

Uso di Materiali a cambiamento di fase (**PCMs, Phase Change Materials**) micro-incapsulati e macro-incapsulati





Valvola di bilanciamento

Pompa di circolazione

Misuratore di portata





Caldaia elettrica

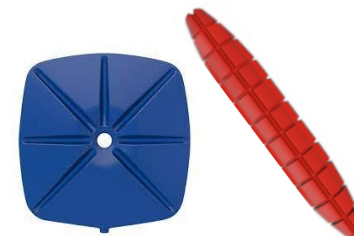
Valvola on-off

Accumulo in fase di test

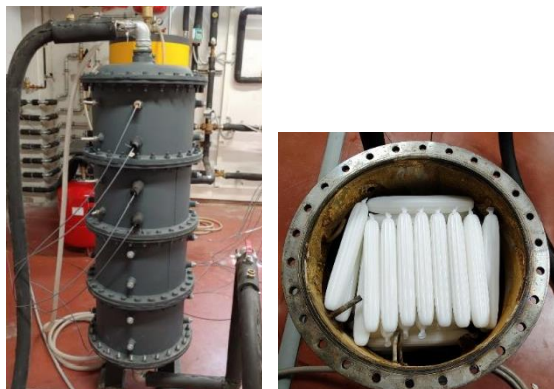
Accumulo da 500 litri con acqua fredda

📍 Laboratorio di Fisica Tecnica, Università di Bologna

-  Selezione dei materiali a cambiamento di fase ottimali per lo sviluppo di accumuli termici: **ATS50** e **ATS31** (sali idrati, PCM inorganici con elevate prestazioni)
-  PCM inseriti all'interno di capsule in polietilene ad alta densità di forme diverse (**HeatSel** e **HeatStixx L** realizzati da **kraftBoxx GmbH**)
-  Svolgimento di prove sperimentali al variare delle condizioni operative del fluido termovettore (acqua), in termini di portata in massa e temperatura in ingresso
-  Analisi comparativa delle prestazioni termiche dell'accumulo latente con un equivalente accumulo sensibile (contenente sola acqua) al fine di quantificare il miglioramento ottenibile grazie ai PCM

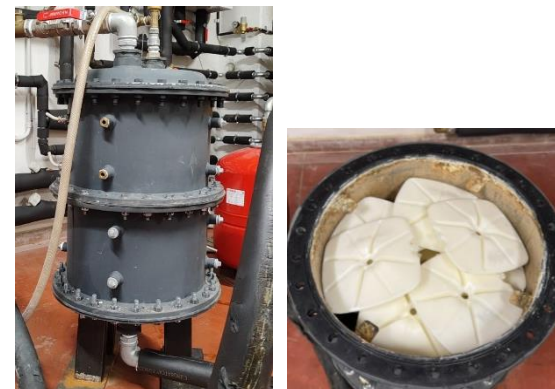


1° Configurazione



Prototipo di **145 litri** contenente **200 HeatStixx L di ATS31 (31%vol)**

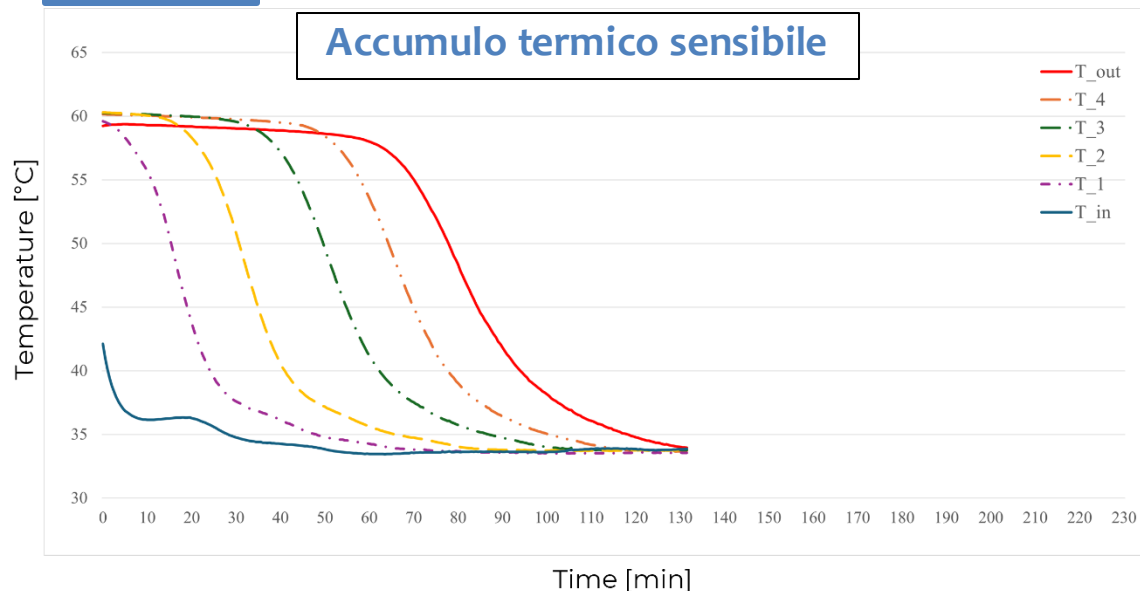
2° Configurazione



Prototipo di **76.5 litri** contenente **56 HeatSel di ATS50 (30%vol)**

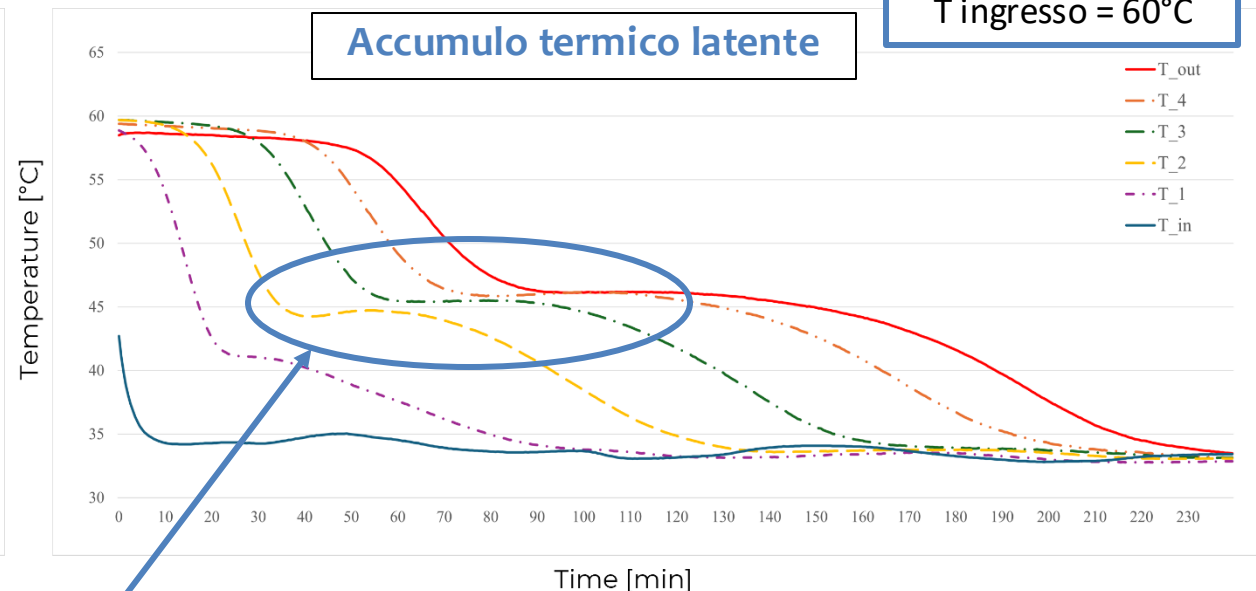
ATS 50

Accumulo termico sensibile



60 kg/hr (0.8 vol/hr)
T ingresso = 60°C

Accumulo termico latente



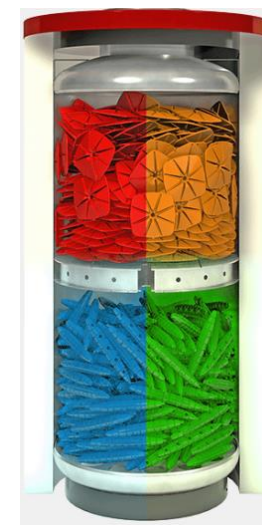
Curve a temperatura costante nell'intervallo di solidificazione del PCM (43-47 °C)

- KPI:**
- Durata del processo, Δt_D [min]
 - Energia termica rilasciata, $Q_{TOT,D}$ [kWh]
 - Potenza termica media, $\dot{Q}_{TOT,D}$ [W]

	Δt_D [min]	$Q_{TOT,D}$ [kWh] (±12.3%)	$\dot{Q}_{TOT,D}$ [W] (±12.3%)
STES	132	2.4	1098
LTES	240 (+82%)	3.6 (+50%)	902 (-18%)



- ✓ La capacità del PCM di immagazzinare sia il calore sensibile che quello latente influenza fortemente le prestazioni termiche del sistema
- ✓ **La capacità di accumulo aumenta fino al 90%** se si considera un accumulo termico latente rispetto ad un accumulo termico sensibile a parità di volume
- ✓ **A parità di energia immagazzinata, le dimensioni di un accumulo latente si riducono fino al 50%** rispetto alle dimensioni di un accumulo sensibile

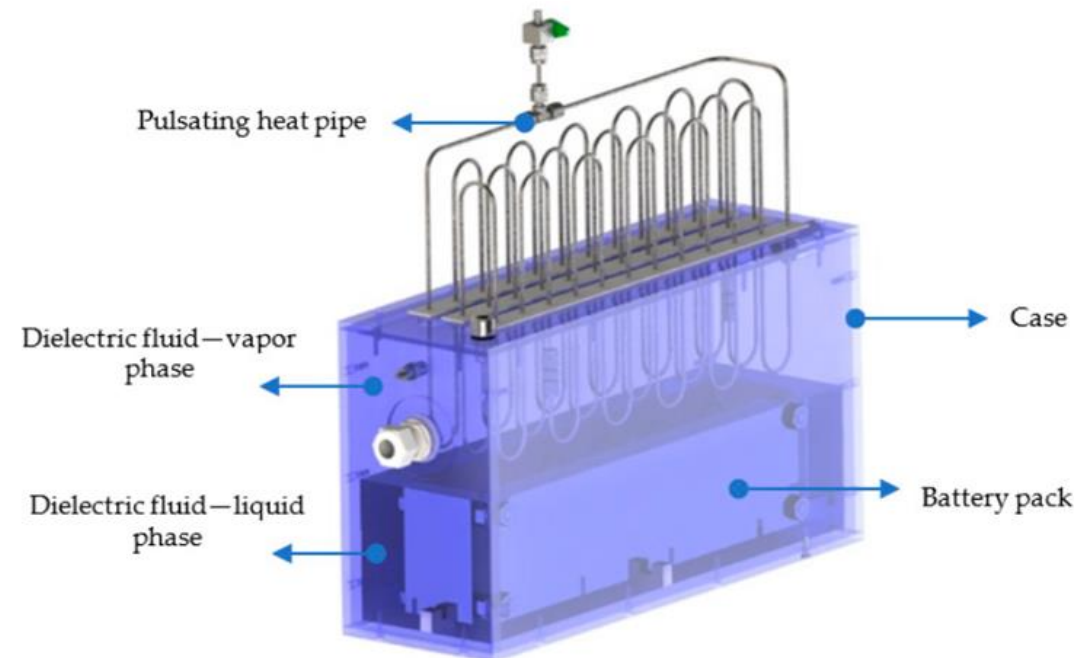


- ✗ **La durata della fase di scarica aumenta fino al 100%** a causa della minore conducibilità termica del PCM e dell'aumento della densità di energia, **riducendo fino al 30% la potenza termica media**: campagne sperimentali in atto per determinare condizioni operative ottimali



- Principali risultati ottenuti
 - ✓ Sistemi di accumulo centralizzati
 - Ottimizzazione della gestione dell'energia in eccesso su scala comunitaria
 - Miglioramento degli indici di performance delle CER
 - **Impatto economico significativo**
 - ✓ Sistemi di accumulo localizzati
 - Maggiore autonomia energetica per ciascun edificio
 - Adattamento ai profili di consumo specifici
 - **Minore disponibilità di energia condivisa**

- Il sistema di gestione termica analizzato combina due distinti metodi di raffreddamento bifase: il **raffreddamento a immersione diretta mediante un fluido dielettrico a basso punto di ebollizione** e un **sistema a tubi di calore pulsanti** (sistema completamente passivo).



- Principali risultati ottenuti
 - ✓ Mantenimento delle celle entro un intervallo termico stabile anche in condizioni operative gravose
 - ✓ Distribuzione uniforme del calore e risposta termica regolare del sistema
 - ✓ Incremento dell'efficienza di raffreddamento grazie all'integrazione di dispositivi avanzati di dissipazione
 - Estensione della superficie di scambio
 - Sistemi a scambio termico bifase