



## Risultati area: USI FINALI Gruppo tematico: PROGETTI DI SVILUPPO E DIMOSTRAZIONE

Referenti temi di ricerca:

**Ilaria Bertini, Giorgio Graditi**

Sviluppo di strumenti di programmazione e pianificazione per la promozione di tecnologie efficienti per la razionalizzazione dei consumi elettrici a scala territoriale e urbana

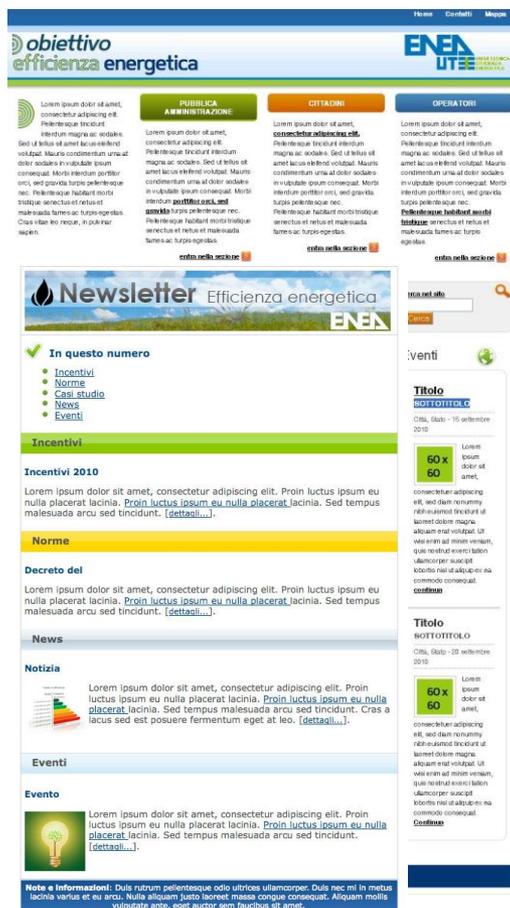
**Ennio Ferrero, Giovanni Pede, Mario Conte**

Elettrotecnologie innovative per i settori produttivi: applicazioni su scala reale

**Andrea Calabrese, Giuseppe Corallo, Giacobbe Braccio**

Sistemi di climatizzazione estiva ed invernale assistita da fonti rinnovabili

Costituisce una risorsa nazionale dove tutte le tematiche sull'efficienza energetica possono essere trattate in modo sistemico e valorizza il materiale prodotto nell'ambito RSE

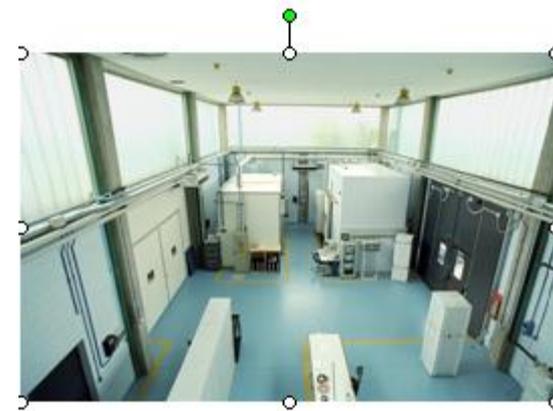


Studi di approfondimenti orientati all'utenza finale su alcune tecnologie :

- ✎ Ottimizzazione dei consumi nella produzione, distribuzione e utilizzo dell'aria compressa per alcuni settori industriali.
- ✎ Impiego di sistemi energetici innovativi, *Stirling*, micro-cicli *Rankine* a vapor d'acqua o a fluido organico (ORC), micromotori a combustione interna o microturbine a gas con IBC, microgeneratori termofotovoltaici (TPV) nella produzione combinata di energia elettrica e calore, per taglie di potenza elettrica fino a 5 kW
- ✎ Potenzialità di tali sistemi nelle applicazioni di cogenerazione e/o trigenerazione per utenze con fabbisogni termici a medio/bassa temperatura e con richieste frigorifere tipiche del condizionamento.
- ✎ Qualità e efficienza nel servizio elettrico dei centri di calcolo.

## Definizione di norme e di specifiche tecniche che implementino le direttive europee (su Ecodesign e etichettatura energetica)

- Approvati i regolamenti di ecodesign per lavatrici, lavastoviglie e ventilatori.
- Definizione nuovo metodo di calcolo dell'efficienza energetica, che si basa ora sul consumo annuo incluse le modalità stand-by ( a cura di ENEA).
- Proposta nuove etichette energetiche per frigoriferi, lavatrici e lavastoviglie, TV (2012 obblig. /2011 volon.).

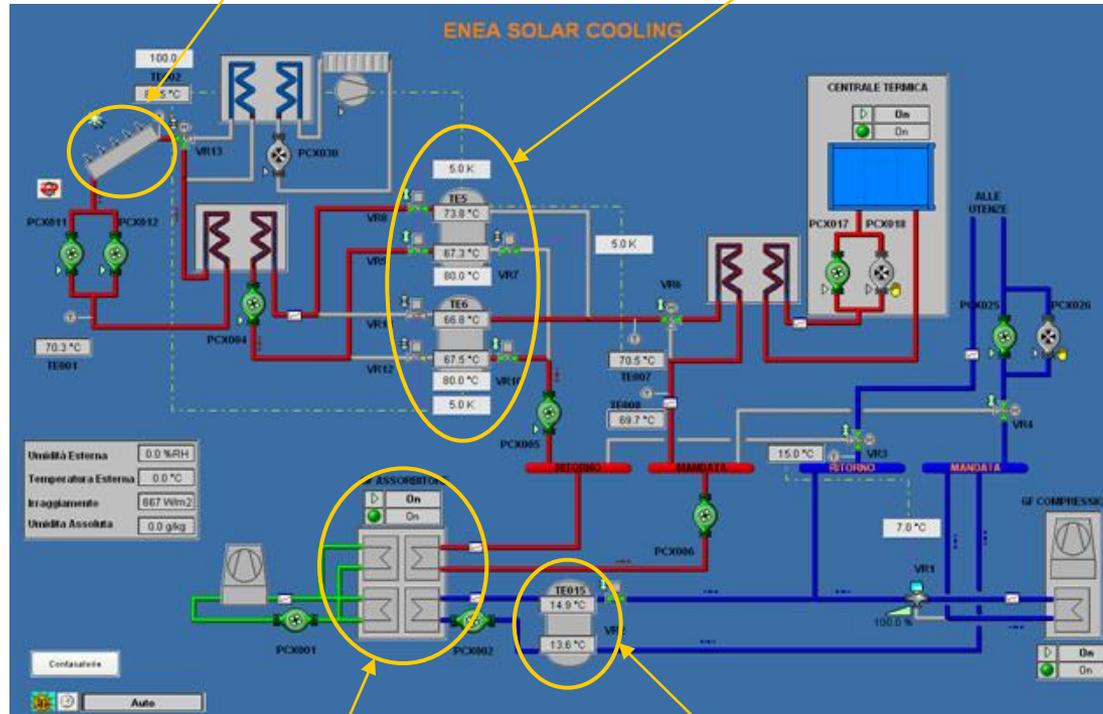


- Attrezzato laboratorio (Ispra) per test di verifica della conformità ai nuovi regolamenti di ecodesign e alle direttive di etichettatura energetica, per il settore del freddo e dei forni elettrici.
- Creazione rete di laboratori qualificati: definizione di criteri, metodi e verifica (rif. dott.ssa Fumagalli).

Campo solare



Serbatoi di accumulo termico



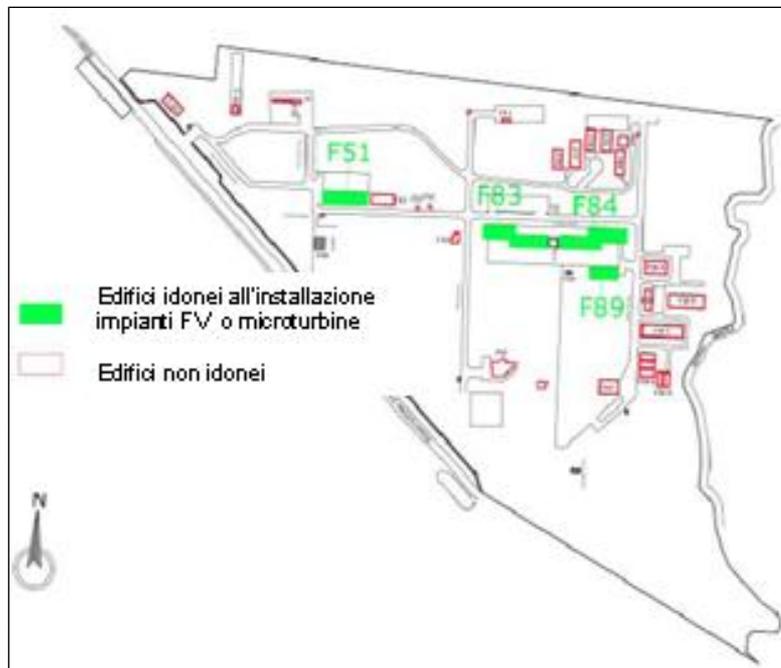
Gruppo frigo e torre evaporativa



Serbatoi di accumulo acqua fredda e chillier esistente



# Analisi di scenari per la transizione verso reti attive



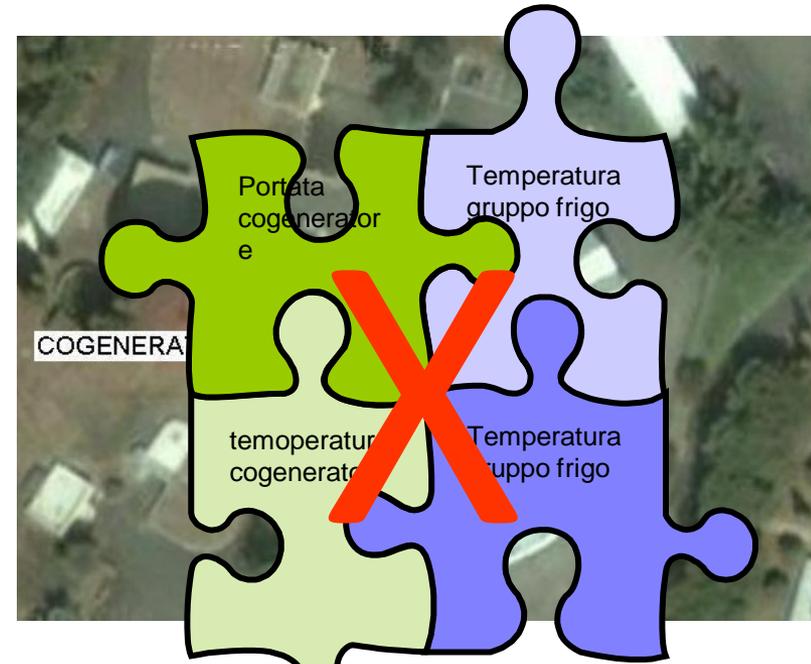
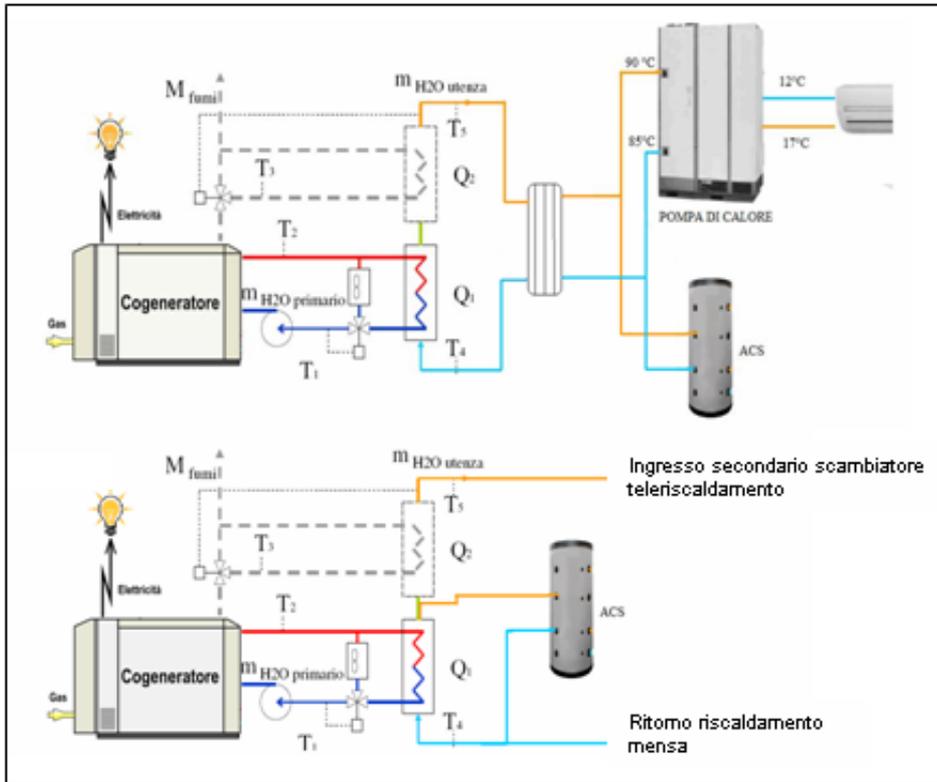
Studio di fattibilità di applicazione di rete attiva presso l'isola di Pantelleria con integrazione di diverse fonti energetiche.



Studio di fattibilità area Capanna : caratterizzazione della rete (struttura, modalità di esercizio, produzione e consumo); analisi delle prospettive di intervento per la transizione verso rete attiva (scenari identificazione specifiche del sistema di supervisione e controllo da implementare.



# Progettazione di un impianto di trigenerazione



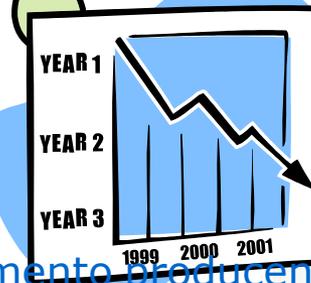
140 kW elettrici per autoconsumo.

207 kW termici:

in inverno: per produzione di energia termica locale mensa

in estate: 150 kW alimenteranno il gruppo frigo ad assorbimento producendo 110kW frigoriferi (ad integrazione i gruppi frigo preesistenti)

57 kW produzione di ACS per locale mensa e dei suoi relativi servizi.



## **Piattaforma ODESSE (Optimal DESign for Smart Energy)**

Progettazione ottimale del sistema edificio-impianti

Studi analitici sul parco edilizio:

- per settori/segmenti
- calcolo fabbisogni energetici
- stima economica degli investimenti



Strumento di pianificazione e di programmazione per interventi di policy: valutazione effetti nuove norme o incentivi, in termini di risparmi ottenibili e tempi di ritorno

Network ODESSE (POLITO Dip. DENER, POLIMI Dip. BEST, Univ. Di Palermo DREAM, UNIROMA1 CITERA, UNIROMA3 Dip. DIE)



ODESSE (Optimal DESIGN for Smart Energy)

File Action DataBase  
Dati Generali Chiusure verticali Chiusure orizzontali



ODESSE (Optimal DESIGN for Smart Energy)

Dati generali edificio Parametri edificio Sistemi di distribuzione Impianti Controllo avanzato

Selezione di impianti utilizzati

Dati Generali

Potere calorifico gas: 12000.00 kcal/kg  
0.45 Euro/kWh

Peso specifico gas: 0.720 kg/m<sup>3</sup>

Volume accumulativo termico Tank: 500.00 mc

Fotovoltaico

Costo caldaie: 125.00 €/kW

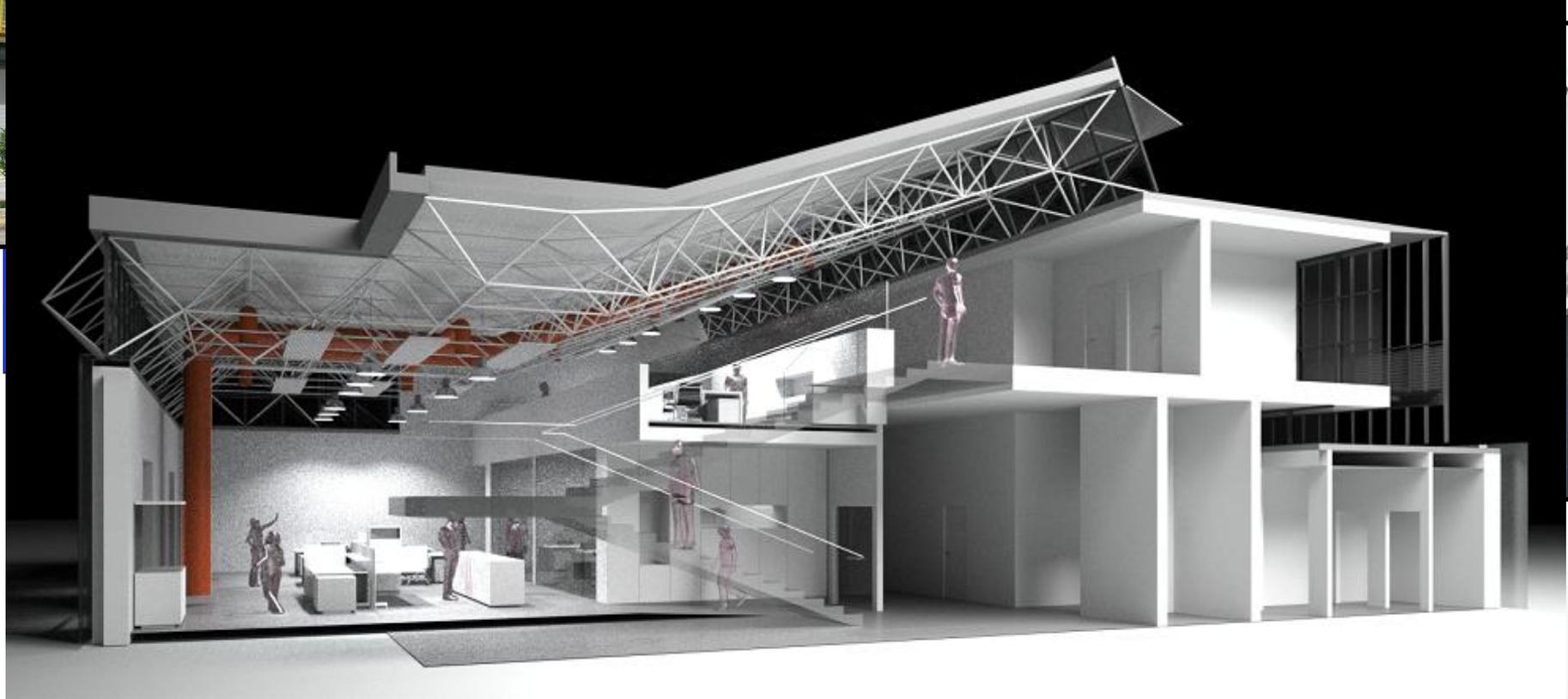
Efficienza caldaie: 0.920

Costo pannelli: 15.00 €/kWp

n° di moduli da 185 W

Potenza totale in kW: 2.375

Inclinazione pannelli: 0.00 grad



# Carro ponte da 20 kW, alimentato dalla rete e assistito da supercondensatori, per riduzione consumi e peak power



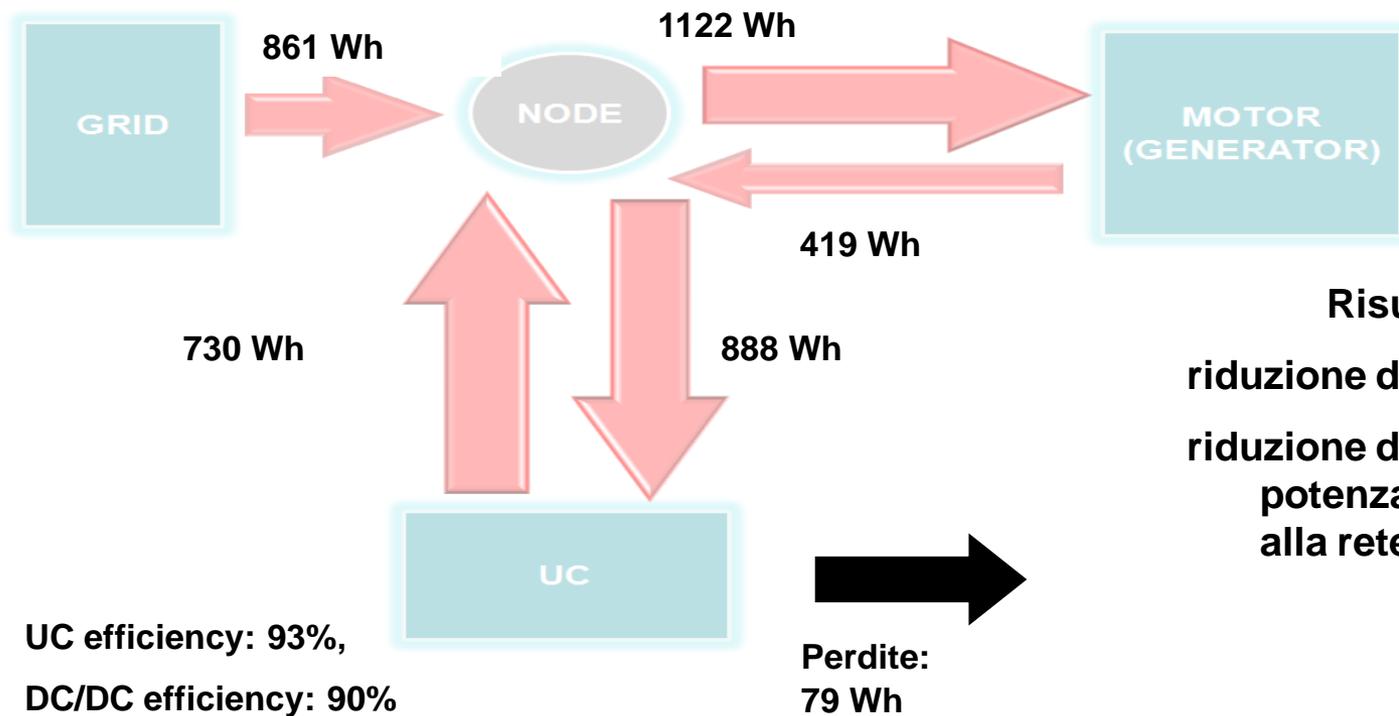
Università di Napoli  
Federico II



Università degli Studi  
Roma TRE

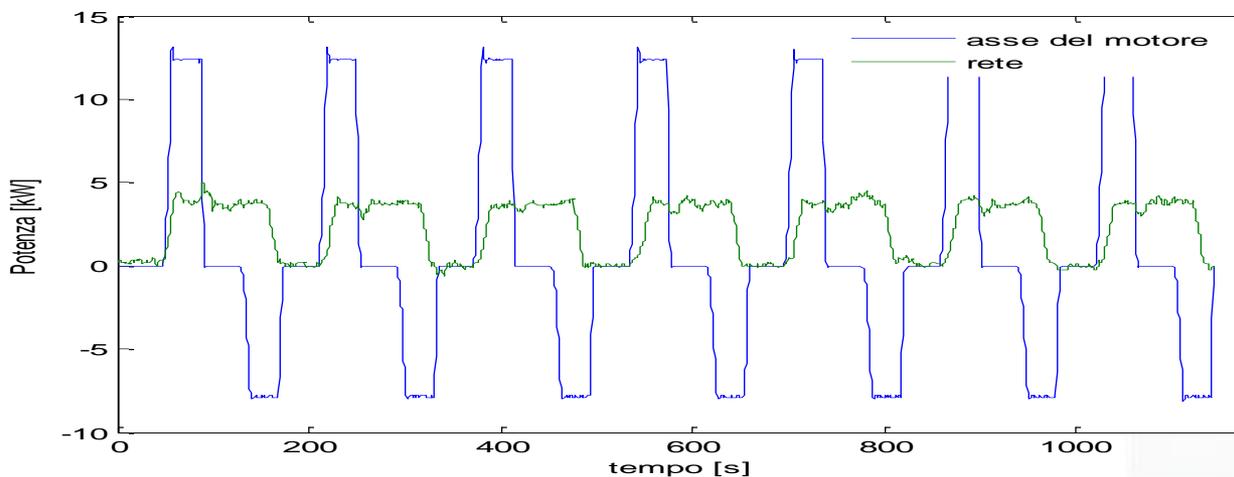


- Modellazione, parametrizzazione e validazione modello supercondensatori
- Progetto esecutivo per un caso reale (Acciaiera)
- Sviluppo delle strategie di controllo su impianto reale in scala 1:3 realizzato in ENEA
- Realizzazione di un tool di progettazione per il dimensionamento su basi statistiche di un sistema con supercondensatori per una piccola rete di stabilimento "ad accumulo concentrato"
- Studio orientato a determinare la "domanda" dell'impiego dei carroporti industriali ed individuazione delle società interessate



**Risultati verificati:**  
riduzione dei consumi del 40%  
riduzione da 1/3 ad 1/4 della  
potenza di picco richiesta  
alla rete di stabilimento

UC efficiency: 93%,  
DC/DC efficiency: 90%



# Installazione sperimentale pilota per l'applicazione di batterie a impianto funicolare



Università di Pisa



Il modulo base (derivazione *automotive*) è replicato in più unità connesse in serie per raggiungere il livello di tensione richiesto dall'applicazione.

Il prototipo realizzato (432 V, 40 Ah) è costituito da 5 moduli standard da 86,4V nominali.

Sperimentazione preliminare in Casaccia del sistema di accumulo elettrico: verificata la capacità e la resistenza interna



Attualmente presso la EEI (Equipaggiamenti Elettronici Industriali) per il pre-collaudò del sistema.

Installazione a Bergamo nella funicolare Bergamo-SanVigilio.

Taglia e potenza dei moduli Li-Io utilizzati corrispondono a quelli della batteria prevista per gli accumuli in cabina ENEL (1.7 MW). La potenza di picco prevista per la funicolare è di 130 kW

Stato dell'arte dei sistemi di accumulo attualmente utilizzati nelle reti elettriche:



Università di Pisa

**Pompaggio d'acqua** in bacini di accumulo di elevate dimensioni, aria compressa in serbatoi naturali (CAES = compressed air energy storage), magneti superconduttori (SMES = superconducting magnets energy storage), volani (flywheels), accumulatori elettrochimici (vari tipi di batterie: sodio-zolfo = NaS; NaNiCl<sub>2</sub> = ZEBRA; ZrBr; Piombo-Acido), accumulo di energia termica, supercondensatori.

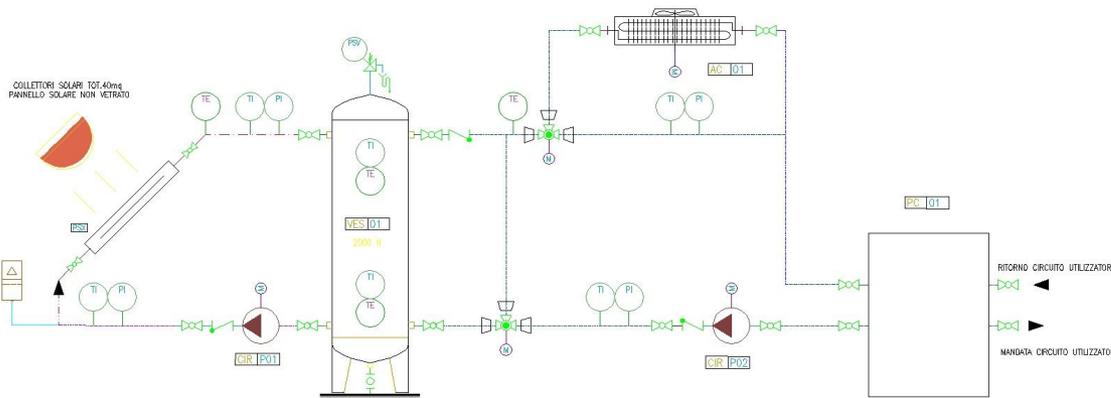
Analisi dei tipi di batterie al litio più promettenti in relazione ai servizi gestionali tipici: servizi di potenza e di energia (security, power quality, mercato...)

E' stata progettata una nuova postazione di prova con valenza duplice: sperimentare nuove celle a litio in un intervallo di prestazioni molto ampio; permettere la caratterizzazione di prodotti commerciali o pre-serie industriali in taglie significative.

Attività di caratterizzazione sperimentale in laboratorio su alcuni prodotti (celle Kokam, EIG).



# Sistemi di climatizzazione estiva ed invernale assistiti da fonti rinnovabili

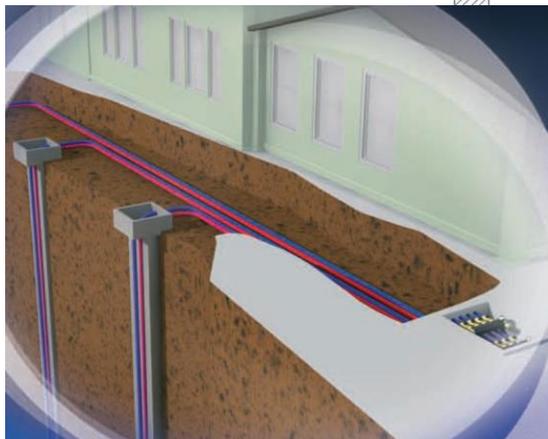


Pompe di calore elioassistite

Pannelli solari a tubi evacuati ad Heat Pipe

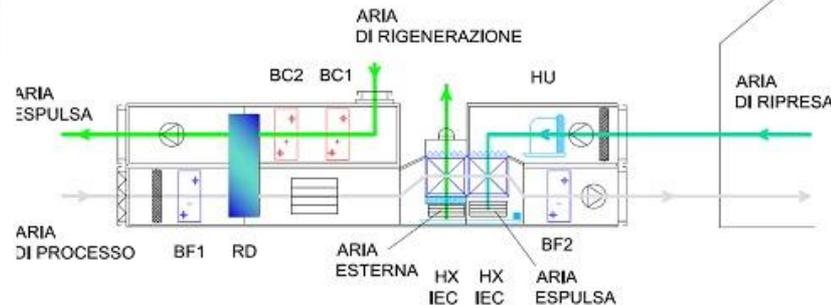
**SCOPO: definire e sviluppare un sistema integrato che sia robusto, competitivo e di riferimento per il sistema "Italia", in grado di assolvere l'intero compito della climatizzazione sia estiva che invernale**

Geodatabase

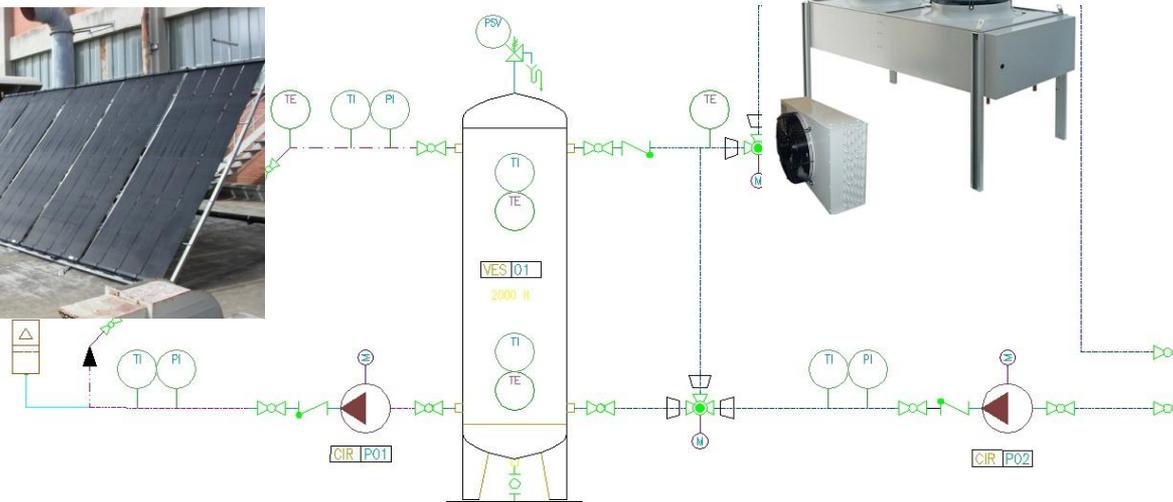


Sistemi Desiccant cooling

Pompe di calore ad assorbimento Acqua-Ammoniaca



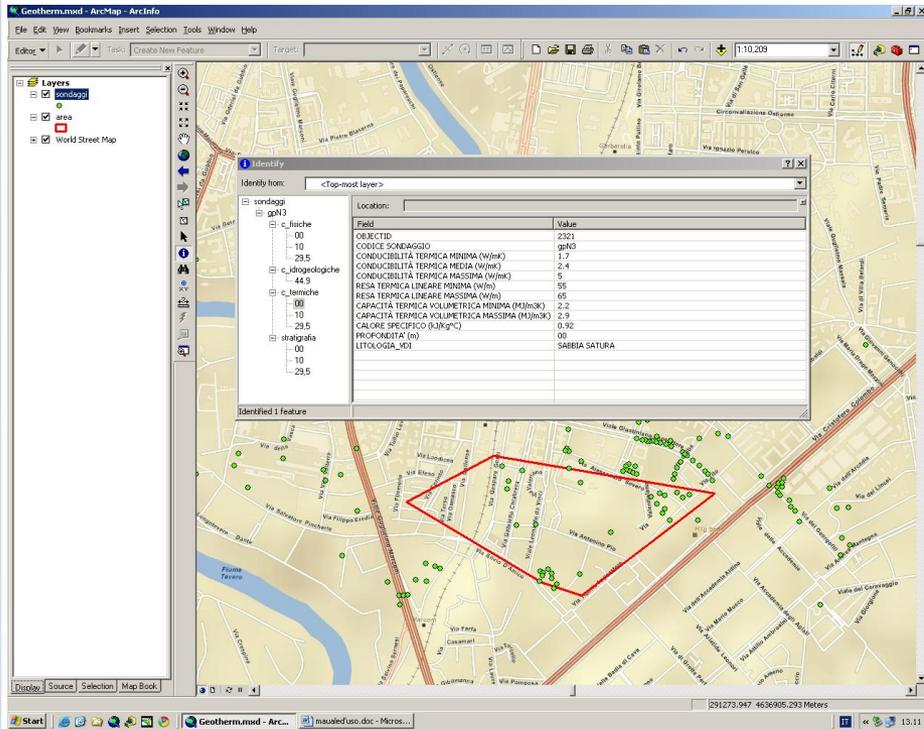
# Pompe di calore elioassistite



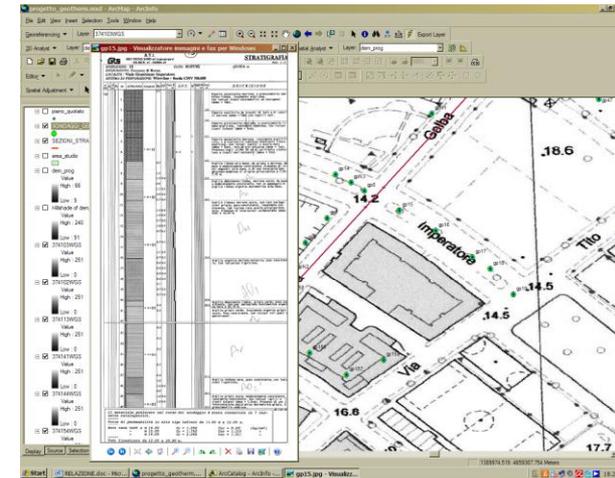
*Facility per la caratterizzazione sperimentale di possibili configurazioni di impianti a pompa di calore elio assistita*

- Con la test facility realizzata sarà possibile qualificare il funzionamento di pompe di calore acqua-acqua, analizzandone il comportamento in abbinamento ad un sistema elio assistito
- Dalle prime simulazioni dinamiche effettuate, risulta evidente l'aumento della potenza termica fornita e l'abbassamento della potenza elettrica assorbita dalla pompa di calore abbinata ai collettori solari durante il funzionamento invernale.

# Realizzazione di un database per la progettazione di impianti geotermici: Geodatabase



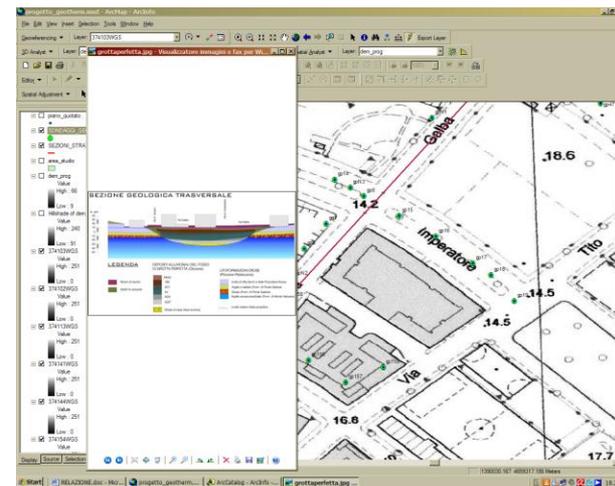
- *Caratteristiche Fisiche;*
- *Caratteristiche Termiche;*
- *Caratteristiche Stratigrafiche;*
- *Caratteristiche Idrogeologiche.*



*Geodatabase per l'archiviazione, l'analisi e l'interrogazione dei dati ambientali e geologici finalizzati alla realizzazione di una mappatura delle aree territoriali adatte all'installazione di impianti geotermici con sonde verticali (SGV).*



Università degli Studi  
Roma TRE



## Pompe di calore ad assorbimento Acqua - Ammoniaca



*Prototipo reversibile di macchina ad assorbimento con alimentazione ad acqua calda da adibire al solar cooling and heating*

- Il prototipo è stato sviluppato in modo da funzionare con una temperatura dell'acqua calda di alimentazione prossima ai 100 C° (minore di quanto richiesto dalle macchine attualmente in commercio)
- Possibile accoppiamento con pannelli solari termici a media temperatura
- La grande opportunità offerta da questo tipo di macchina ad assorbimento per l'ottenimento del raffrescamento con fonte rinnovabile solare e del riscaldamento misto gas-solare ad alta efficienza, potrà risultare in uno sviluppo industriale a breve-medio termine

# Pannelli solari a media temperatura

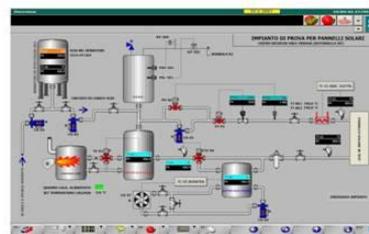
Facility T.O.S.C.A  
(Thermal fluid-dynamics  
Of Solar Cooling Apparatus)



## PIATTAFORMA SPERIMENTALE PER CARATTERIZZAZIONE COLLETTORI SOLARI A MEDIA TEMPERATURA

*Laboratorio per la qualificazione di componenti e sistemi destinati alla climatizzazione estiva ed invernale degli edifici e basati su tecnologie innovative che utilizzano l'energia solare (sistemi di solar heating & cooling):  
**CENTRO ENEA TRISAIA***

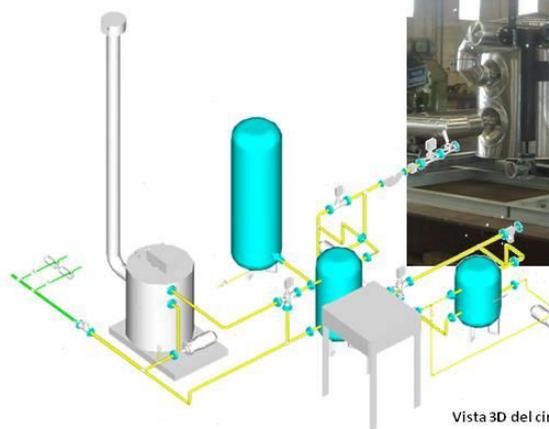
- Analisi sperimentale sugli heat pipe per verificare il comportamento termico al variare della loro geometria, del fluido di riempimento, del grado di vuoto e dell'inclinazione di installazione dello stesso.
- Permette la ottimale configurazione dei pannelli solare a tubi evacuati ad l'heat pipe



Interfaccia grafica del sistema di controllo



Foto dell'impianto assemblato



Vista 3D del circuito di prova

# Valutazione dell'impatto dell'utilizzo delle batterie al litio nelle applicazioni stazionarie



Università di Pisa

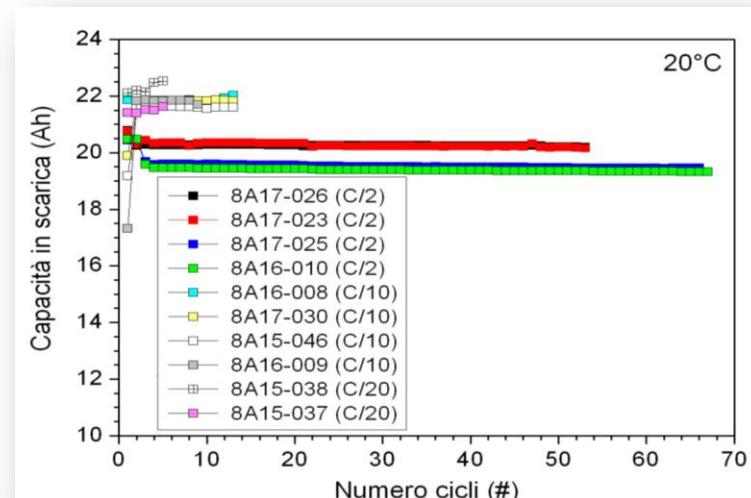
- ✦ Stato dell'arte dei sistemi di accumulo attualmente utilizzati nelle reti elettriche e analisi dei sistemi e dei metodi disponibili
  - ✦ Pompaggio d'acqua in bacini di accumulo di elevate dimensioni,
  - ✦ aria compressa in serbatoi naturali (CAES = compressed air energy storage),
  - ✦ magneti superconduttori (SMES = superconducting magnets energy storage),
  - ✦ volani (flywheels),
  - ✦ accumulatori elettrochimici (vari tipi di batterie: sodio-zolfo = NaS; NaNiCl<sub>2</sub> = ZEBRA; ZrBr; Piombo-Acido),
  - ✦ accumulo di energia termica,
  - ✦ supercondensatori.
  
- ✦ Analisi dei tipi di batterie al litio più promettenti in relazione ai servizi gestionali tipici: servizi di potenza e di energia (security, power quality, mercato...)

Sistema	NCA Grafite	LFP Grafite	MnS TiO	MnNiS TiO	MN Grafite
Elettrodi Positivo Negativo	LiNi <sub>0.8</sub> Co <sub>0.15</sub> Al <sub>0.05</sub> Grafite	LiFePO <sub>4</sub> Grafite	LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> Li <sub>4</sub> Ti <sub>5</sub> O <sub>12</sub>	LiMn <sub>1.5</sub> Ni <sub>0.5</sub> O <sub>4</sub> Li <sub>4</sub> Ti <sub>5</sub> O <sub>12</sub>	Li <sub>1.2</sub> Mn <sub>0.6</sub> Ni <sub>0.2</sub> O <sub>2</sub> Grafite
Capacità, mAh/g Positivo Negativo	155 290	162 290	100 170	130 170	275 290
Tensione, V a 50% SOC	3,6	3,35	2,52	3,14	3,9
Sicurezza	Discreta	Buona	Eccellente	Eccellente	Eccellente

- ❖ È stata progettata una nuova postazione di prova con valenza duplice: sperimentare nuove celle a litio in un intervallo di prestazioni molto ampio; permettere la caratterizzazione di prodotti commerciali o pre-serie industriali in taglie significative.
- ❖ È stata svolta attività di caratterizzazione sperimentale in laboratorio su alcuni prodotti (celle Kokam, EIG).



Cella di prova EIG da 20 Ah



Prove di vita ciclica su celle EIG

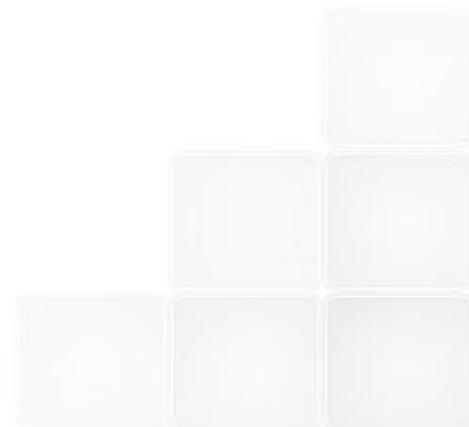
*Sono stati prodotti:*

**80** *report tecnici disponibili in internet*

**40** *pubblicazioni scientifiche per riviste e convegni*

*50 giornate di attività di formazione e presentazione dei risultati delle attività*

*Organizzati e in fase di attuazione diversi convegni monografici su particolari attività*



Grazie per l'attenzione

