



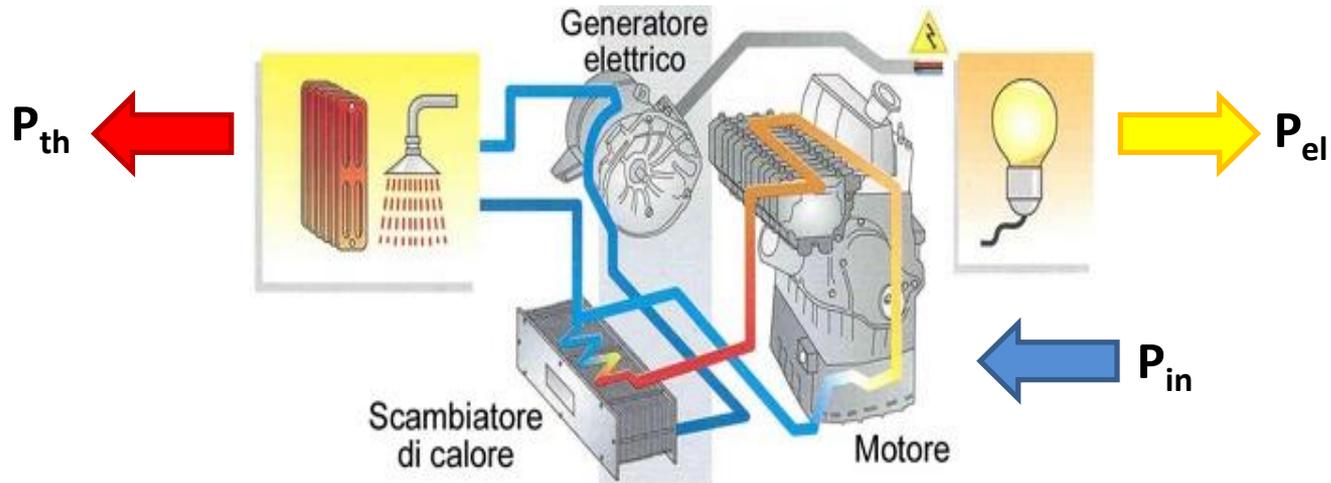
Microgenerazione e Trigenerazione: tecnologie per l'efficienza energetica degli edifici

Prof. G. Franchini

Università degli Studi di Bergamo - Dipartimento di Ingegneria



Il concetto di “microgenerazione”



Rendimento elettrico

$$\eta_{el} = \frac{P_{el}}{P_{in}}$$

Rendimento termico

$$\eta_{th} = \frac{P_{th}}{P_{in}}$$

Rendimento globale

$$\eta_{glob} = \frac{P_{el} + P_{th}}{P_{in}}$$

- vantaggi **ENERGETICI**: si riduce la quantità di combustibile consumato
- vantaggi **ECONOMICI**: si riducono i costi del combustibile richiesto
- vantaggi **AMBIENTALI**: si riducono le emissioni di inquinanti e di gas serra

Il concetto di “microcogenerazione”

Ha senso la cogenerazione sulla taglia «micro»?

I microcogeneratori operano nell'ambito della cosiddetta **generazione distribuita (GD)**, la generazione di energia elettrica in vicinanza dell'utenza con possibilità di immettere sulla rete gli esuberi di energia prodotta.

Affinché la GD possa competere da un punto di vista energetico ed economico con le tecnologie convenzionali, è **indispensabile massimizzare il recupero termico**.



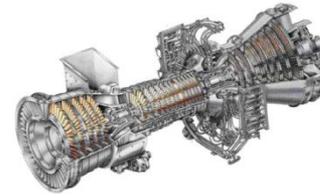
Le tecnologie della microgenerazione



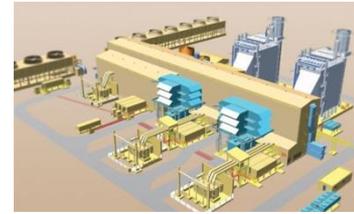
Fuel cells



Motori C.I.



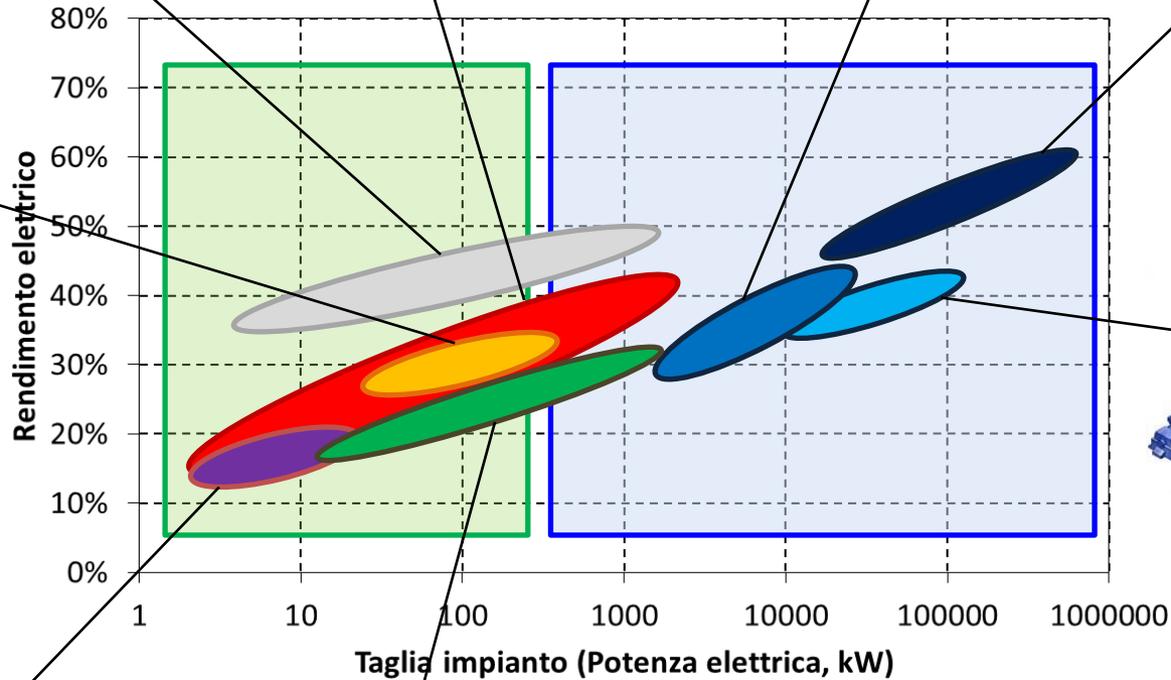
Turbine a gas



Cicli combinati



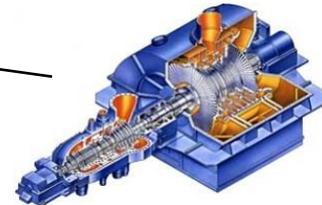
Microturbina



Motore Stirling



ORC

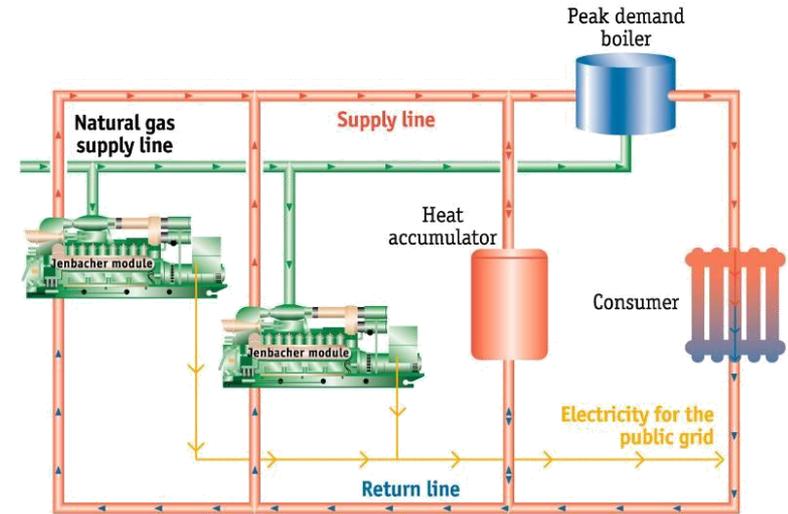
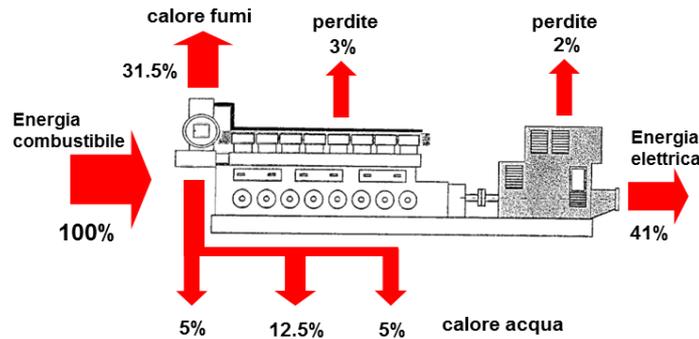


Turbine a vapore



Le tecnologie della microgenerazione

Motore a combustione interna



Da taglia "monoutenza"
(3-5 kW_e) a unità
centralizzate (20-200 kW_e)



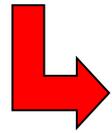
- versatilità di utilizzo (capacità di seguire variazioni di carico)
- gestione automatica (sistemi elettronici di controllo)
- "inseguimento" della domanda termica



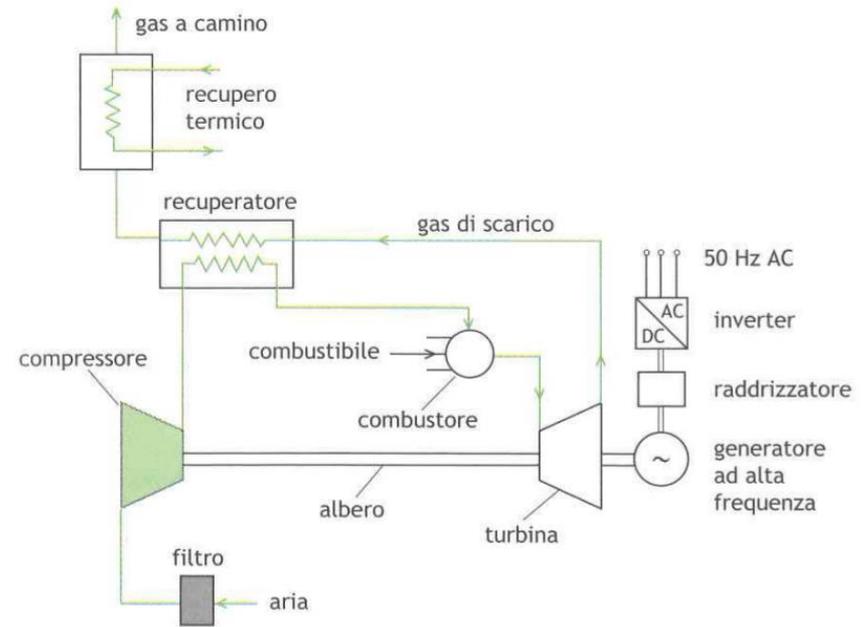
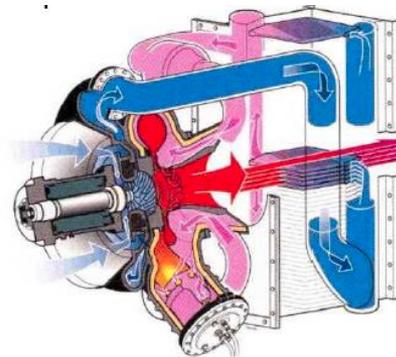
Le tecnologie della microgenerazione

Microturbina a gas

Macchine di concezione derivata dai turbogas di grossa taglia, ma dotate di soluzioni specifiche per la taglia "micro"



- turbine radiali
- ciclo rigenerativo
- riduzione del rapporto di compressione
- eliminazione del riduttore di giri



Taglia (30-250 kW_e)





Le tecnologie della microgenerazione

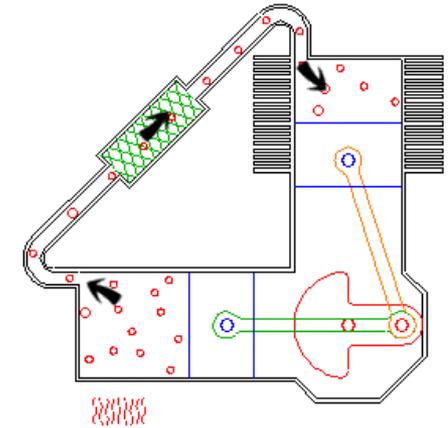
Motore Stirling

Motore volumetrico a **combustione esterna**



- varietà di combustibili o di fonte termica
- buoni rendimenti, bassa rumorosità, limitate vibrazioni
- emissioni basse grazie alla regolarità della combustione
- ridotta manutenzione

Taglia (3-30 kW_e)

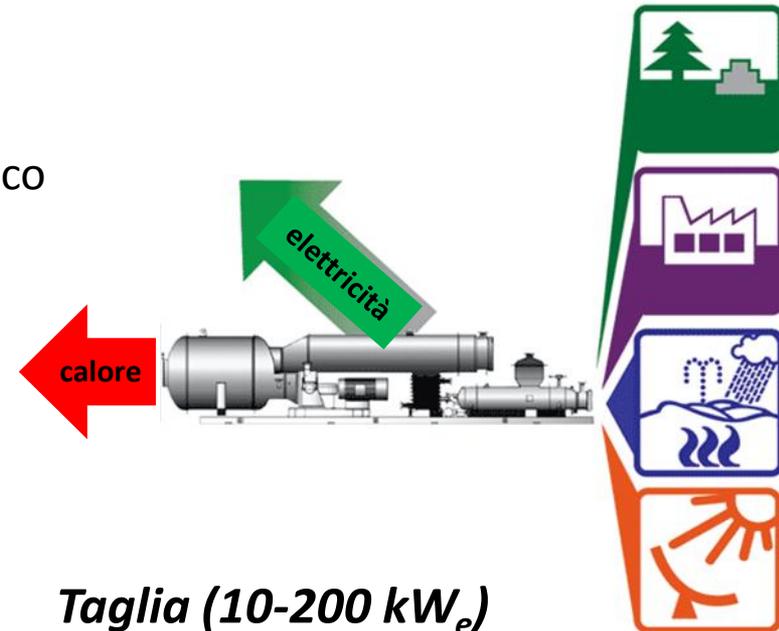


Le tecnologie della microcogenerazione

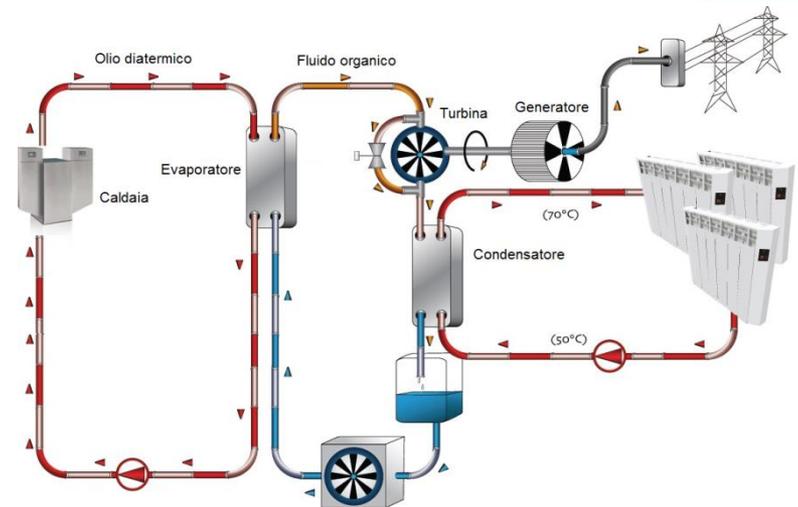
ORC (Organic Rankine Cycle)

Cogeneratore a Ciclo Rankine e fluido Organico

- varietà di combustibili o di fonte termica
- buoni rendimenti, bassa rumorosità, limitate vibrazioni
- emissioni basse grazie alla regolarità della combustione
- ridotta manutenzione

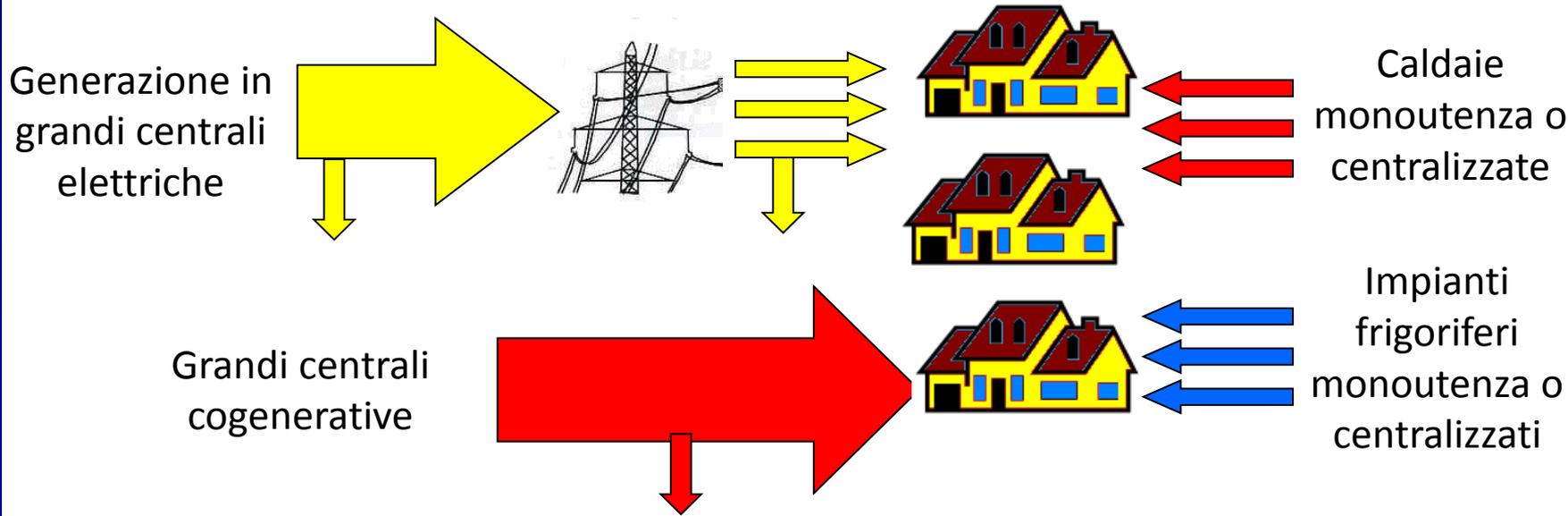


Taglia (10-200 kW_e)

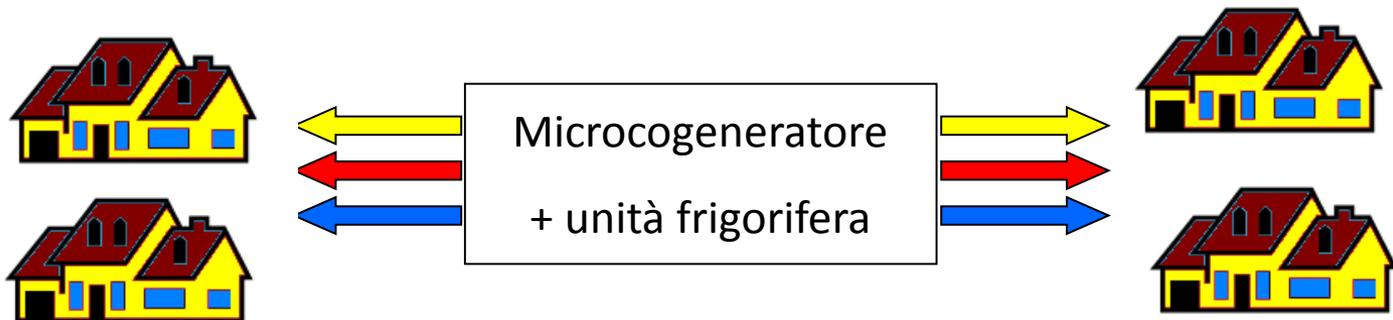


La trigenerazione

Scenario "convenzionale"

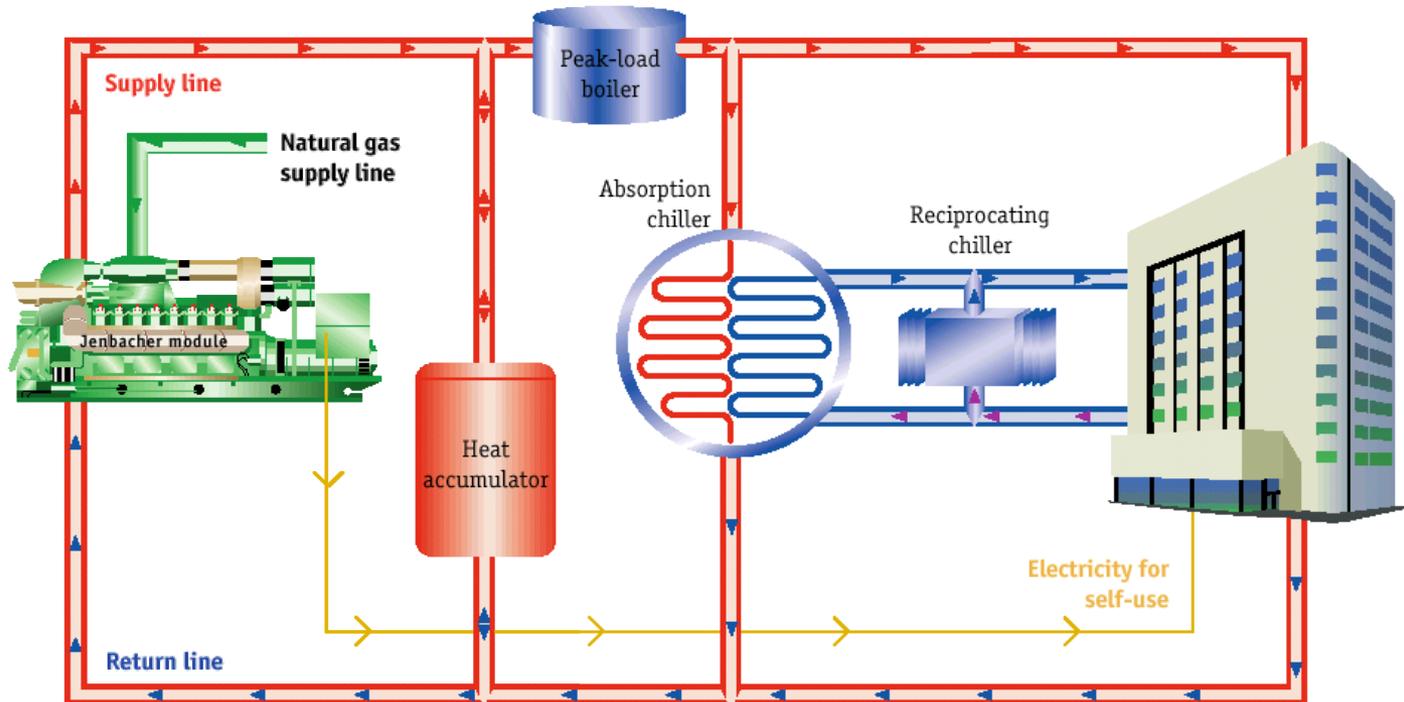


Scenario trigenerativo





La trigenerazione





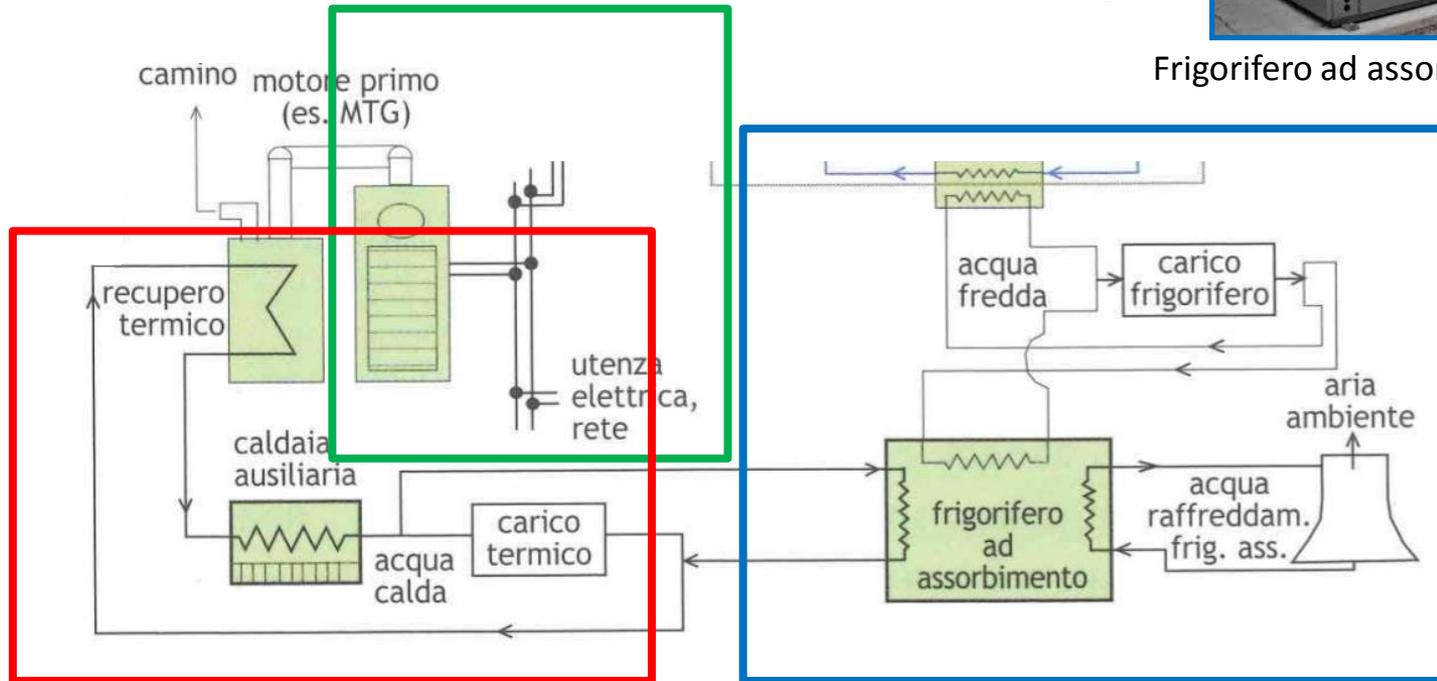
La trigenerazione



Microturbina a gas



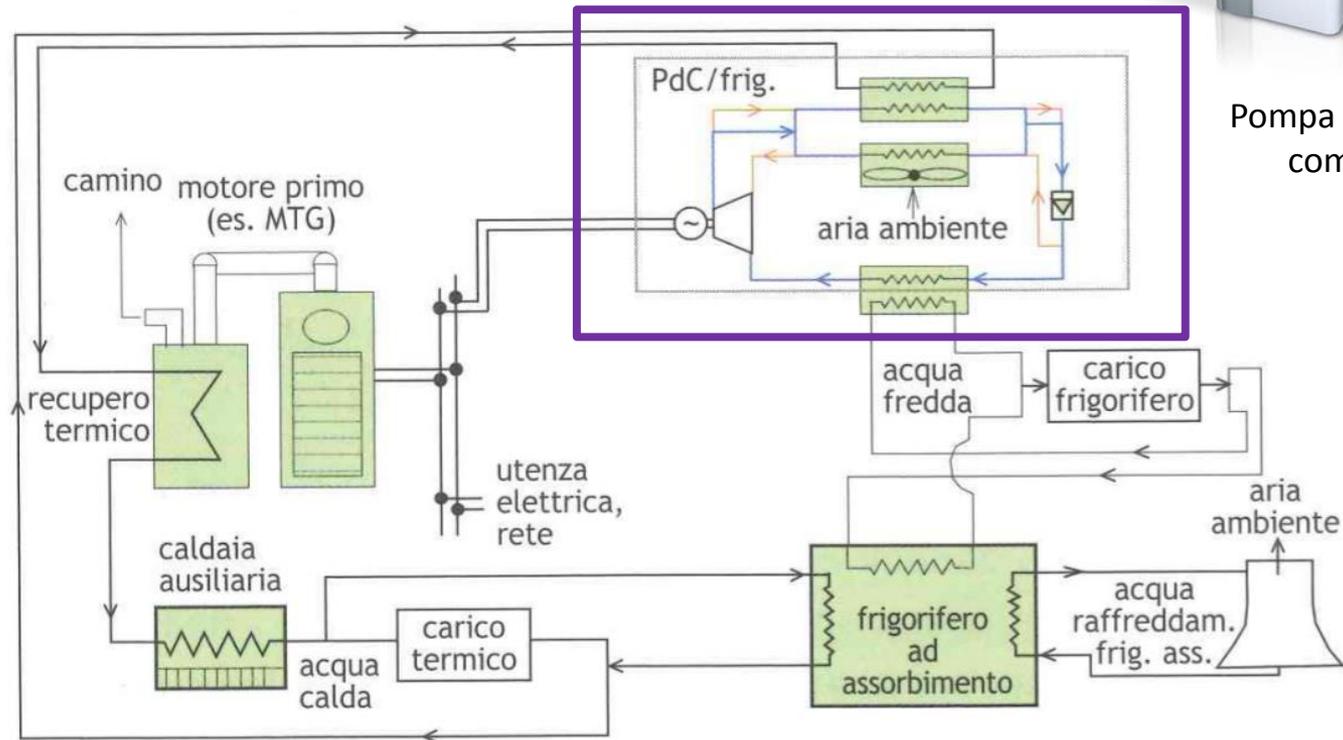
Frigorifero ad assorbimento



La trigenerazione



Pompa di calore a compressione reversibile





Le applicazioni più attraenti



Hospitals



Hotels



Shopping Malls



Office Buildings



Esempio applicativo



Edificio

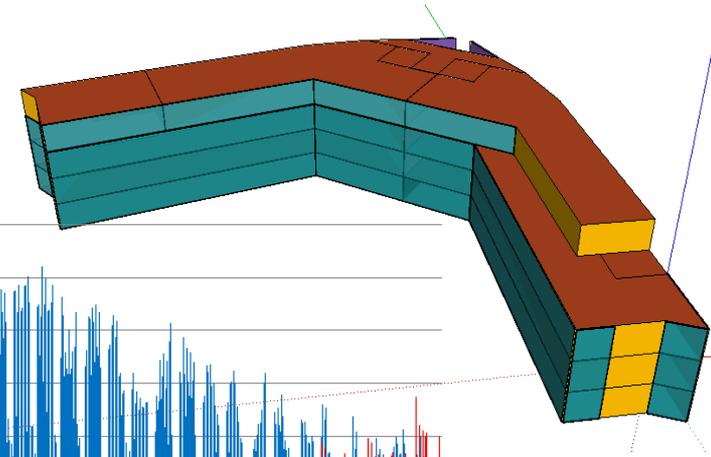
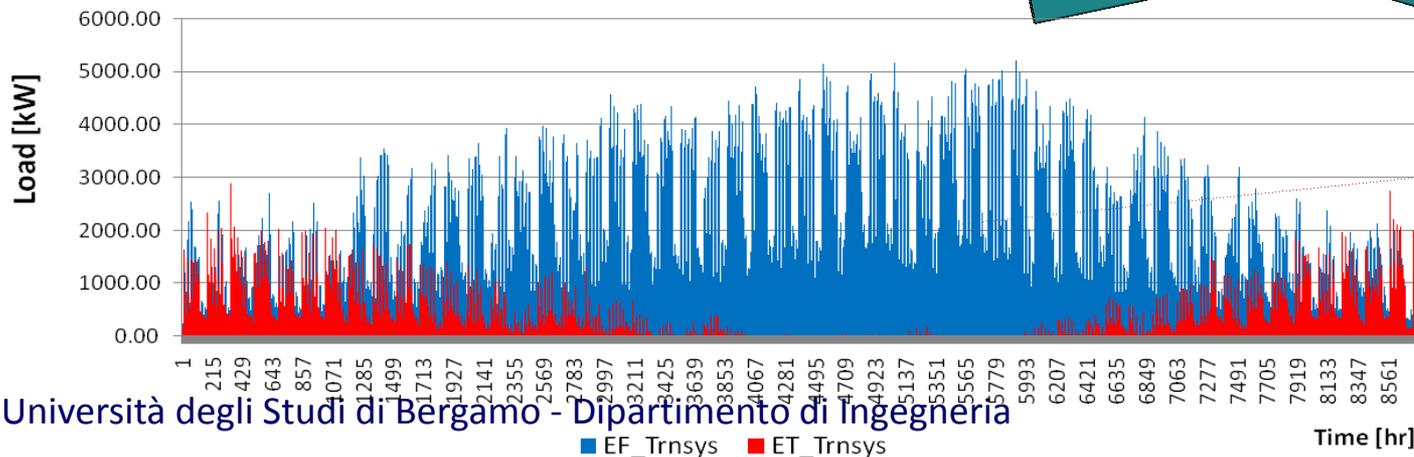
- 3 unità (42.000 m², 3000 persone)
- Auditorium
- Learning Center

Stima Fabbisogni energetici:

Energia elettrica: **12.500.000** kWh/year
Energia termica: **1.500.000** kWh/year
Energia frigorifera: **15.500.000** kWh/year



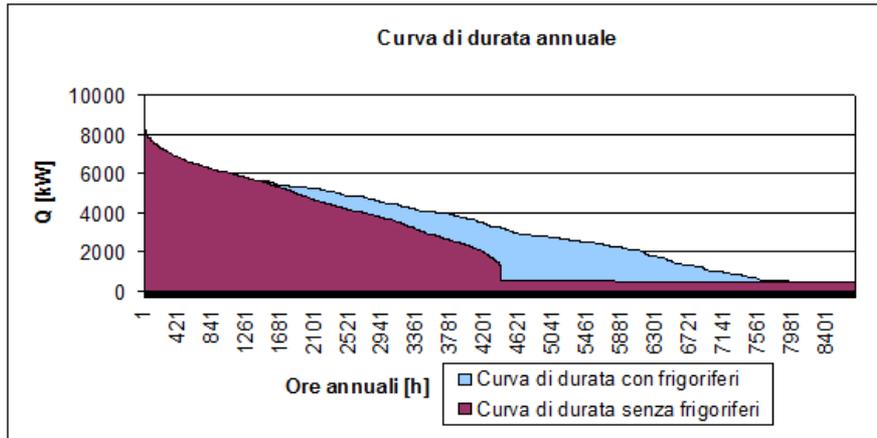
1. Modellazione 3D dell'edificio
2. Valutazione dei carichi termici



Esempio applicativo



3. Selezione della taglia ottimale di cogeneratore/chiller



Configurazione impianto:

- 1 Cogeneratore ($3.0 \text{ MW}_{el} + 2.7 \text{ MW}_t$)
- 1 Absorption Chiller (1.8 MW_f)
- 4 Electric Chillers (1.5 MW_f cad.)
- 3 Boilers (2.5 MW_t cad.)
- 1 Cooling Tower (3 MW)

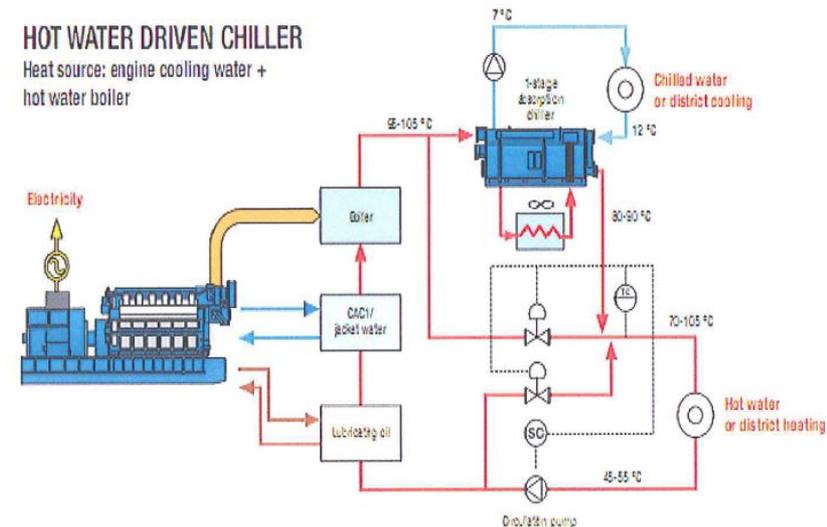
4. Analisi economica

Pay-back time, IRR

5. Gestione ottimizzata dell'impianto

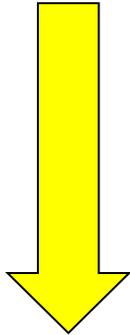
HOT WATER DRIVEN CHILLER

Heat source: engine cooling water + hot water boiler

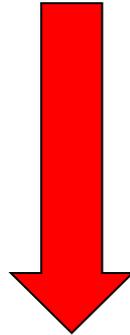


La «Poli»generazione

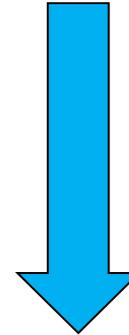
INTEGRATED ENERGY SYSTEM



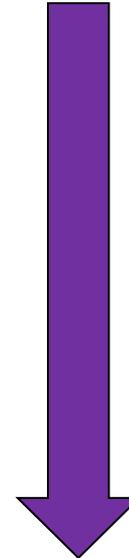
Elettricità
(illuminazione,
aliment. Elettr.)



Calore
(ACS,
riscaldamento)



Freddo
(raffrescamento)



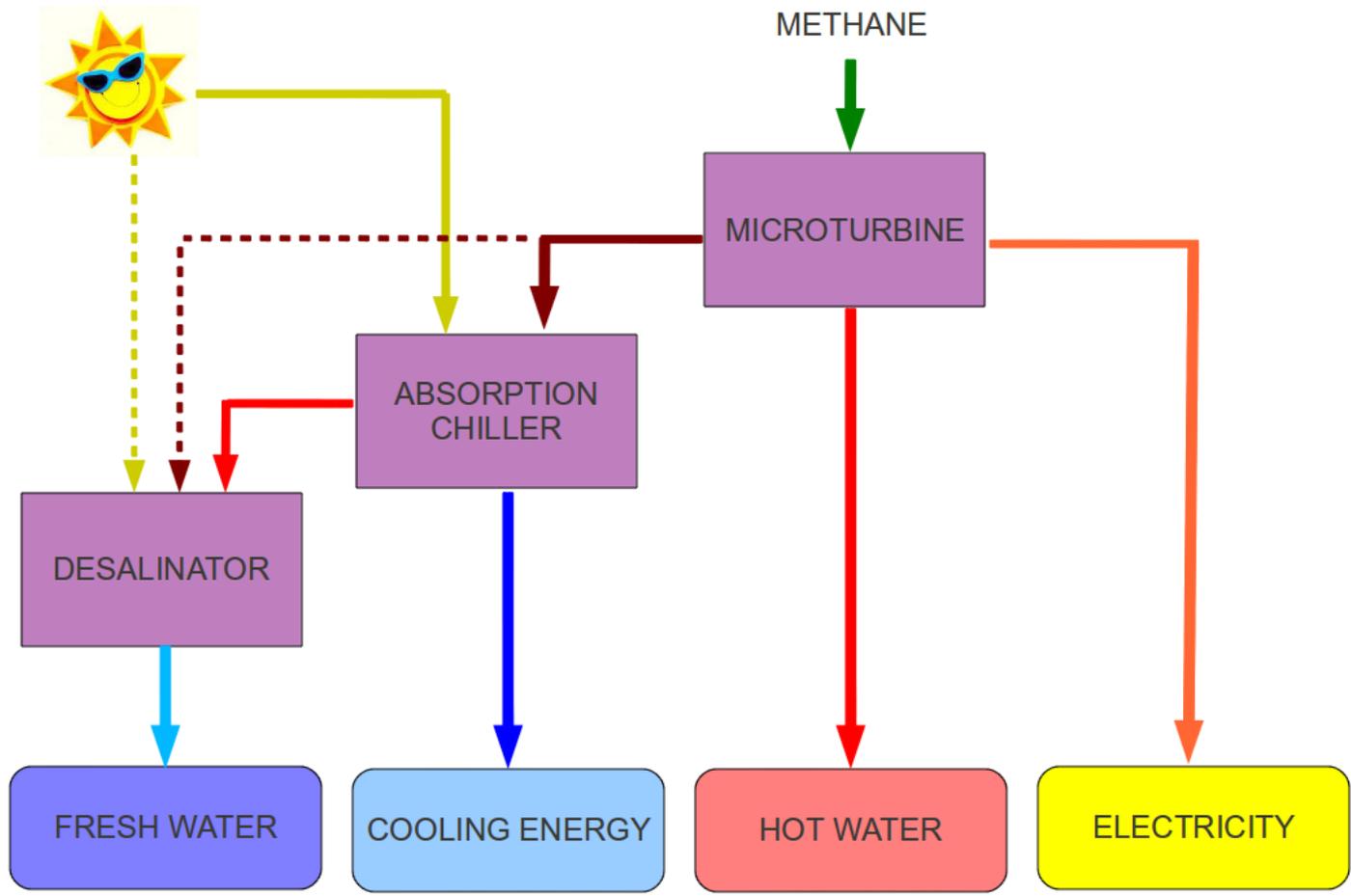
Altri output
(acqua)
(idrogeno)

...



ENERGY SELF-SUFFICIENT BUILDING

La «Poli»generazione

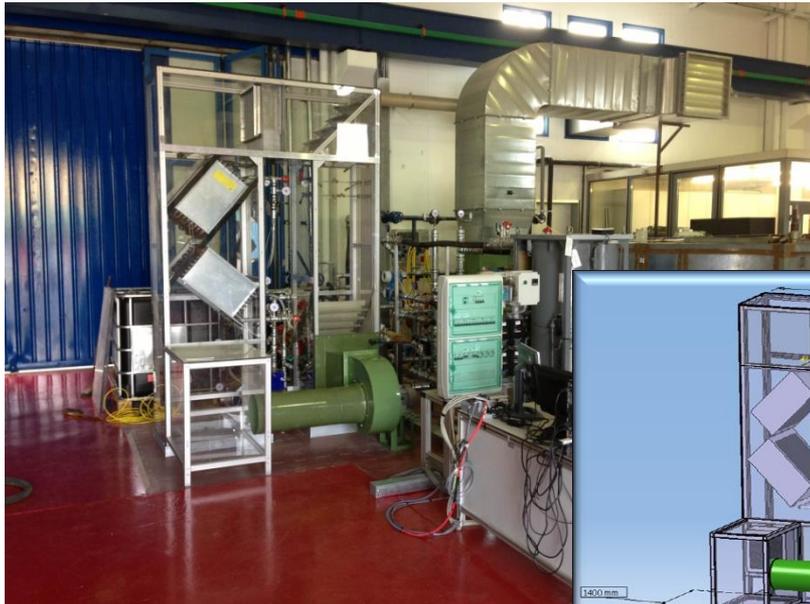


Attività di ricerca in corso

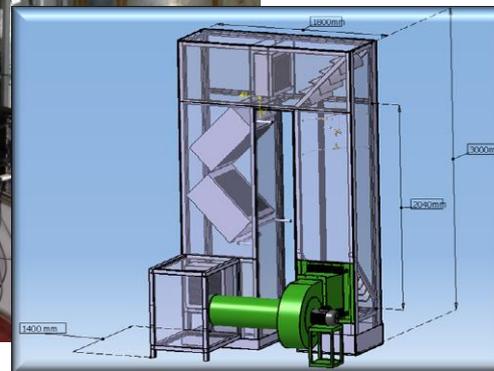
- ❖ È in fase avanzata la realizzazione di un banco prova per assorbitori a LiBr e per dissalatori HD



RELAB "Renewable Energy LABORatory"
Solar Cooling and Desalination



- ❖ È stata completata la progettazione di un dissalatore HD (input termico 20 kW)
- ❖ È in corso di ultimazione l'allestimento del primo prototipo del dissalatore



 **MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE**
*Sviluppo di sistemi solari innovativi per la
climatizzazione degli edifici e la dissalazione di
acqua marina*



Grazie



Università degli Studi di Bergamo

Dipartimento di Ingegneria

Giuseppe Franchini

Energy Systems and Turbomachinery

Tel. +39-035-2052078

Fax +39-035-2052077

giuseppe.franchini@unibg.it

Università degli Studi di Bergamo - Dipartimento di Ingegneria

