



**POLITECNICO
MILANO 1863**

DIPARTIMENTO DI ENERGIA



ReLAB Renewable Heating & Cooling Lab

Department of Energy

Politecnico di Milano

**«Pompe di calore alimentate ad energia termica:
applicazioni in 4GDH e RES cooling»**

«Pompe di calore alimentate ad energia termica: applicazioni in 4GDH e RES cooling»

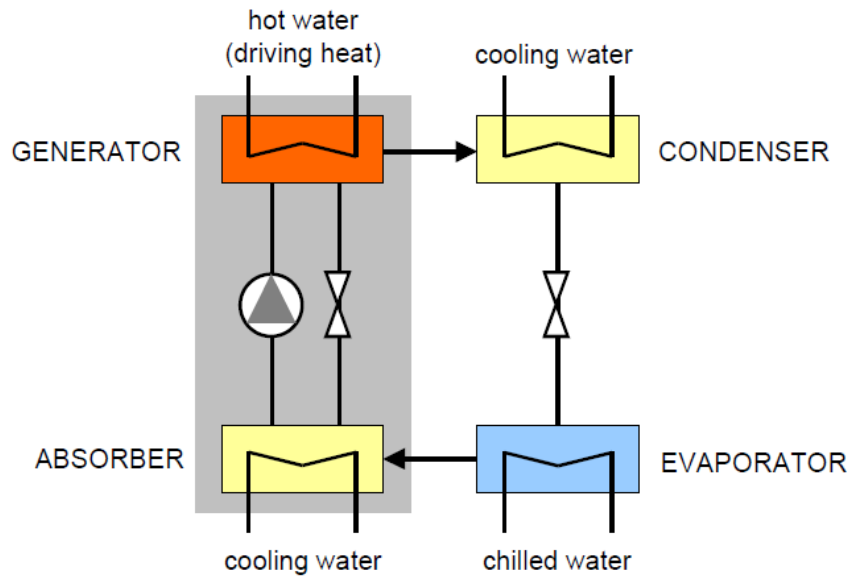
Acqua calda → Refrigerazione e Condizionamento

- Alcune note introduttive sulla tecnologia
- Le tecnologie disponibili sul mercato
- RES cooling: applicazioni e sperimentazione in ambito civile
- Sviluppi presso il nostro laboratorio
- Applicazione al teleriscaldamento di ultima generazione

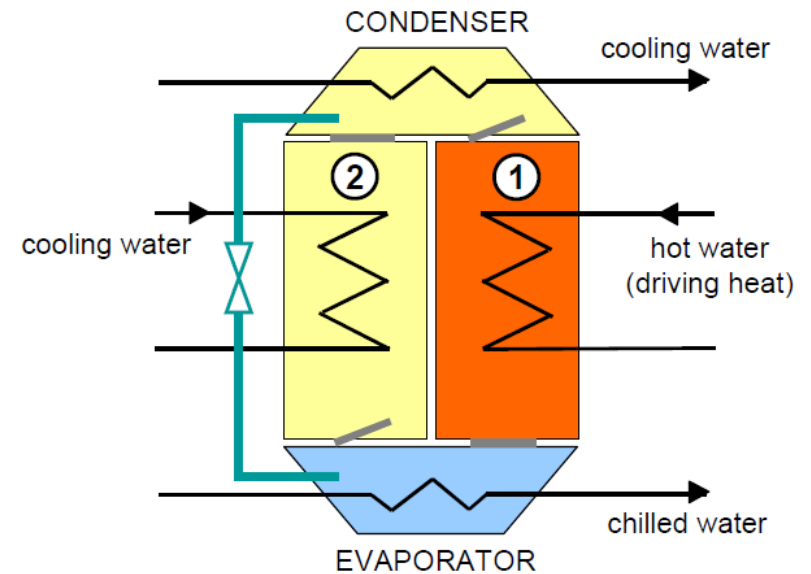
Pompe di calore ad azionamento termico: Chiller

CICLI CHIUSI

ASSORBIMENTO (LIQUIDO)



ADSORBIMENTO (SOLIDO)

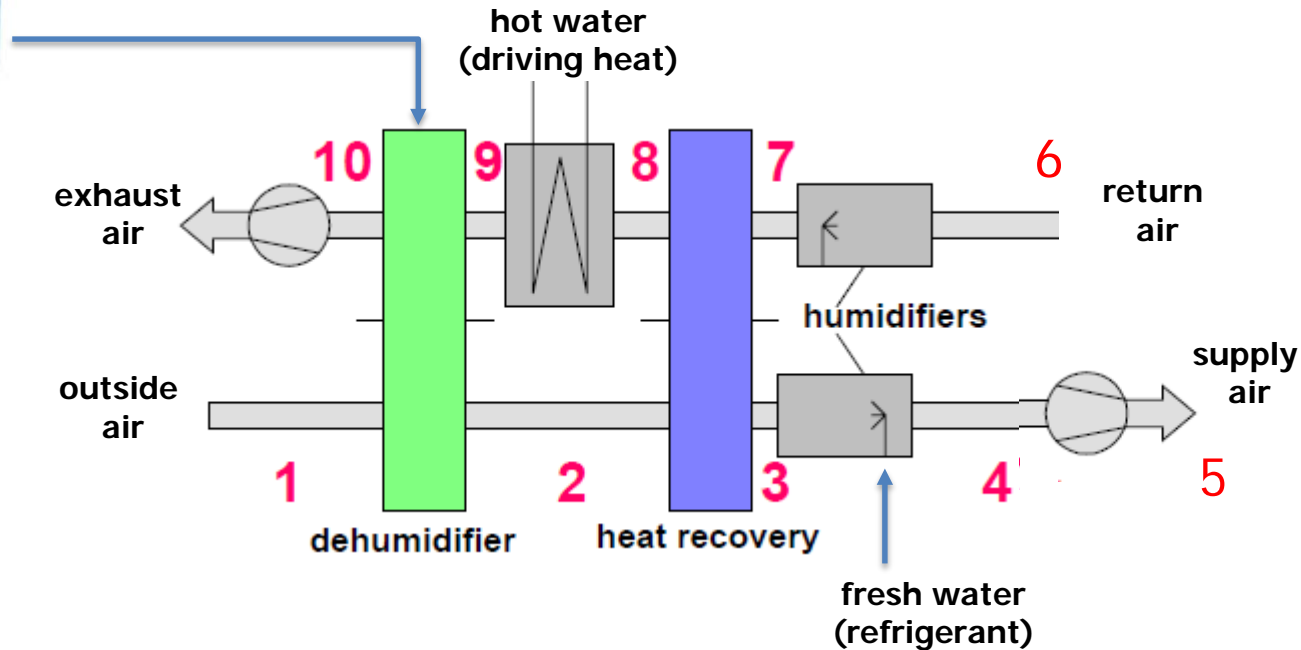


Pompe di calore ad azionamento termico: Condizionamento dell'aria



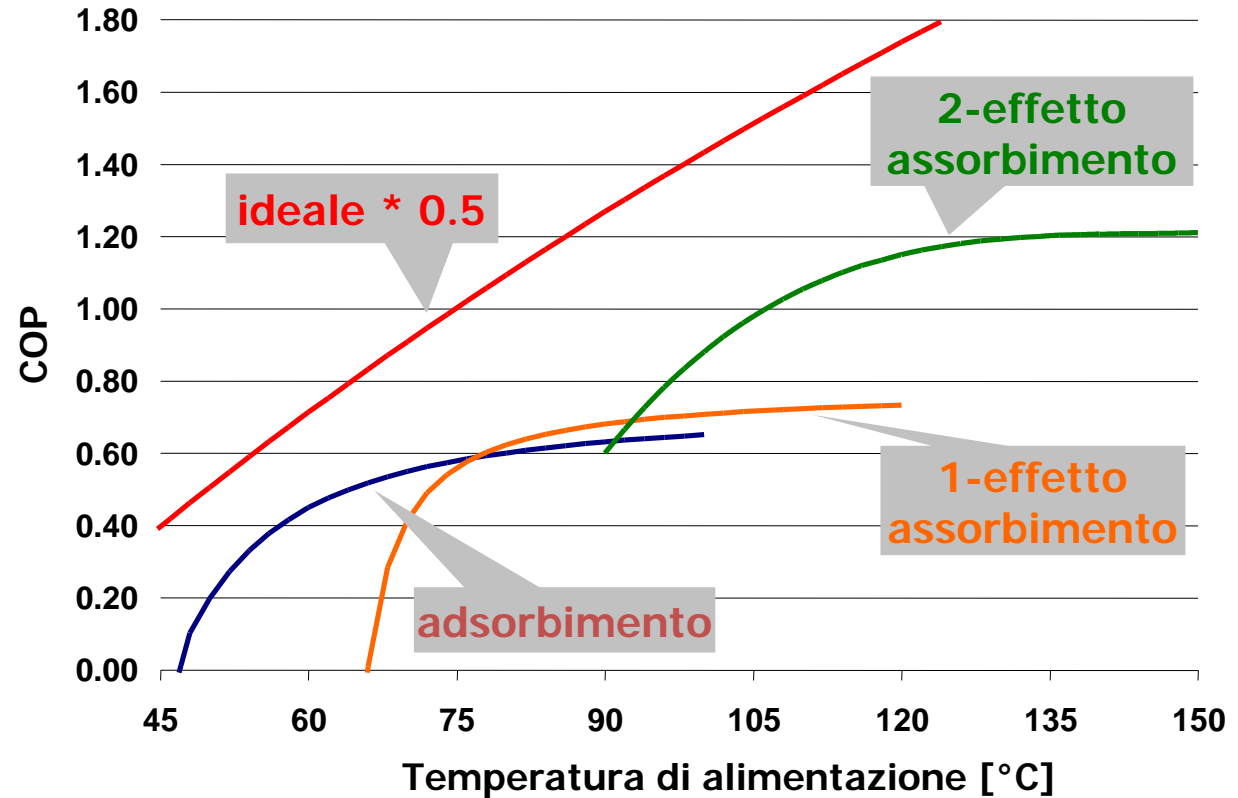
CICLI APERTI

DEC (Desiccant Evaporative Cooling)







Prestazioni dei gruppi frigo ad adsorbimento

$COP = \text{potenza frigorifera (output)} / \text{potenza termica (input)}$



temperatura acqua refrigerata: 8°C
temperatura acqua di raffreddamento: 28°C

Principali tecnologie disponibili sul mercato

| | Cicli chiusi Produzione acqua refrigerata | | Cicli aperti Condizionamento aria diretto | |
|--------------------------------------|---|--|---|---|
| Tipo di sorbente | solido | liquido | solido | liquido |
| |  |  |  |  |
| Tipici materiali in uso | Acqua - Silicagel, Ammoniaca – Sali A. | Acqua - LiBr Ammoniaca - acqua | Acqua - Silicagel, Acqua – Cl di Litio | Acqua –Cloruro di Calcio Acqua – Cloruro di Li |
| Tecnologie disponibili sul mercato | Macchine ad Adsorbimento | Macchine ad Assorbimento | Raff. Evaporativo con Ad-assorbimento | - |
| Potenza frigorifera [kW] | 7 - 430 kW | 4.5 kW fino >5 MW | 20 kW - 350 kW (pro Modul) | - |
| Produttori | Asia (grandi) Germania (piccoli) | USA, Asia; solo poche piccola capacità | pochi produttori di rotor; molti UTA | |
| Efficienza (COP) | 0.3-0.7 | 0.6-0.75 (1-effetto) < 1.2 (2-effetto) | 0.5 fino >1 | fino >1 |
| Tipiche temperature di alimentazione | 60-95°C | 80-110°C (1-effetto) 130-160°C (2-effetto) | 45-95°C | 45-70°C |
| Tecnologie solari | CTE, CP | CTE, coll. a concent. | CP, CA | CP, CA |

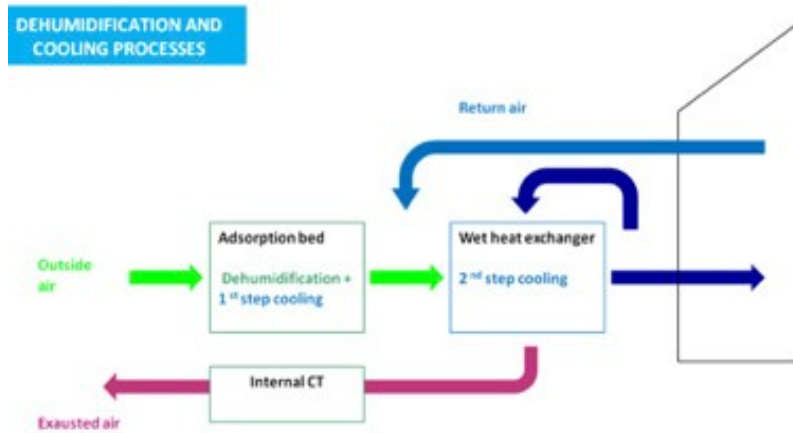
«Solar cooling», sperimentazione in alcune parti del mondo, Europa e Asia (2015, fonte: IEA Task 48)

Motivazione: refrigeranti naturali (GWP e ODP nulli), uso di fonte rinnovabile «RES cooling», ridotti consumi elettrici

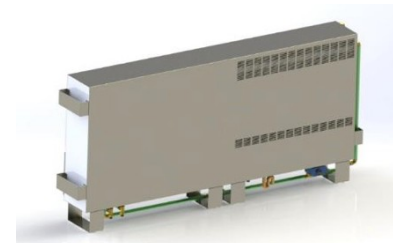
Esempi di «best practice»:

- Uffici, potenza frigorifera > 30 kW
- Ricerca della massima semplicità impiantistica
- Costo: 2000 €/kW
- Consumo elettrico: 1/12 energia frigorifera

- ❑ Chiller ad assorbimento acqua-ammoniaca di piccola taglia
- ❑ Chiller ad adsorbimento acqua-silica gel a basso costo
- ❑ Unità DEC compatte per uso domestico



Compact DEC unit
Heat input 65°C



Teleriscaldamento di 4^a generazione

- ❑ T rete < 70°C
- ❑ Generazione: calore di scarto, fonti rinnovabili
- ❑ Edifici a basso consumo (nuovi quartieri)
- ❑ DSM (accumulatore)

Unità DEC per la climatizzazione estiva:

- Bassa T drive (65°C)
- Compattezza
- Adsorbente = accumulo

