



**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»

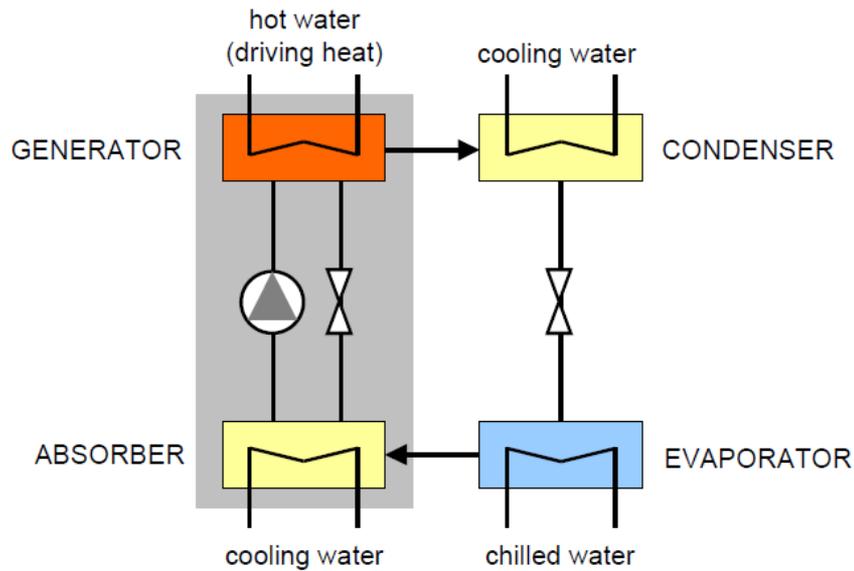
Acqua calda → Refrigerazione e Condizionamento

- 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

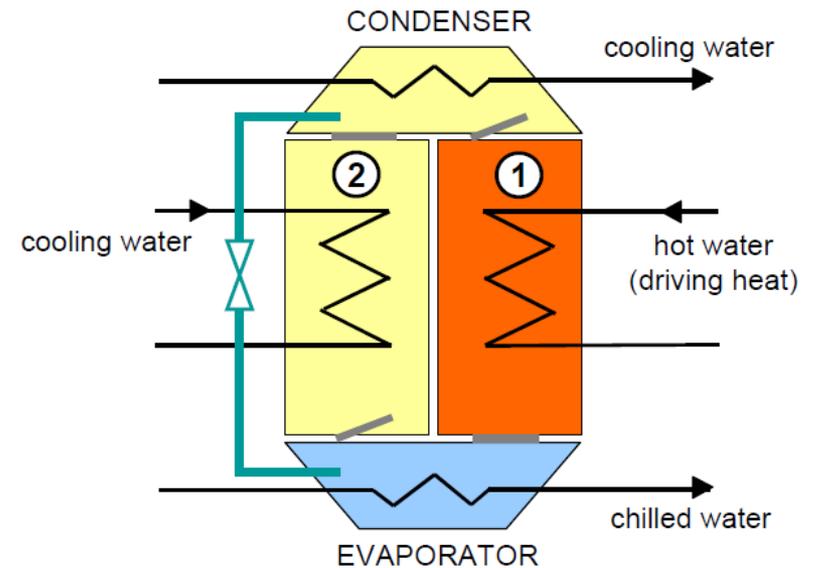
Pompe di calore ad azionamento termico: Chiller

CICLI CHIUSI

ASSORBIMENTO (LIQUIDO)



ADSORBIMENTO (SOLIDO)

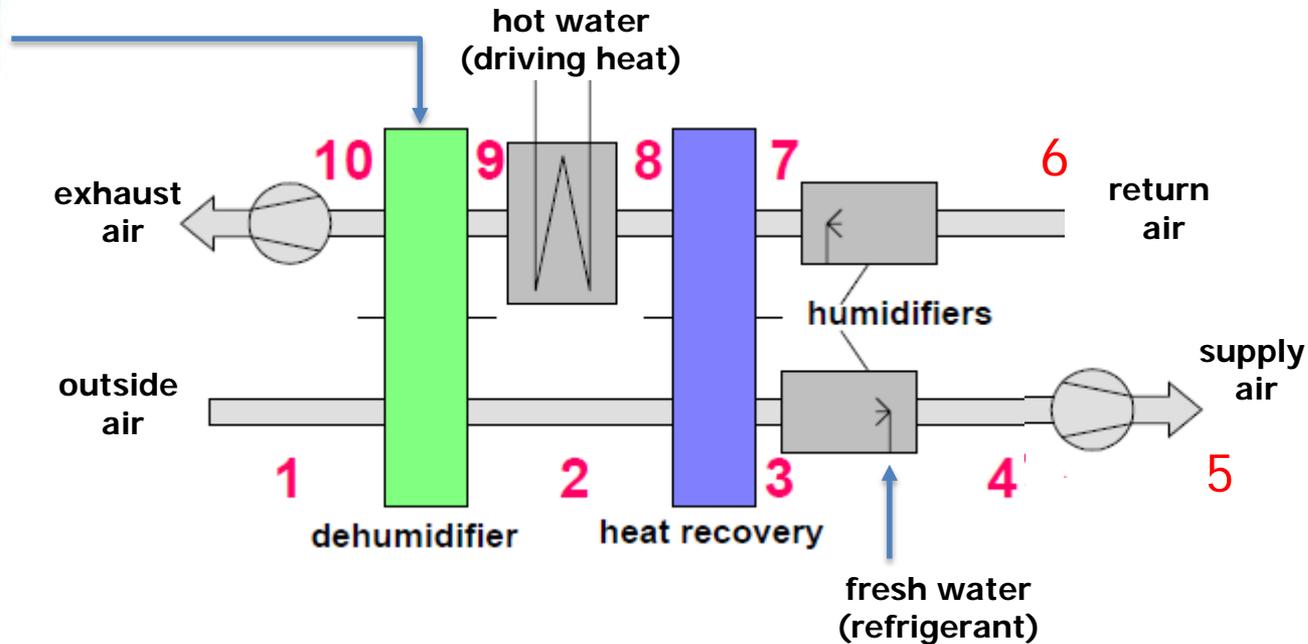


Pompe di calore ad azionamento termico: Condizionamento dell'aria



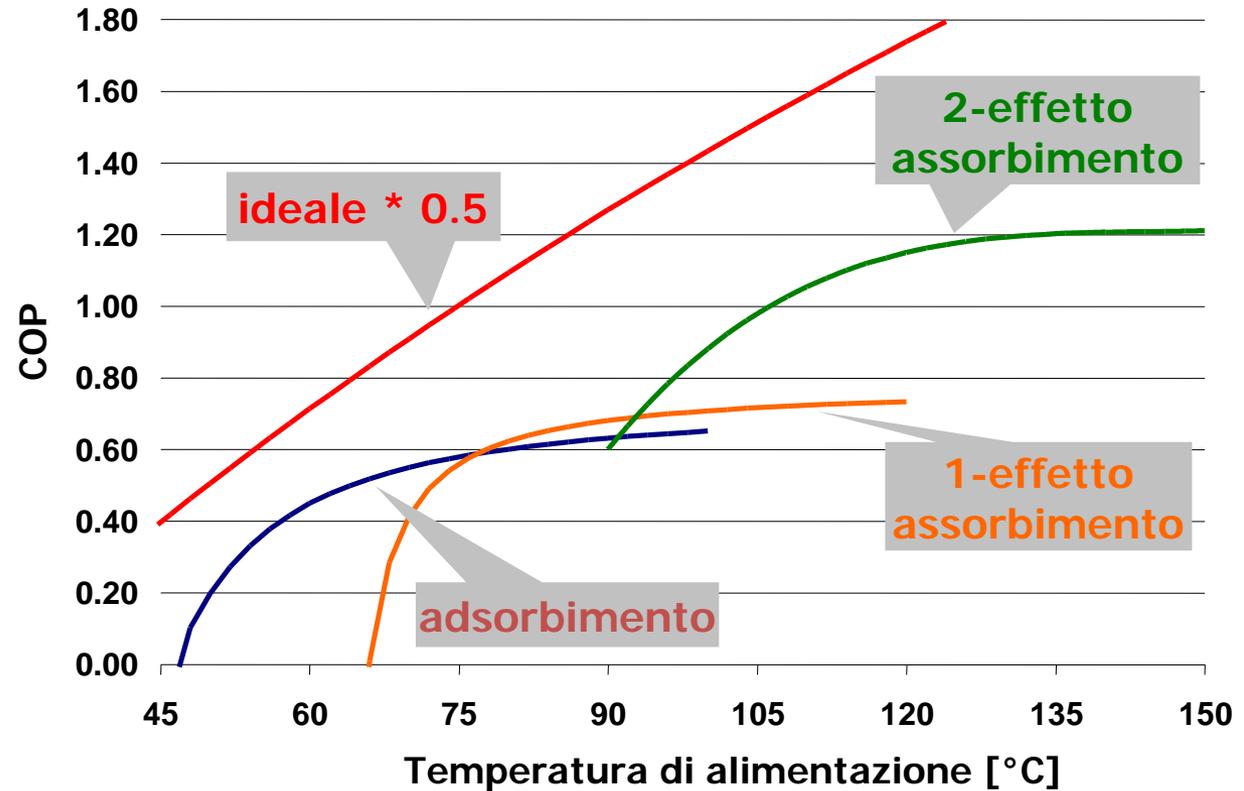
CICLI APERTI

DEC (Desiccant Evaporative Cooling)



Prestazioni dei gruppi frigo ad adsorbimento

COP = potenza frigorifera (output) / 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

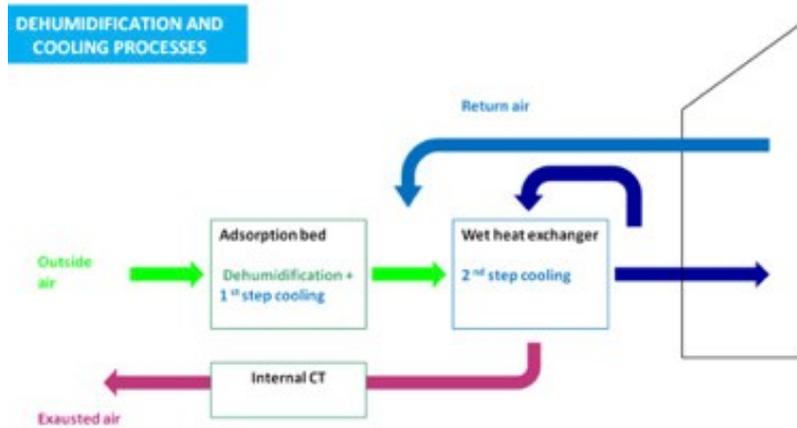
«Solar cooling», sperimentazione in alcune parti del mondo, Europa e Asia (2015, fonte: IEA Task 48)

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

