



# Heat Pumps in the Italian energy system

4th November 2009

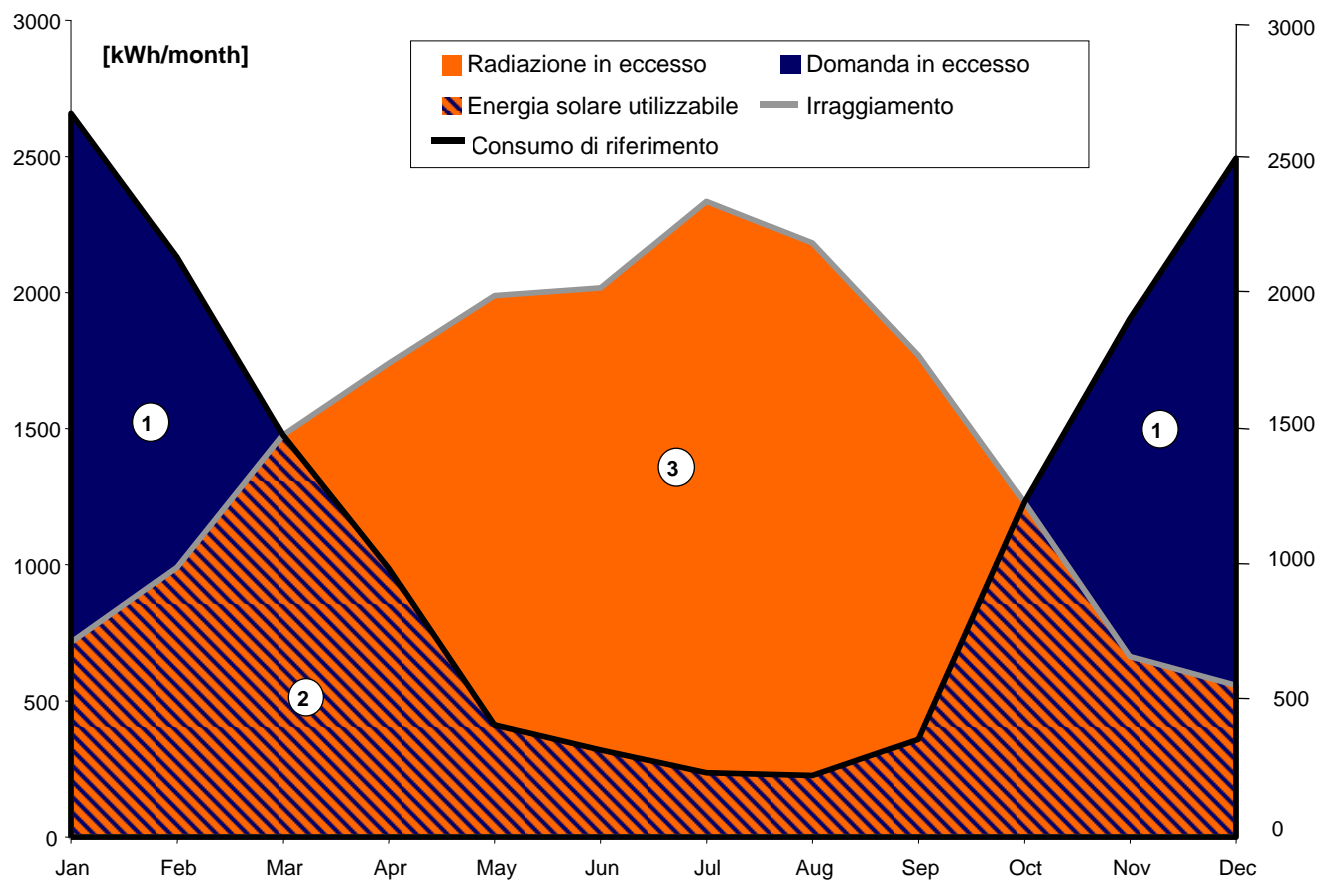
## LE APPLICAZIONI DEL SOLARE TERMICO IN ITALIA

RELATORE: Francesco Fontana

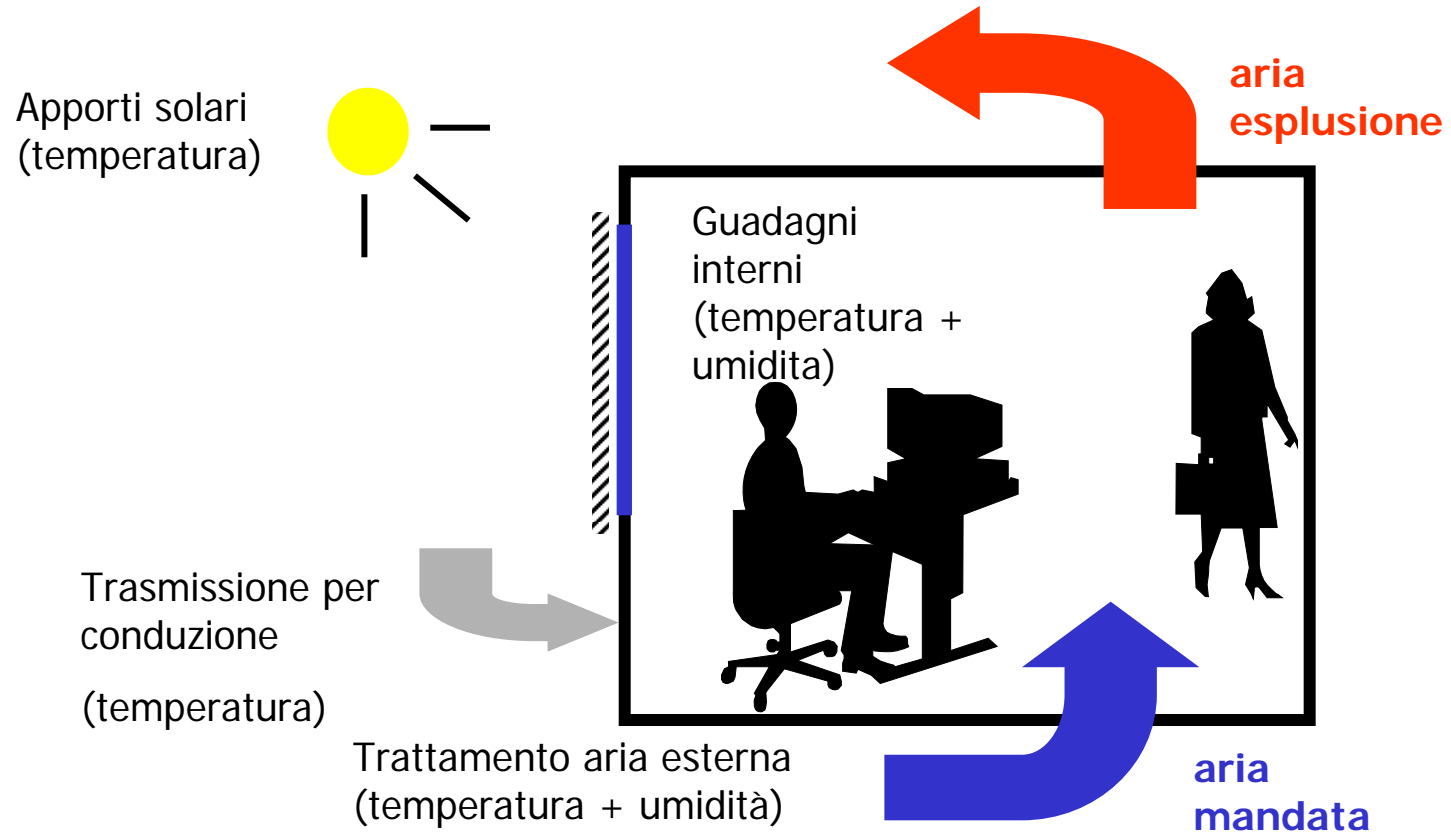
## 8. CENNI DI SOLAR COOLING

- Acqua calda sanitaria (ACS)
- Riscaldamento degli edifici + ACS
- Reti di teleriscaldamento
- Piscine
- Climatizzazione dell'aria/refrigerazione
- Utenze industriali

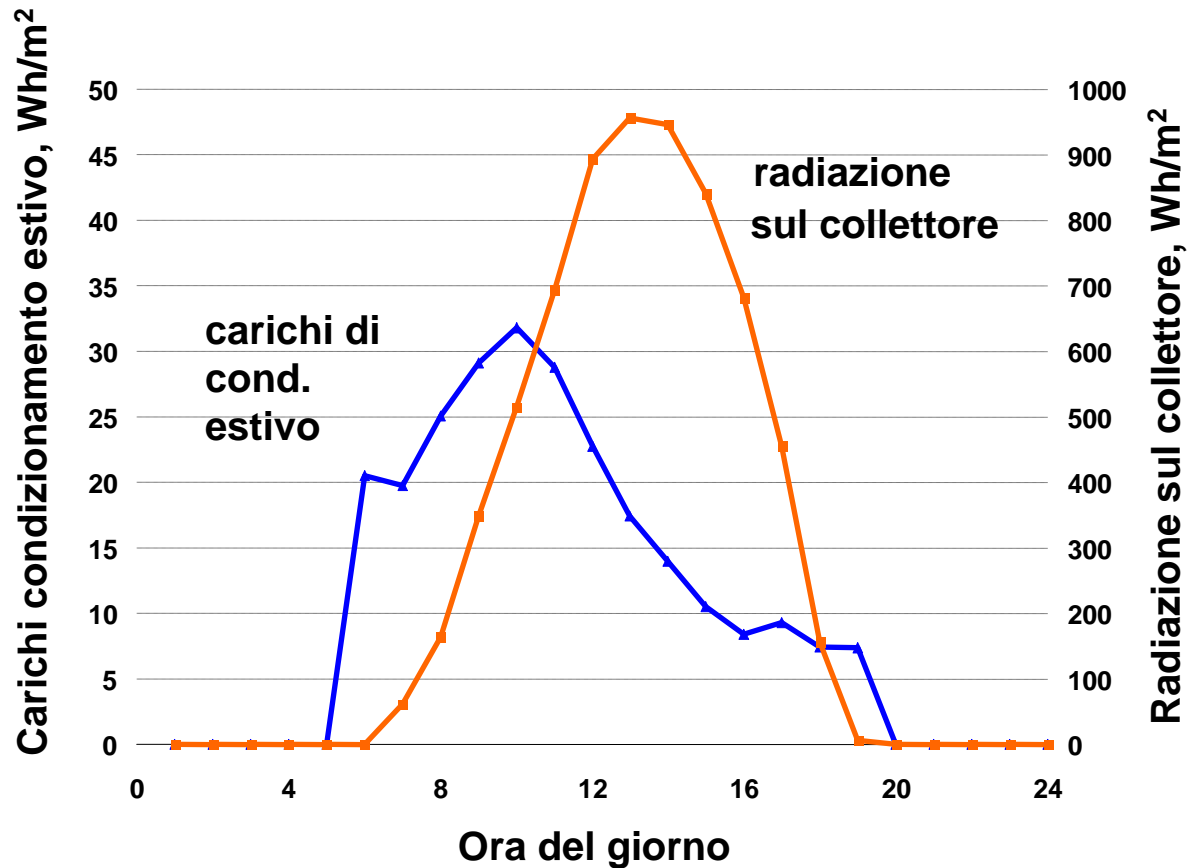
## Riscaldamento + ACS: domanda calore ed energia solare disponibile



## Carichi di condizionamento estivi



## Esempio profili giornalieri

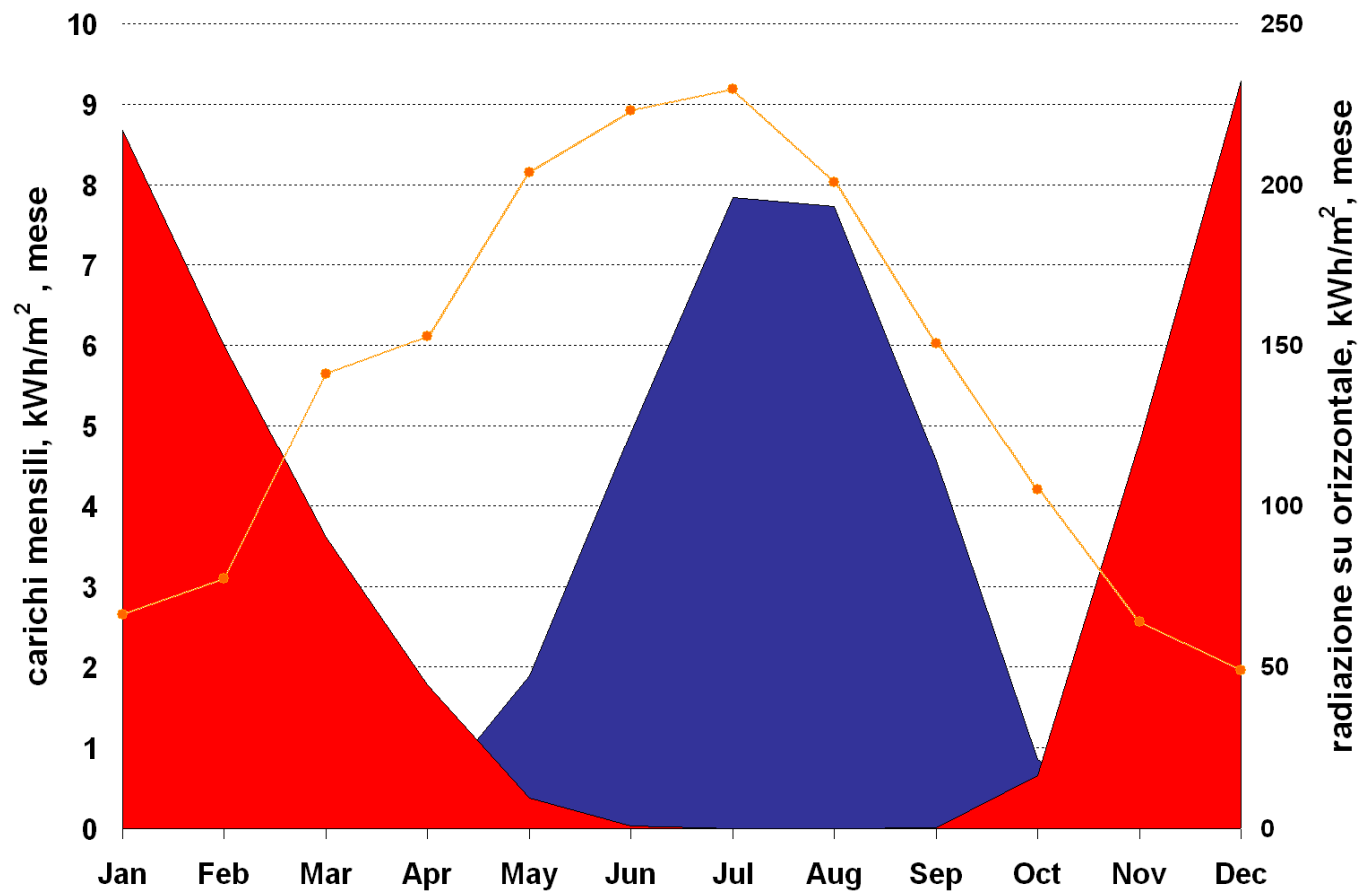


**Esempio:**

**Edificio uffici in  
Madrid**

**giorno di luglio**

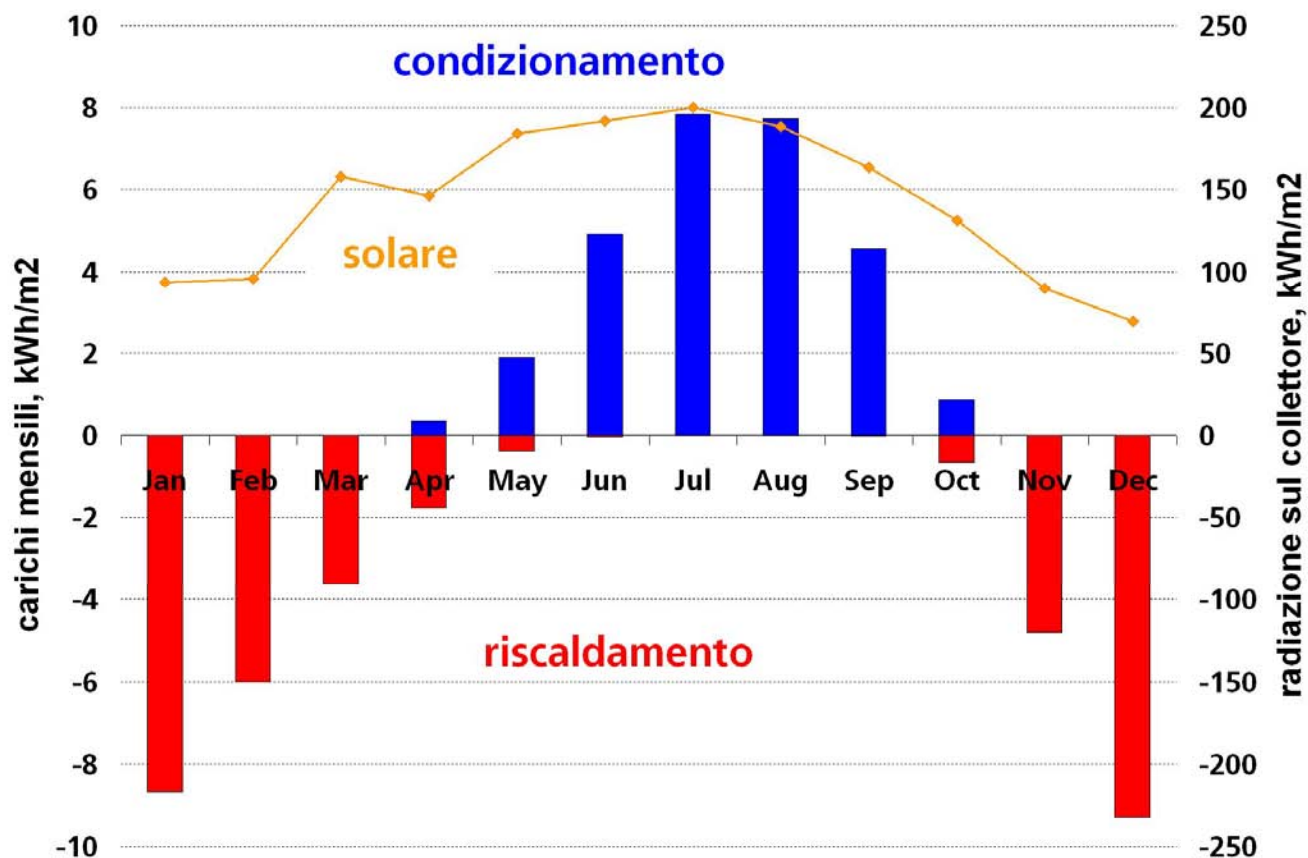
## Esempio profili annuali



**Esempio:**

**Edificio  
residenziale  
Napoli**

## Esempio profili annuali



**Esempio:**

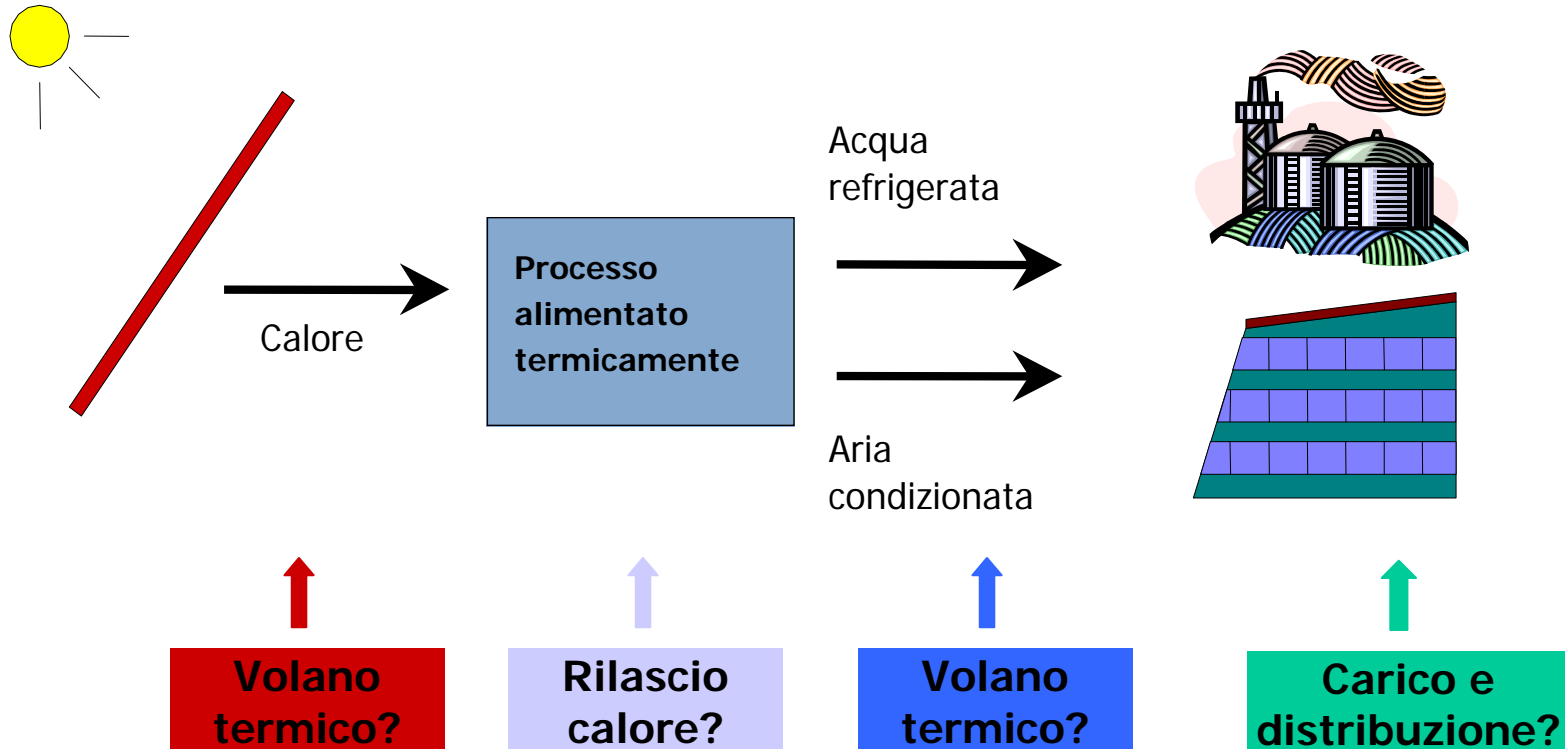
**Edificio uffici  
Madrid**

## Perchè usare l'energia solare per il condizionamento...

- **Carichi di condizionamento e guadagni solari sono in fase:** su base stagionale - il fabbisogno di condizionamento e' maggiore quando c'è più sole!!
- **Riduzione dei consumi finali:** risparmi in termini di energia primaria e riduzione dei picchi di potenza di elettricità dovuti al condizionamento (refrigerazione, deumidificazione)
- **Impianti solari termici:** miglior utilizzo degli impianti, utilizzare l'energia solare tutto l'anno. Ammortamento più rapido grazie alla possibilità di coprire più ampia parte del fabbisogno.



## Solar Cooling: schema generale







- Solar cooling: Condizionamento e refrigerazione
- Tipologie di impianto possono essere molto diverse

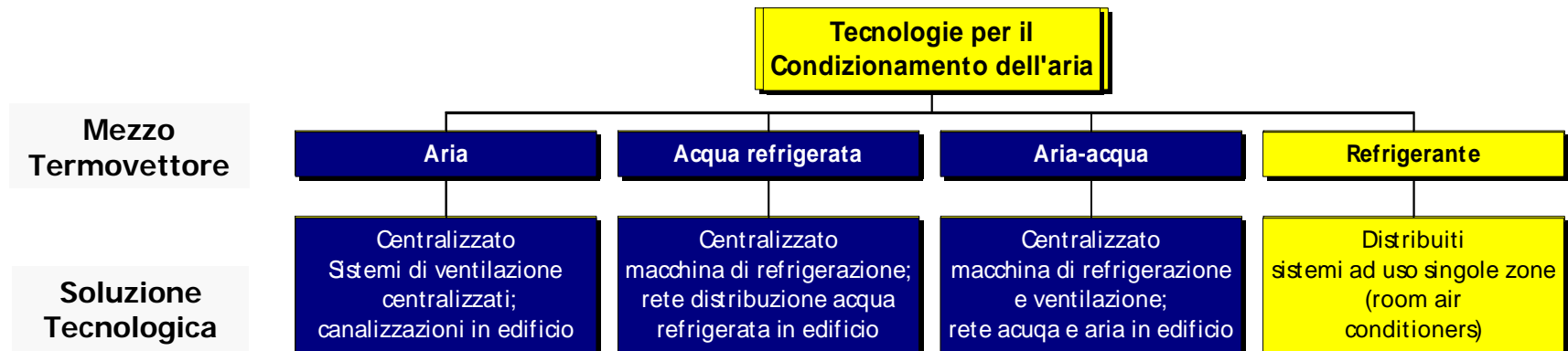
## **Tecnologie per sistemi “solar cooling”**

- **Sistemi a ciclo chiuso (macchine di refrigerazione alimentate ad energia termica)**
  - Macchine ad **assorbimento** (80% mercato) e ad **adsorbimento**
  - Usati nella maggior parte dei casi per la produzione di acqua fredda
  - Qualsiasi tecnologia di distribuzione del freddo (e.g. Sistemi di ventilazione, fan-coils, superfici radianti,...)
- **Sistemi a ciclo aperto basati su combinazione raffreddamento evaporativo e deumidificazione (sistemi DEC)**
  - trattamento diretto dell'aria
  - Sempre necessario rete distribuzione del freddo basato su sistema di ventilazione
  - Sistemi sul mercato usano scambiatori rotativi o materiale adsorbente in forma liquida

## Tecnologie disponibili sul mercato

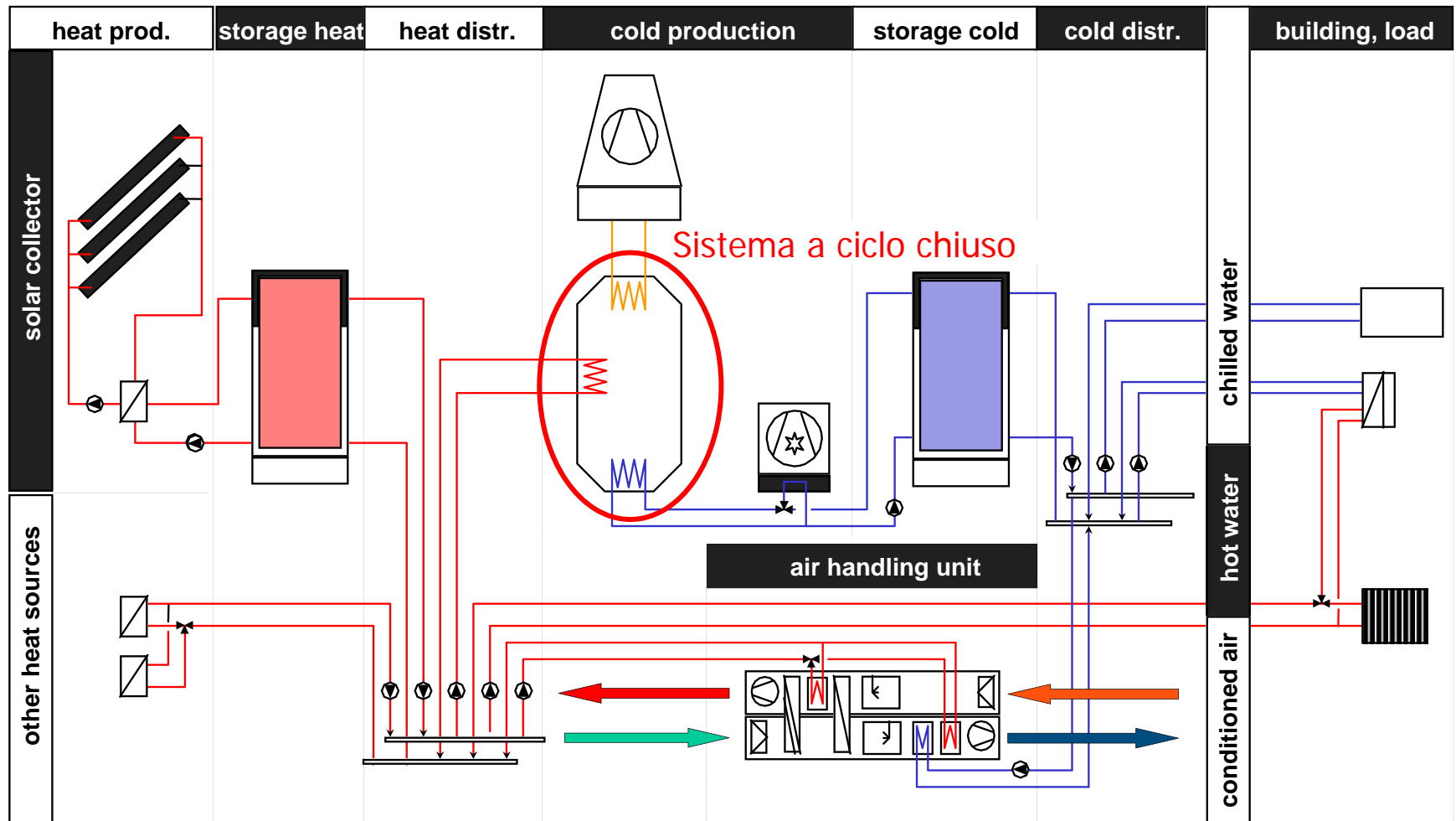
	Cicli chiusi Produzione acqua refrigerata		Cicli aperti Condizionamento aria diretto	
Tipo di sorbente	solido	liquido	solido	liquido
				
Tipici materiali in uso	Acqua - Silicagel, Ammoniaca – Sali A.	Acqua - LiBr, Ammoniaca - acqua	Acqua - Silicagel, Acqua – Cl di Litio	Acqua – Cloruro di Calcio Acqua – 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	2 produttori giapponesi	USA, Asia; solo poche piccola capacità	ca. 5 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

## Classificazione delle tecnologie

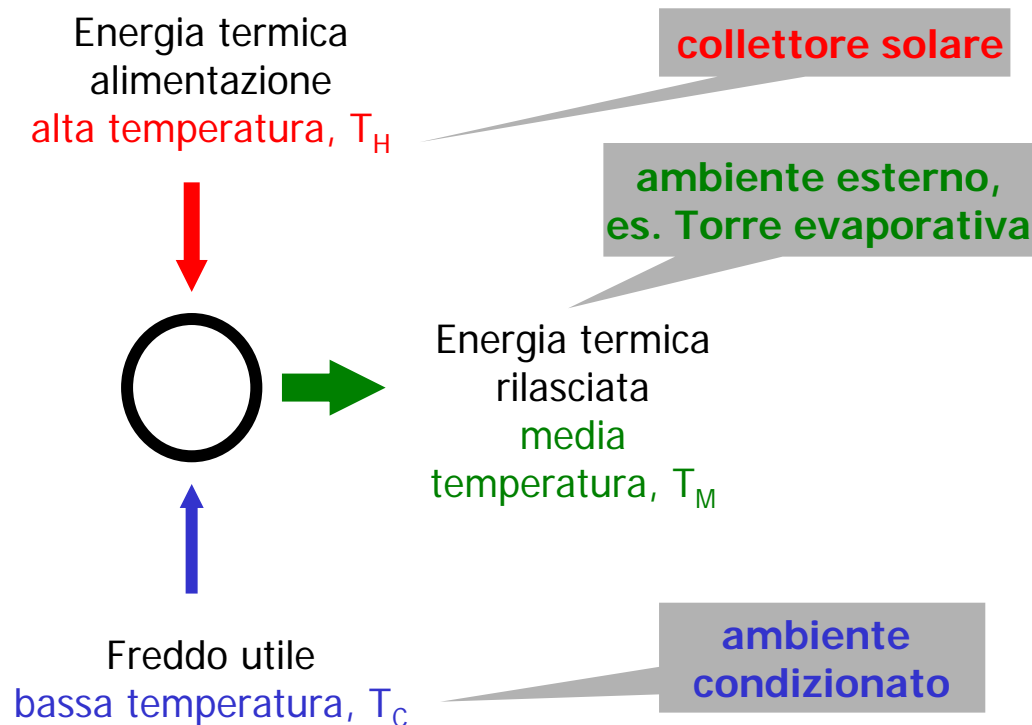


- oggi non sono disponibili soluzioni tecnologiche che consentano di sostituire i sistemi distribuiti con sistemi alimentati ad energia solare termica
- solo sistemi centralizzati possono essere oggetto di applicazioni basate sullo sfruttamento di energia termica (solare)

# Componenti sistema Solar cooling



## Schema ciclo di condizionamento



Coefficient of Performance  
( $COP_{\text{termico}}$ )  
=  
$$\frac{\text{freddo utile}}{\text{calore alim.}}$$

# Efficienza globale del "solar cooling"

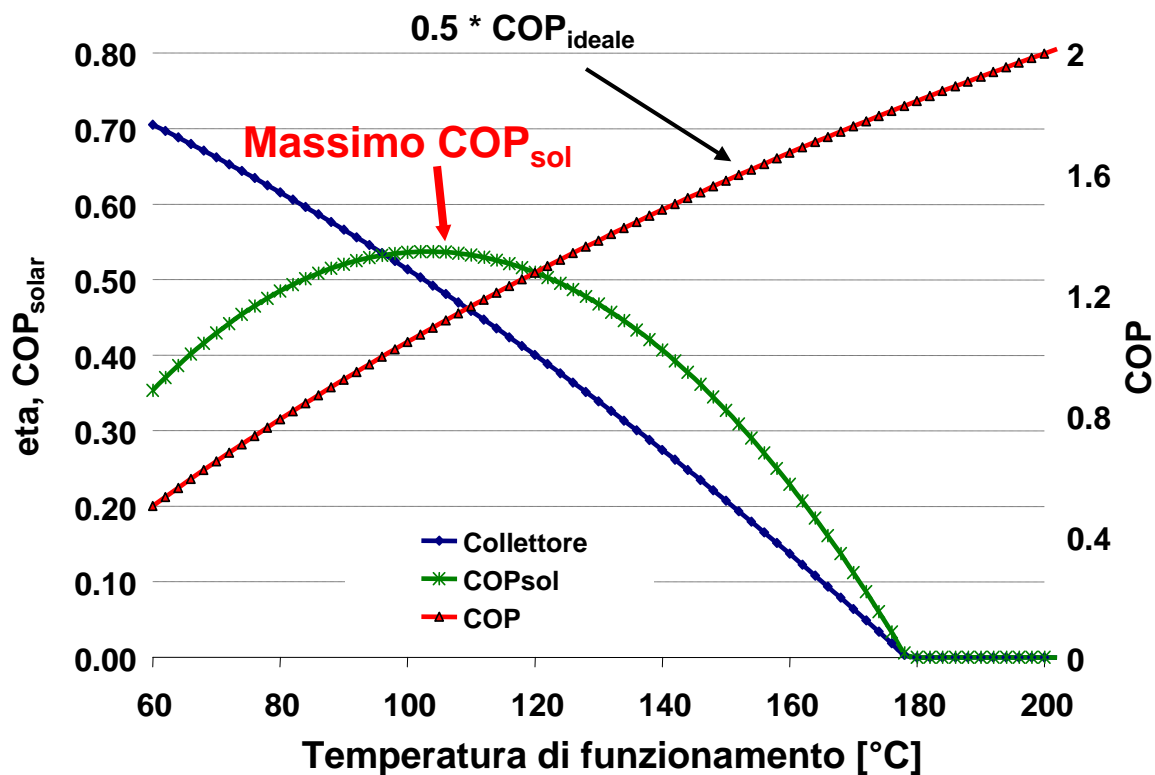
## Esempio

Collettori piani con  
superficie selettiva

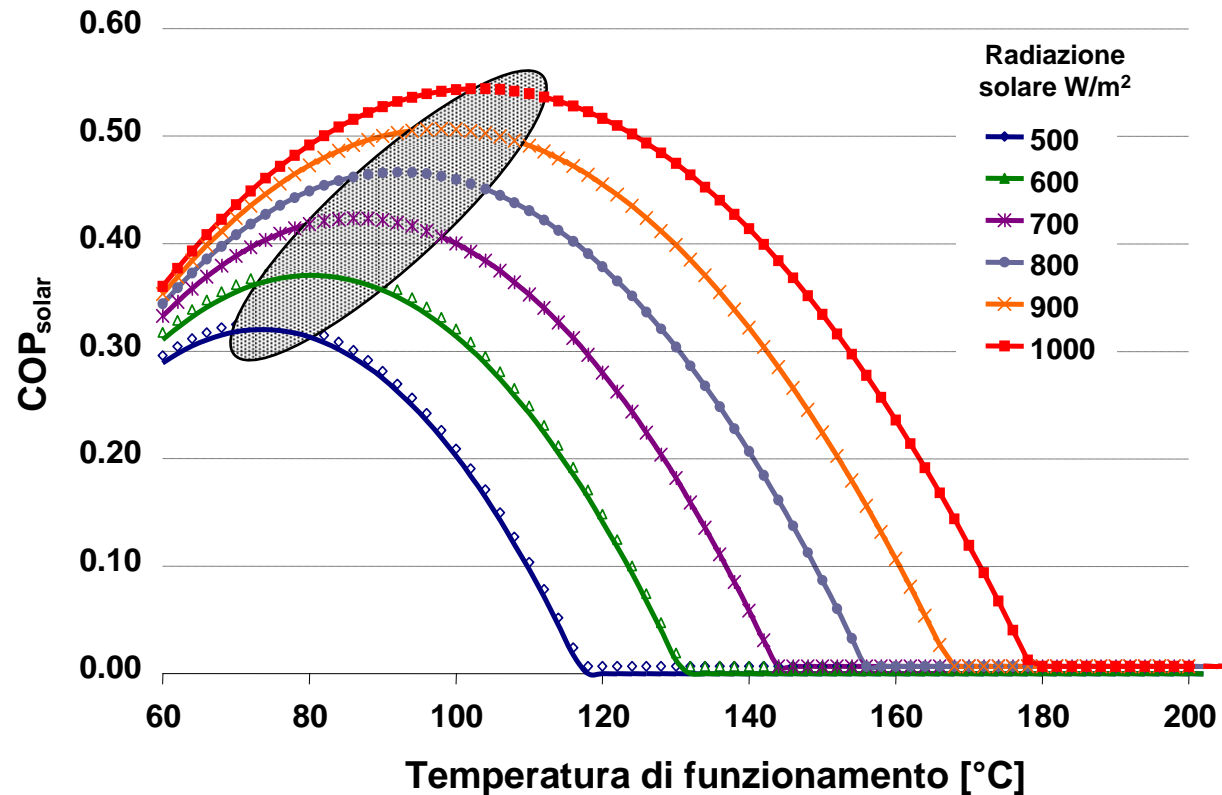
Radiazione  
1000 W/m<sup>2</sup>

$$\text{COP} = 0.5 * \text{COP}_{\text{ideale}}$$

$$\text{COP}_{\text{sol}} = \text{COP}_{\text{termico}} * \eta_{\text{collettore}}$$



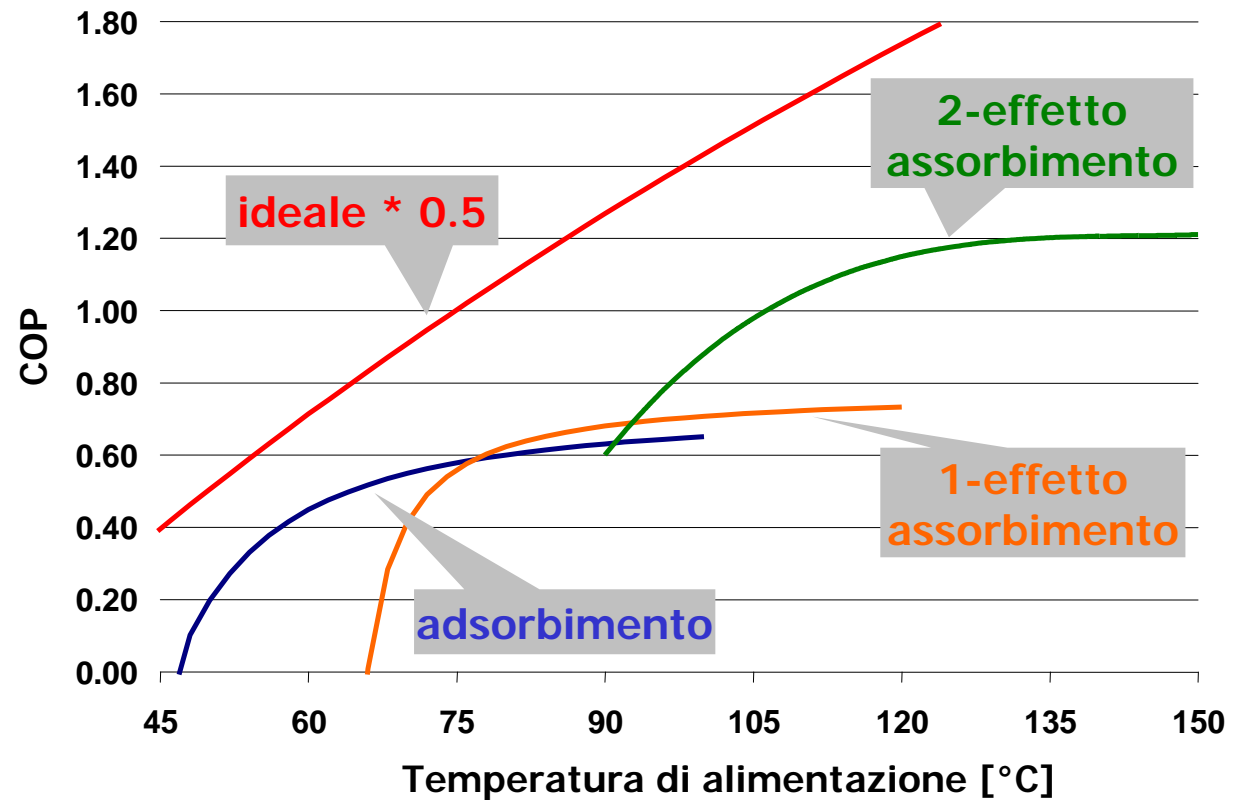
## Efficienza globale del "solar cooling"



==> temperatura di  
ottimo a cui fornire  
energia termica  
dipende dalla  
radiazione incidente



## COP di gruppi refrigeranti ad acqua



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

**Aroace** — MAYA



## **WFC-SC 10**

**Assorbitore ad Acqua Calda**

**Potenza frigorifera 35 kW**

**CHILLED WATER**

**Inlet = 12.5 °C**

**Outlet = 7.0 °C**

**COOLING WATER**

**Inlet = 31 °C**

**Outlet = 35.5 °C**

**HEAT MEDIUM WATER**

**Inlet = 88 °C**

**Outlet = 83 °C**

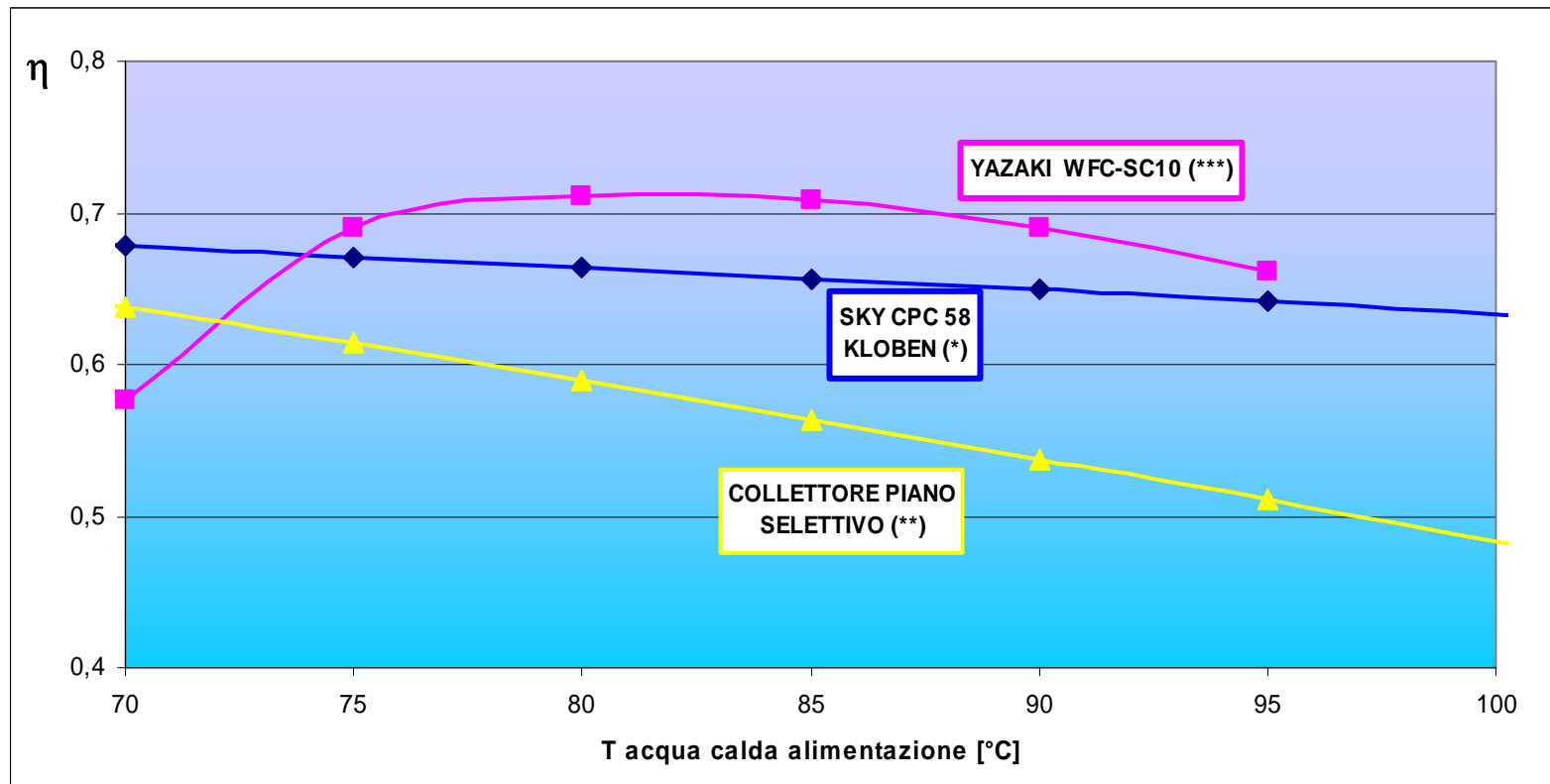
**YAZAKI**

Fonte: Maya SPA

**ELECTRICAL**

**400Volt AC 3Phase 50 Hertz -210 W**

## Efficienza globale del "solar cooling"



(\*) Test report 07COL623\_1 - ITW Stuttgart

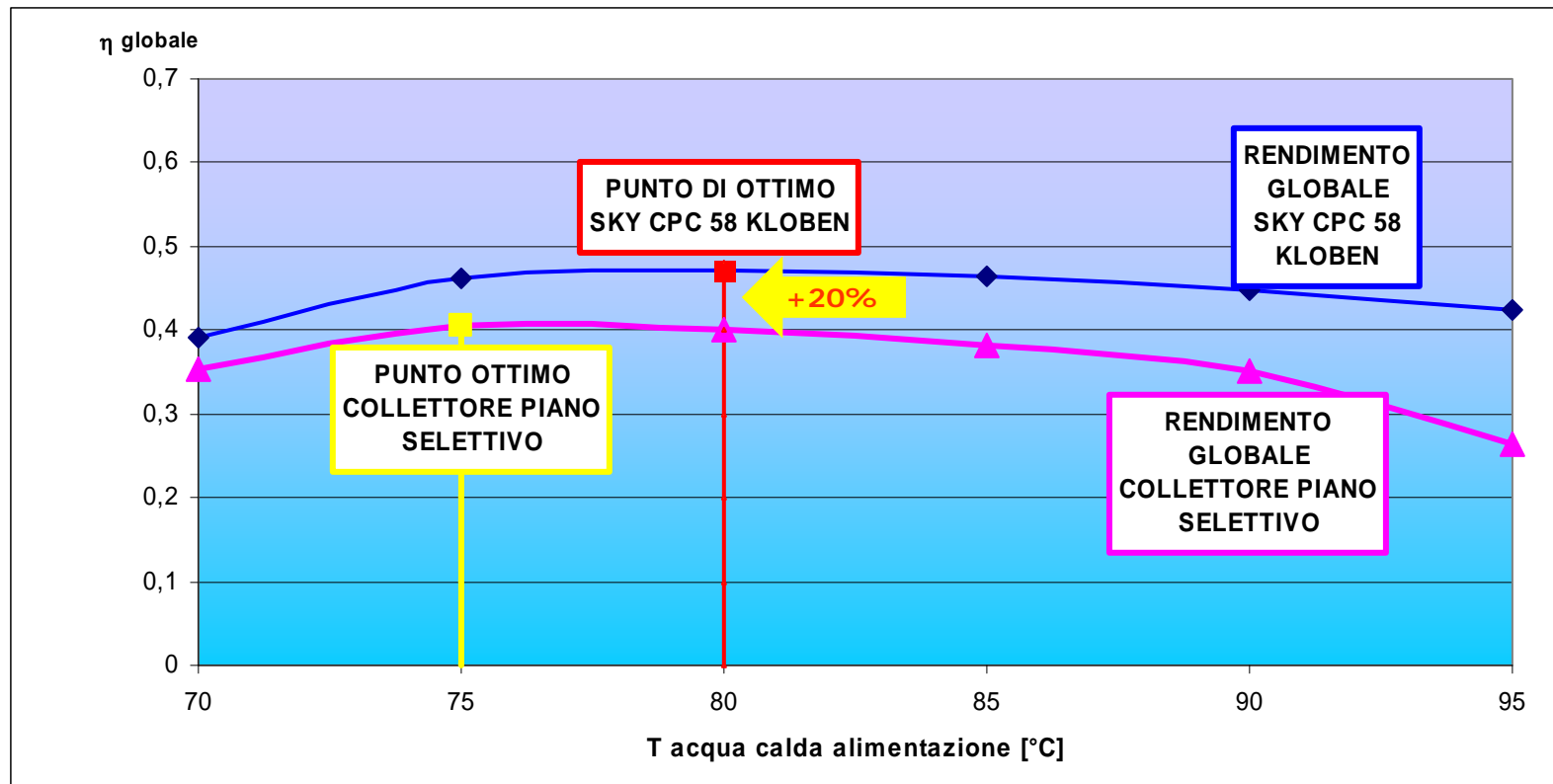
(\*\*) Test report 03/06 D und 03/06 Q – ISFH Emmerthal

(\*\*\*) Maya - Specifiche tecniche WFC-SC 10, 20 & 30

T<sub>amb.</sub> = 30 °C

G = 1000 W/m<sup>2</sup>

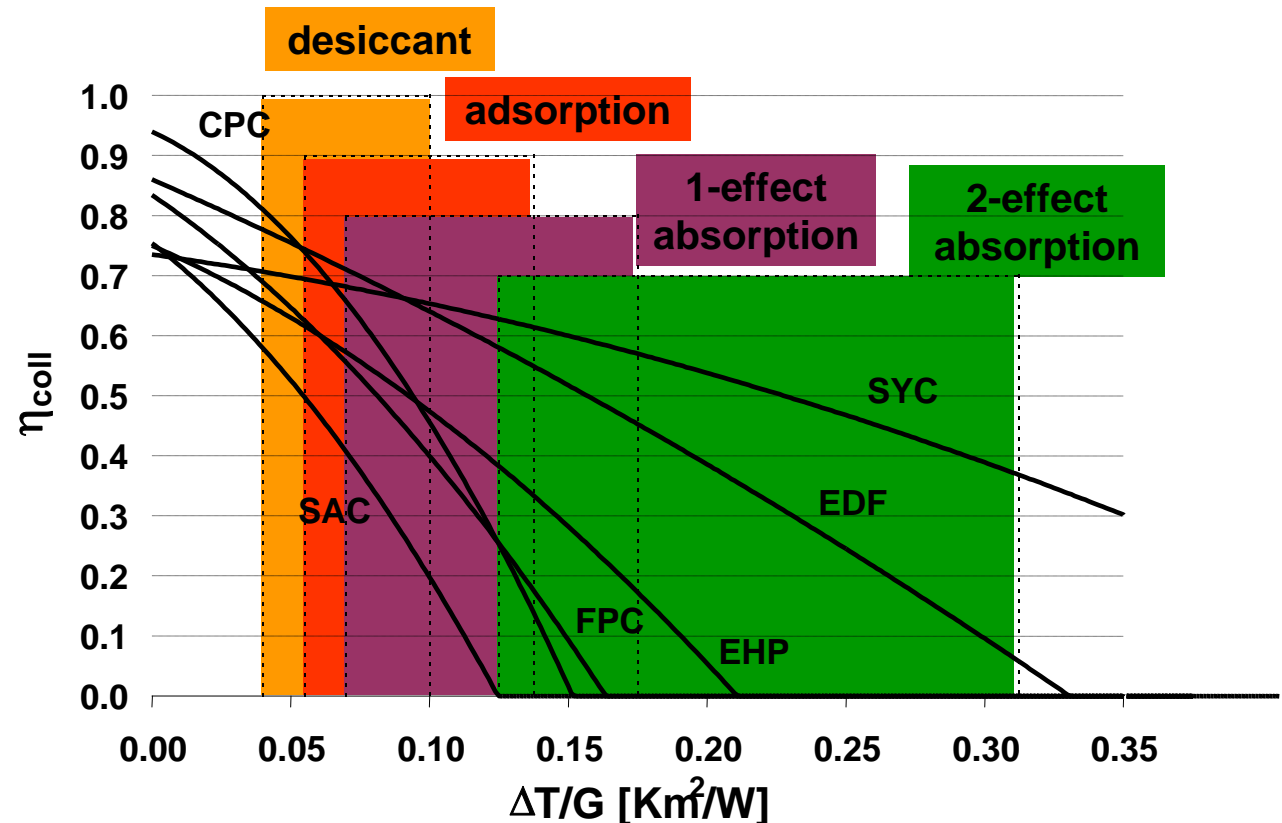
## Punto di ottimo del "solar cooling"



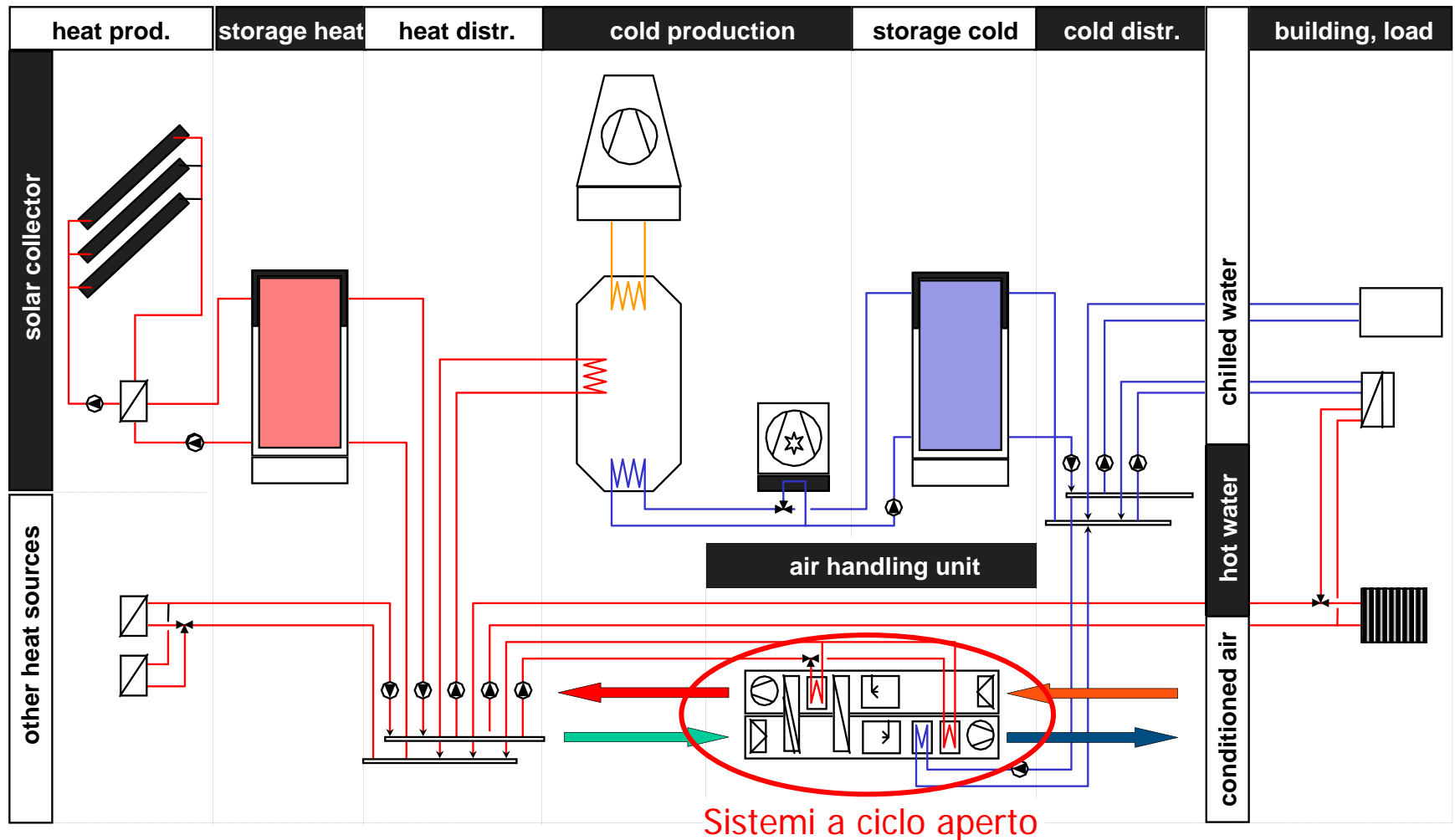
$T_{amb.} = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$   
 $G = 1000 \text{ W/m}^2$

# Collettori Solari e refrigerazione alimentata ad energia termica

**SAC** = collettori aria  
**CPC** = stationary CPC  
**FPC** = collettori piani sup. selettiva  
**EHP** = Tubi evacuati heat-pipe  
**EDF** = Tubi evacuati flusso diretto  
**SYC** = Concentratori stazionari, Sydney-type



# Solar cooling system components



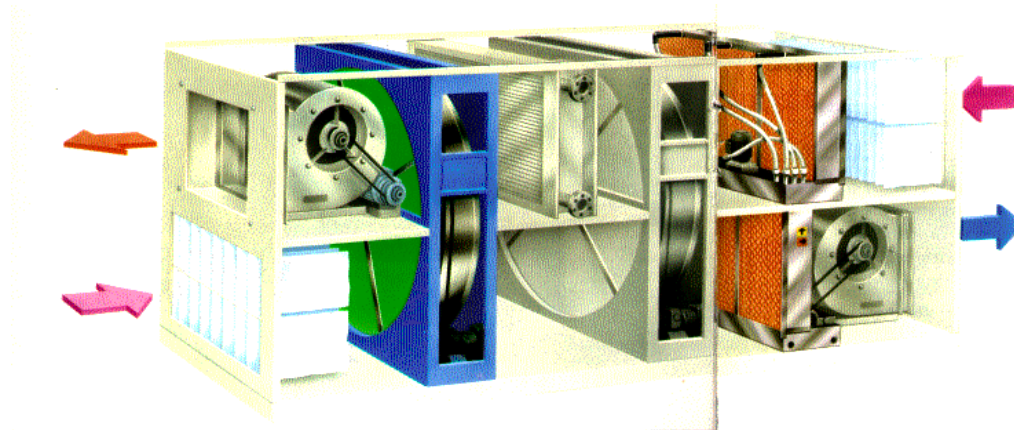
## Sistemi DEC (Desiccant and evaporative cooling systems)

- Sistemi DEC sono utilizzati per il trattamento diretto dell'aria
- Processo consiste in una combinazione di raffreddamento evaporativo e deumidificazione attraverso materiali igroscopici
- Il potenziale del raffreddamento evaporativo è aumentato dal processo di deumidificazione dell'aria
- Un sistema DEC sostituisce una convenzionale unità di trattamento aria senza utilizzare sistemi convenzionali a compressione

## Sistemi DEC (Desiccant and evaporative cooling systems)

### ■ Due gruppi di tecnologie

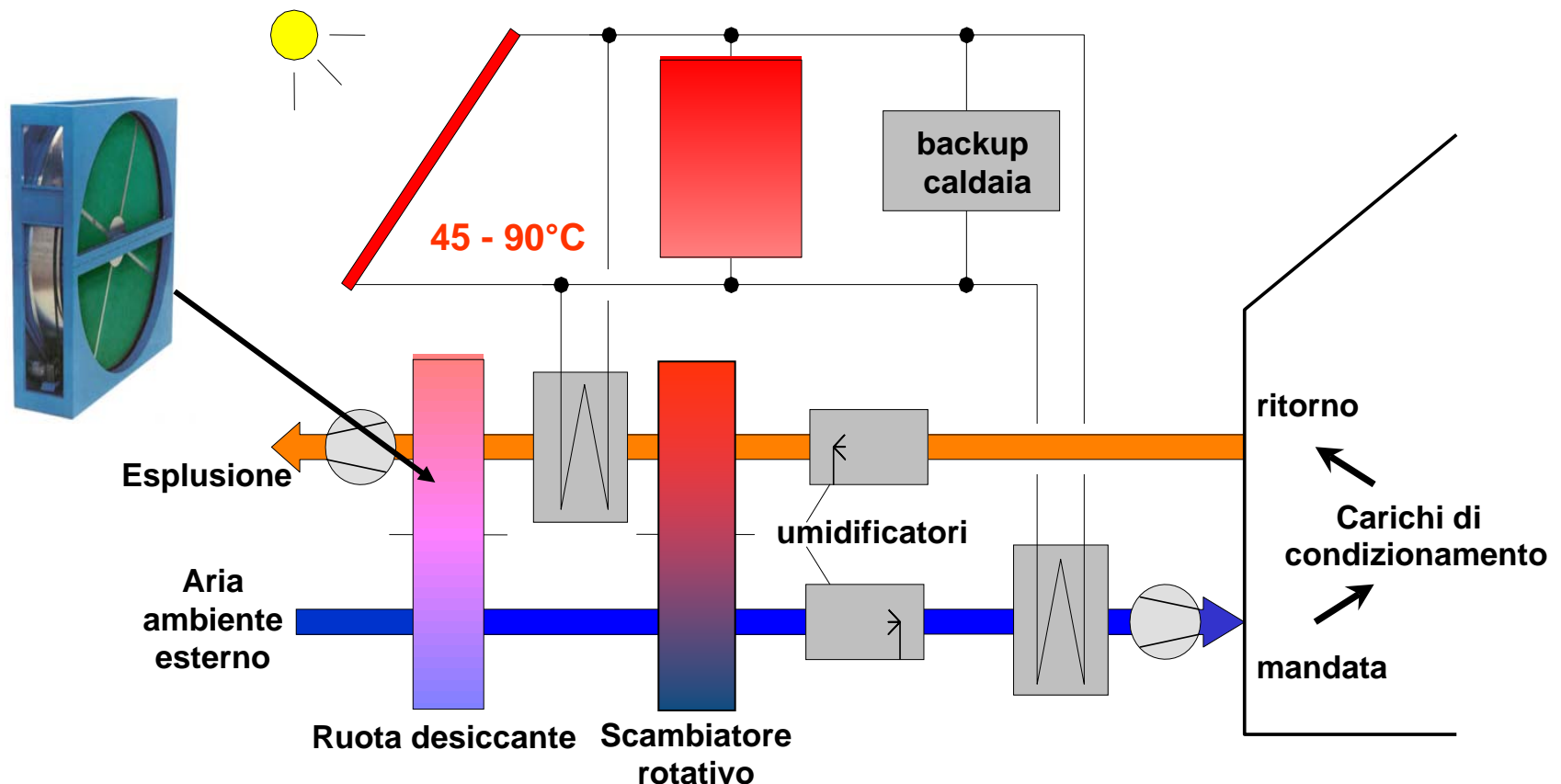
- *Sistemi a deumidificatore rotativo*: rotori disponibili in vasta gamma di dimensioni prodotti da diverse industrie nel mondo; materiale adsorbente gel di silicato o cloruro di litio; cycle adattabile a diverse condizioni climatiche.



- *Sistemi a letto fisso*: pochissime realizzazioni, impianti pilota
- *Sistemi a desiccante liquido*: pochi impianti pilota; in quasi tutti i casi LiCl e' il materiale desiccante



## Schema di sistema DEC (es. Europa Centrale)



## Esempi: rotori deumidificanti



Fonte: Fhg – ISE

# IMPIANTI DI SOLAR COOLING REALIZZATI



# IMPIANTI DI SOLAR COOLING



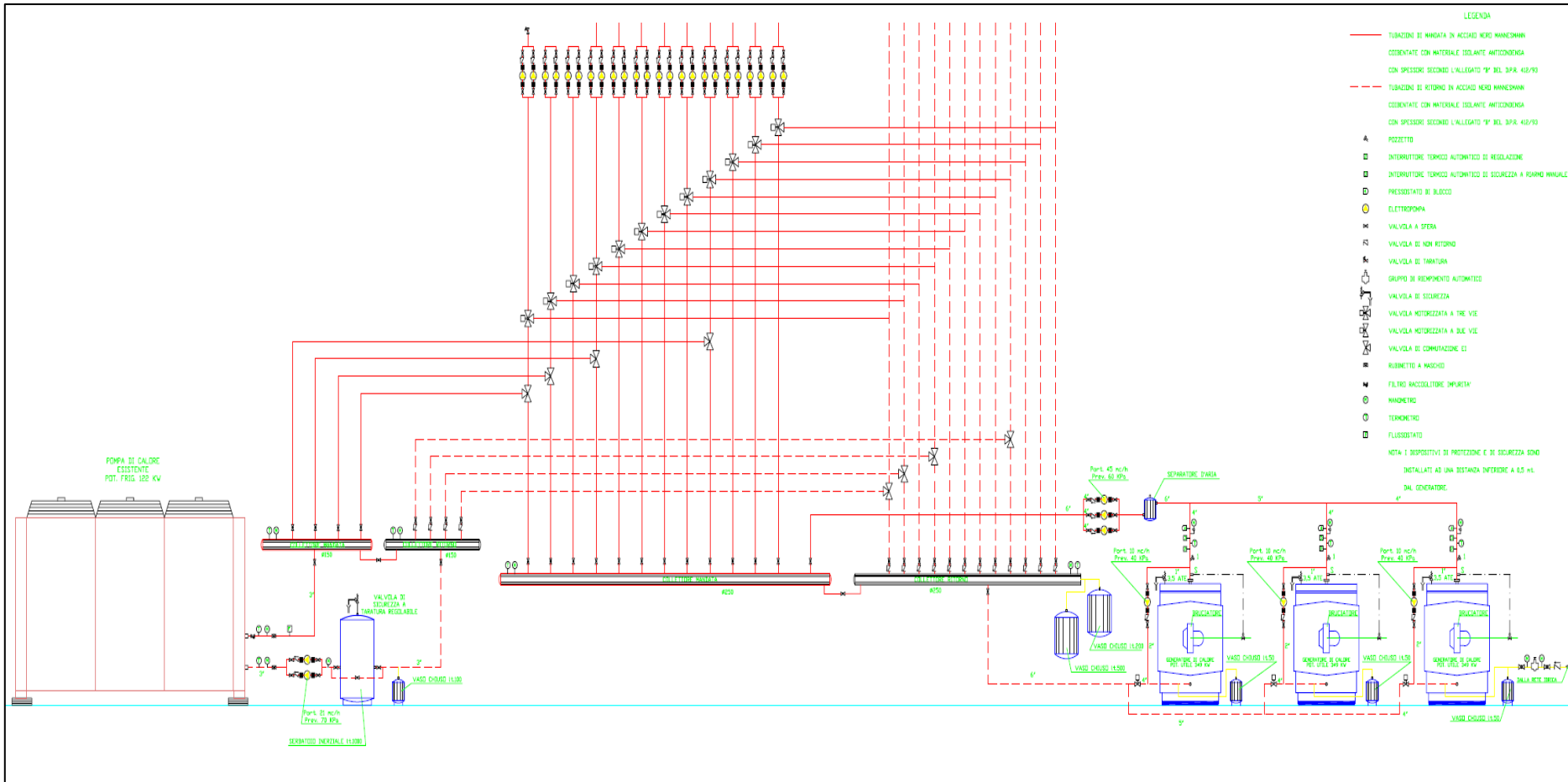
<b>CLIENTE:</b>	<b>CURIA DI VALLO DELLA LUCANIA:</b> <b>(CONDIZIONAMENTO DELLA SALA RISTORANTE DEL SEMINARIO)</b>
<b>LOCALITA':</b>	<b>VALLO DELLA LUCANIA (SA)</b>
<b>TIPOLOGIA:</b>	<b>IMPIANTO COMBINATO DI SOLAR COOLING</b>
<b>SUPERFICIE SOLARE:</b>	<b>145,2 m<sup>2</sup> (91,76 kW<sub>p</sub>) = 44 SP 21</b>
<b>ACCORGIMENTI :</b>	<b>MACCHINA AD ASSORBIMENTO YAZAKI WFC 10 DA 35 kW, INTEGRAZIONE RISCALDAMENTO</b>
<b>ANNO INSTALLAZIONE:</b>	<b>2005</b>





- **Impianto Originale**
- Integrazione impianto solare (riscaldamento)
- Integrazione modulo ad assorbimento (raffrescamento)
- Disposizione collettori solari

## Impianto originale



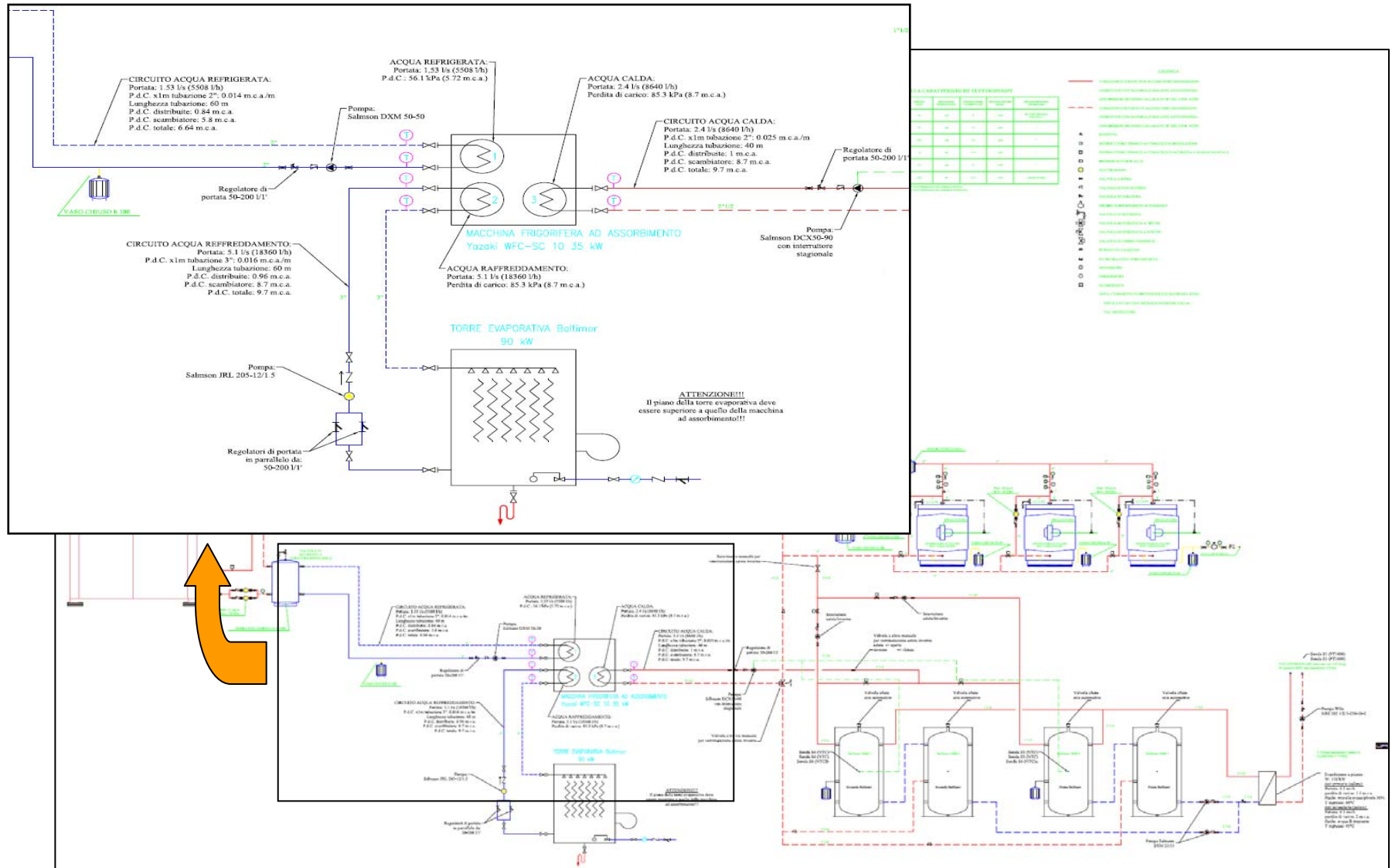
- Impianto Originale
- Integrazione impianto solare (riscaldamento)
- Impianto con integrazione modulo ad assorbimento per raffrescamento
- Disposizione collettori solari



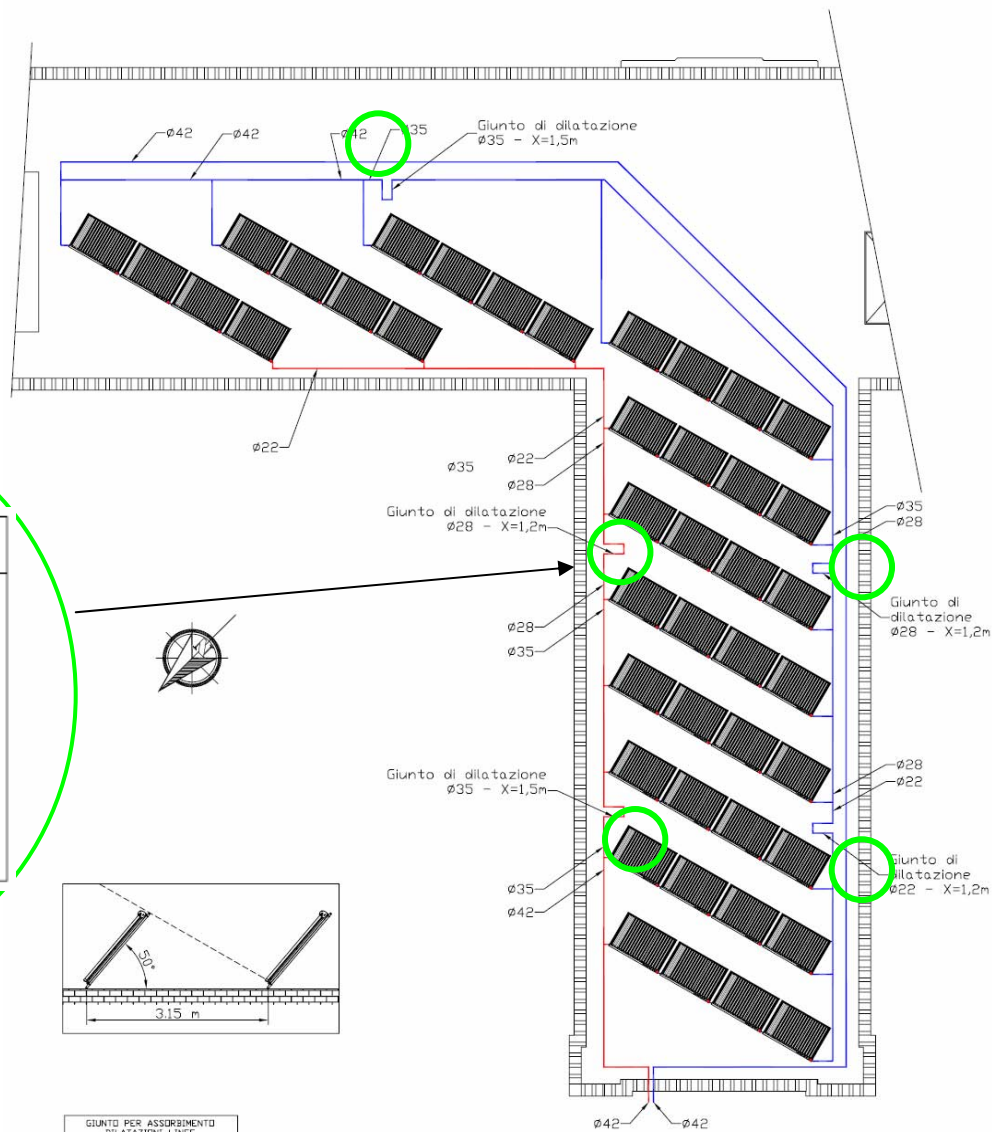


- Impianto Originale
- Integrazione impianto solare (riscaldamento)
- Integrazione modulo ad assorbimento (raffrescamento)
- Disposizione collettori solari

## Impianto con integrazione modulo ad assorbimento per raffrescamento



- Impianto Originale
- Integrazione impianto solare (riscaldamento)
- Impianto con integrazione modulo ad assorbimento per raffrescamento
- **Disposizione collettori solari**











# IMPIANTI DI SOLAR COOLING

<b>CLIENTE:</b>	<b>POLISTUDIO AES</b>
<b>LOCALITA':</b>	<b>RICCIONE (RN)</b>
<b>TIPOLOGIA:</b>	<b>IMPIANTO COMBINATO DI SOLAR COOLING</b>
<b>SUPERFICIE SOLARE:</b>	<b>108,9 m<sup>2</sup> (68,82 kW<sub>p</sub>) = 33 SP 21</b>
<b>ACCORGIMENTI :</b>	<b>MACCHINA AD ASSORBIMENTO YAZAKI WFC 10 DA 35 kW, INTEGRAZIONE RISCALDAMENTO</b>
<b>ANNO INSTALLAZIONE:</b>	<b>2007</b>

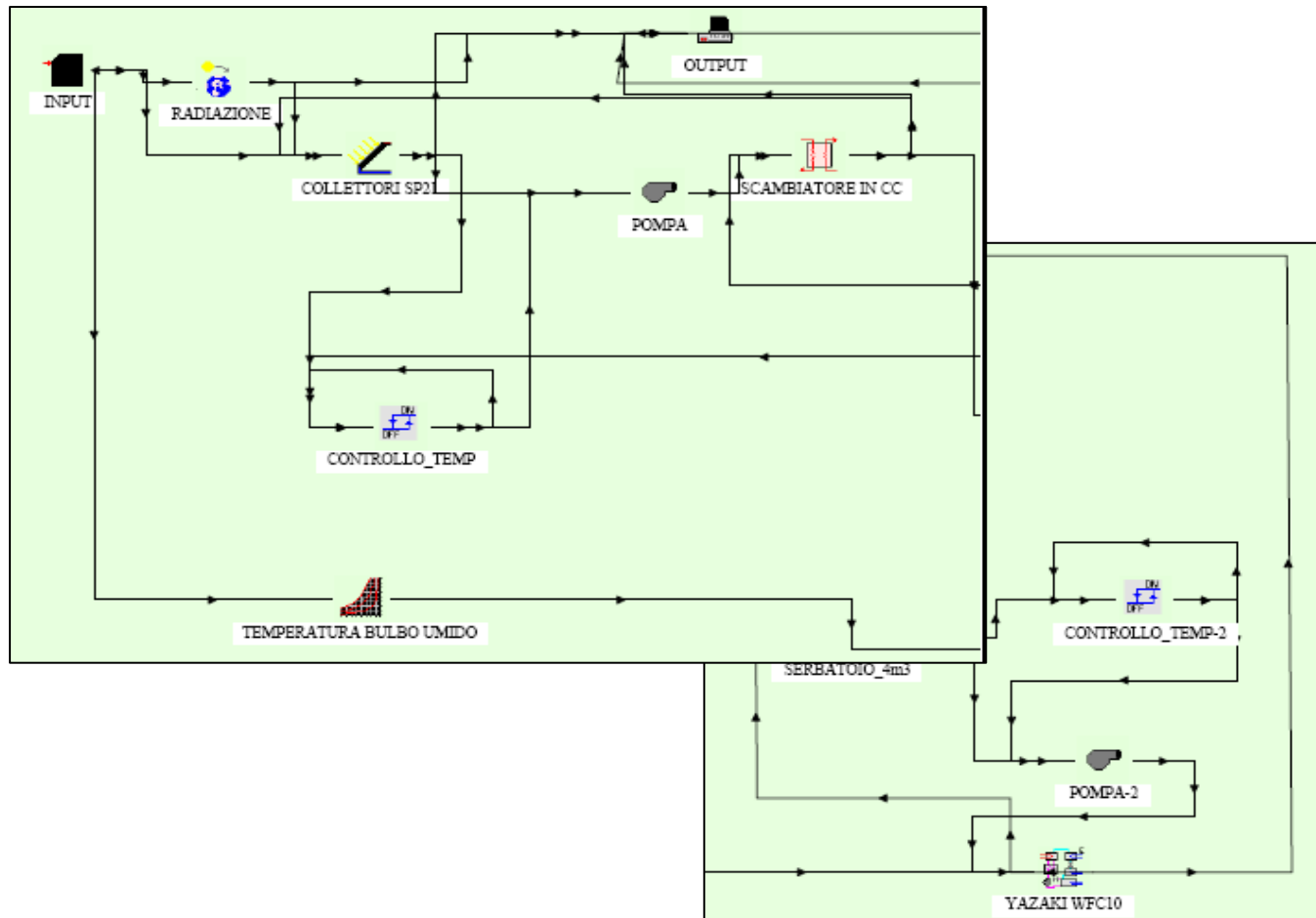




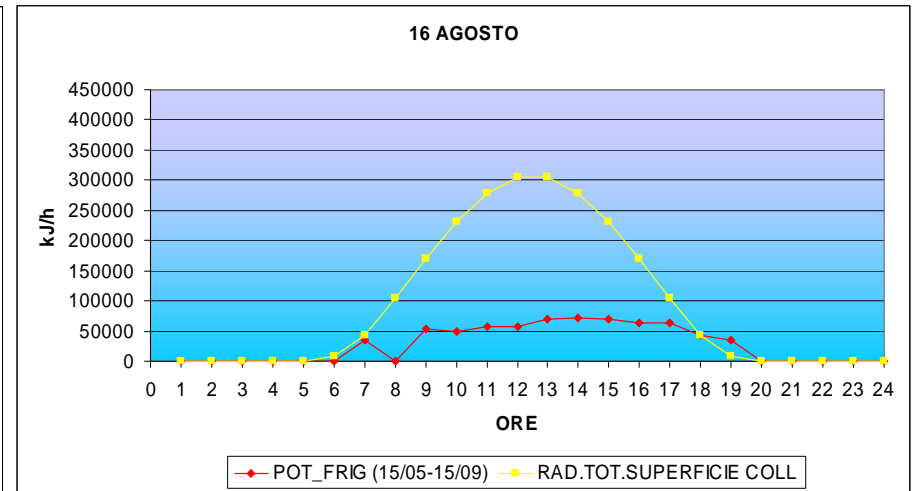
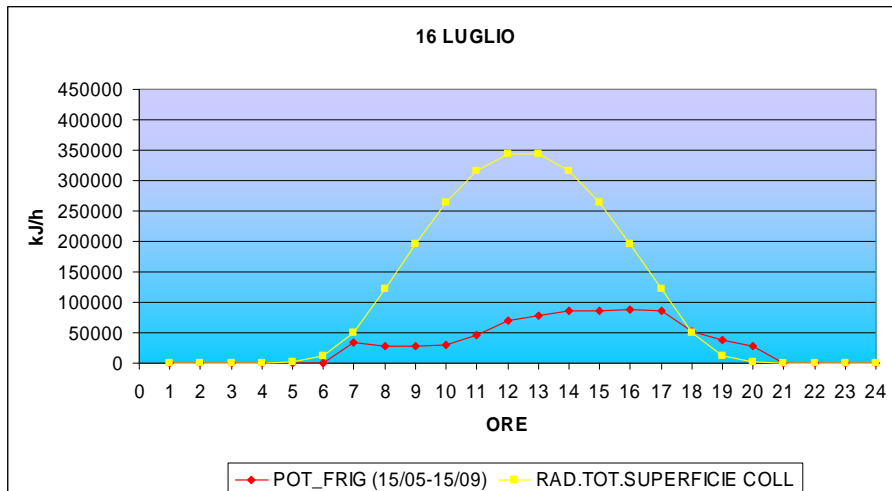
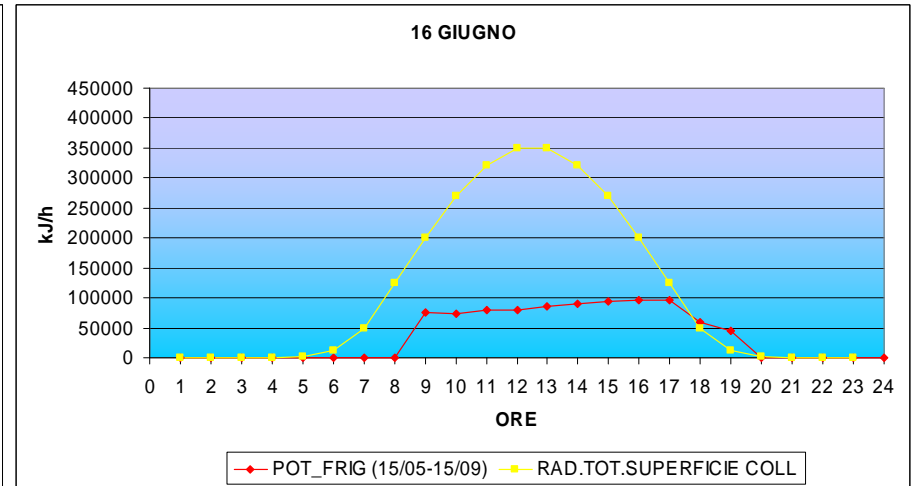
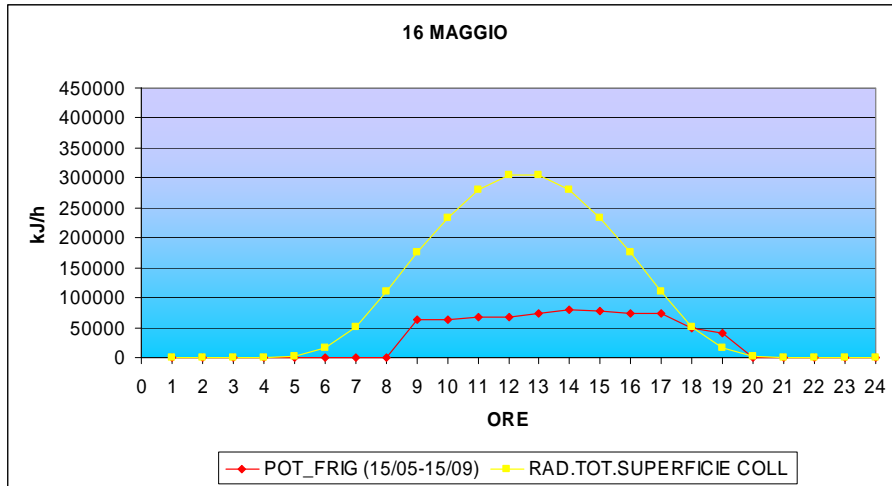
Foto impianto

- Simulazione software “TRNSYS”
- Definizione Layout impianto
- Risultati ottenuti

## Modello originale



## Risultati del modello

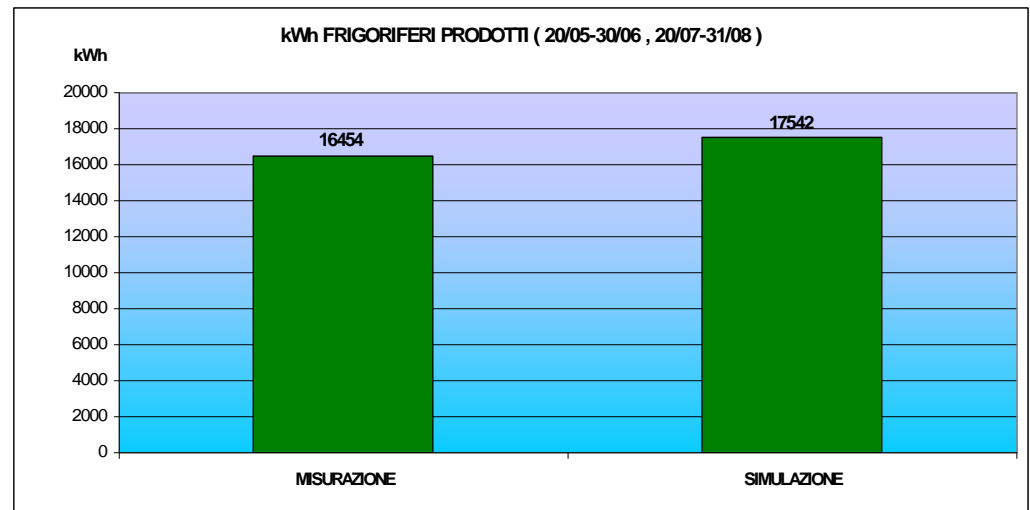
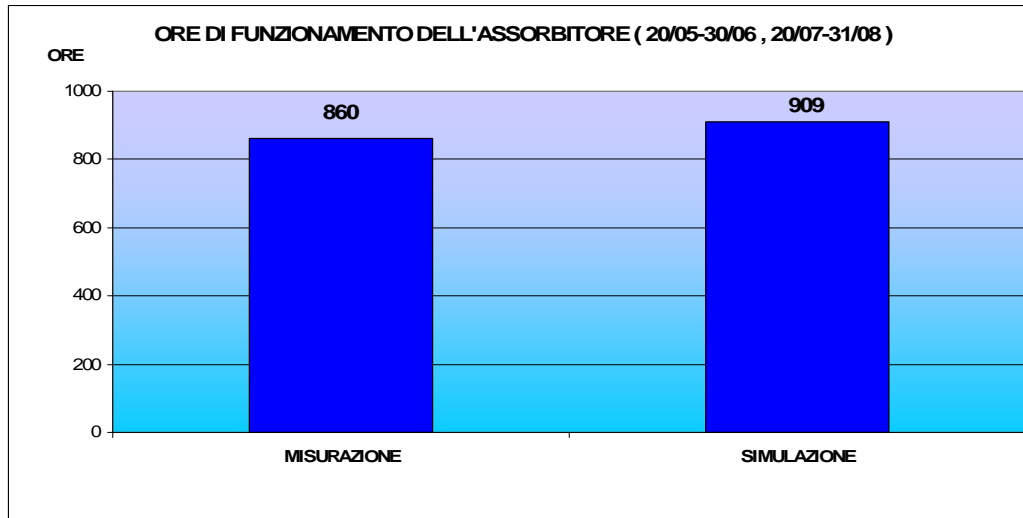


- Impianto Originale
- Definizione del Layout impianto
- Risultati ottenuti

## Integrazione impianto solare

- Impianto Originale
- Integrazione impianto solare (riscaldamento)
- Risultati ottenuti

## Risultati ottenuti



Fonte misurazioni: POLISTUDIO AES



## Sistema di supervisione









# IMPIANTI DI SOLAR COOLING

<b>CLIENTE:</b>	<b>STUDIO A&amp;K</b>
<b>LOCALITA':</b>	<b>CONCOREZZO (MI)</b>
<b>TIPOLOGIA:</b>	<b>IMPIANTO COMBINATO DI SOLAR COOLING</b>
<b>SUPERFICIE SOLARE:</b>	<b>79,2 m<sup>2</sup> (56,86 kW<sub>p</sub>) = 24 SKY 21 CPC 58</b>
<b>ACCORGIMENTI :</b>	<b>MACCHINA AD ASSORBIMENTO YAZAKI WFC 5 17.5 kW, INTEGRAZIONE RISCALDAMENTO</b>
<b>ANNO INSTALLAZIONE:</b>	<b>2008</b>

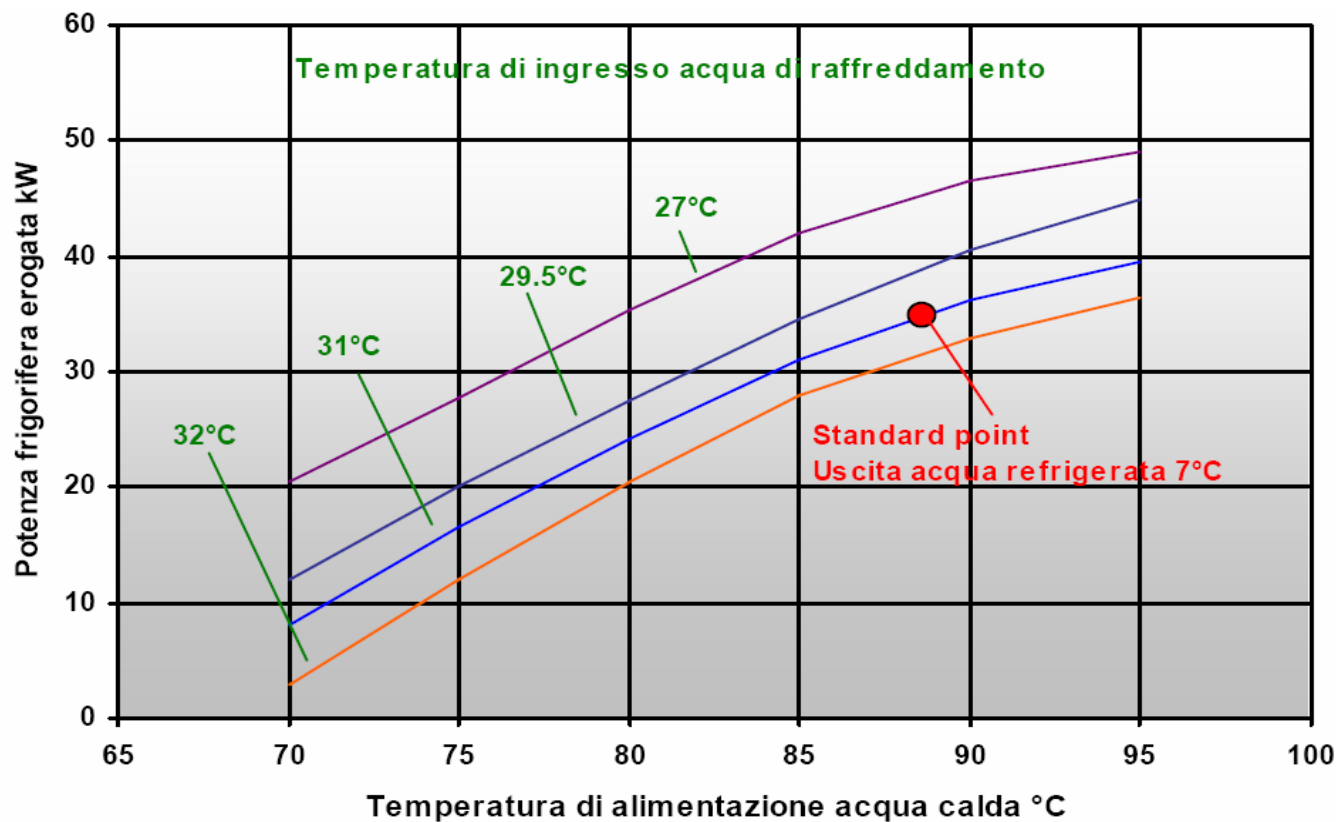




Foto impianto



## Influenza della temperatura di raffreddamento

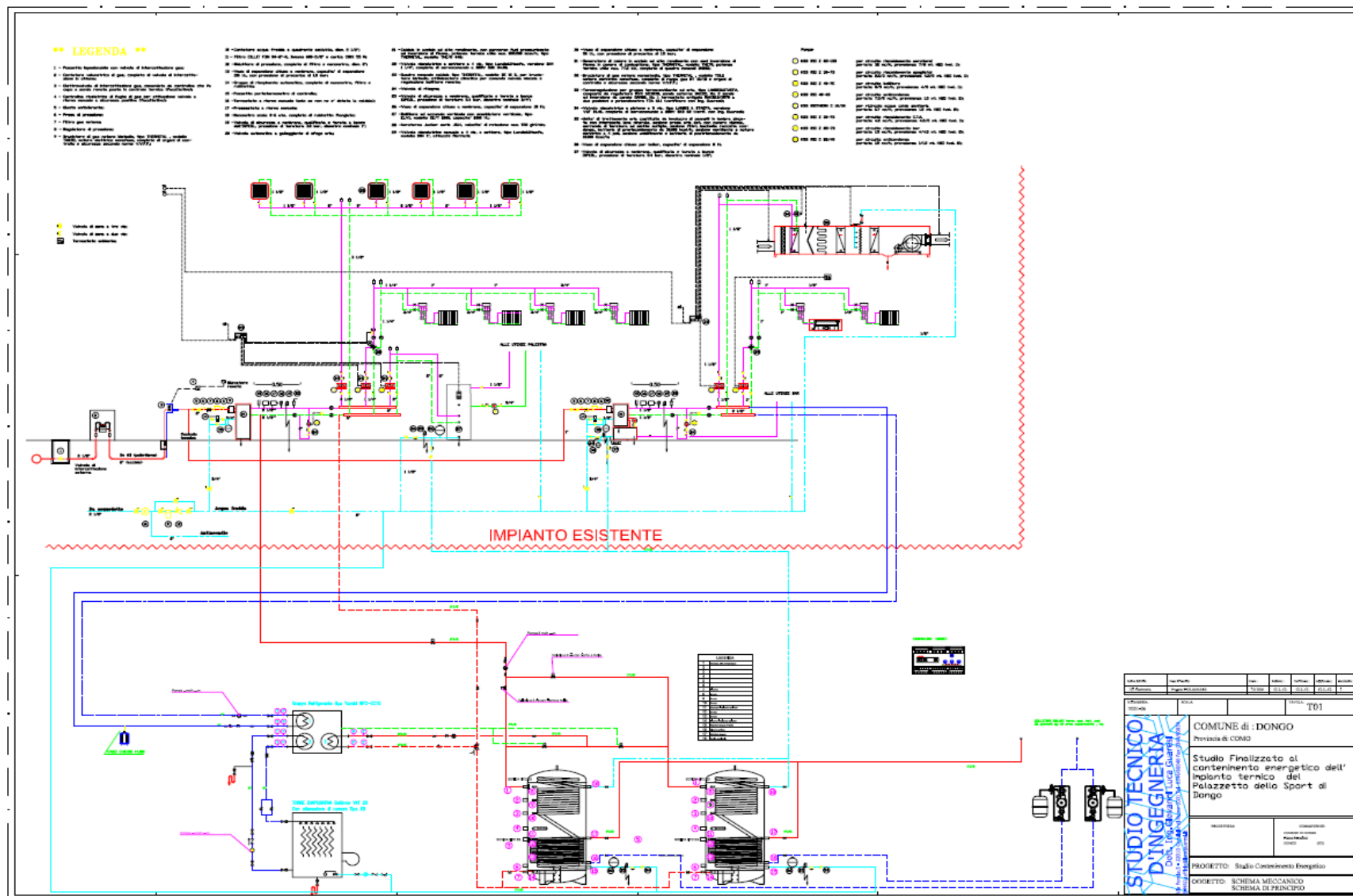


# IMPIANTI DI SOLAR COOLING

<b>CLIENTE:</b>	<b>STUDIO LUCA GUARESÌ</b>
<b>LOCALITÀ:</b>	<b>DONGO (CO)</b>
<b>TIPOLOGIA:</b>	<b>IMPIANTO COMBINATO DI SOLAR COOLING</b>
<b>SUPERFICIE SOLARE:</b>	<b>90,88 m<sup>2</sup> (65,25 kW<sub>p</sub>) = 32 SKY 21 CPC 58</b>
<b>ACCORGIMENTI :</b>	<b>MACCHINA AD ASSORBIMENTO YAZAKI WFC 10 35 kW, INTEGRAZIONE RISCALDAMENTO</b>
<b>ANNO INSTALLAZIONE:</b>	<b>2008</b>



# Impianto con integrazione impianto solare





# SCHEDA IMPIANTO: IMPIANTI SOLARI



**CLIENTE:** EMERGENCY, CENTRO “SALAM” DI CARDIOCHIRURGIA

**LOCALITA':** KHARTOUM (SUDAN) LOCALITA' SOBA

**TIPOLOGIA:** IMPIANTO DI SOLAR COOLING

**SUPERFICIE SOLARE:** 665,28 kW (950,4 m<sup>2</sup> =288 SP 21)

**ACCORGIMENTI SPECIALI:** MACCHINE AD ASSORBIMENTO 2X650 kW

**ANNO INSTALLAZIONE:** 2006

**SECONDO IMPIANTO DI SOLAR COOLING PIÙ GRANDE AL MONDO  
PRIMO AL MONDO CON TUBI EVACUATI**

# SCHEDA IMPIANTO: IMPIANTI SOLARI



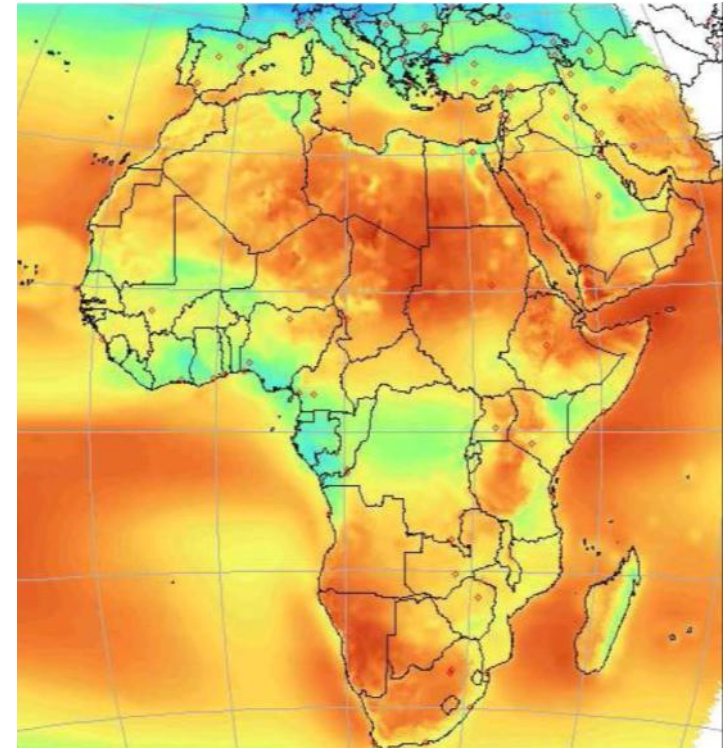
## IDEA DI BASE:

**Il Sudan è una delle aree più calde del pianeta.**

**> 10 ore di sole al giorno**

**Media di 363 gg di sole all'anno**

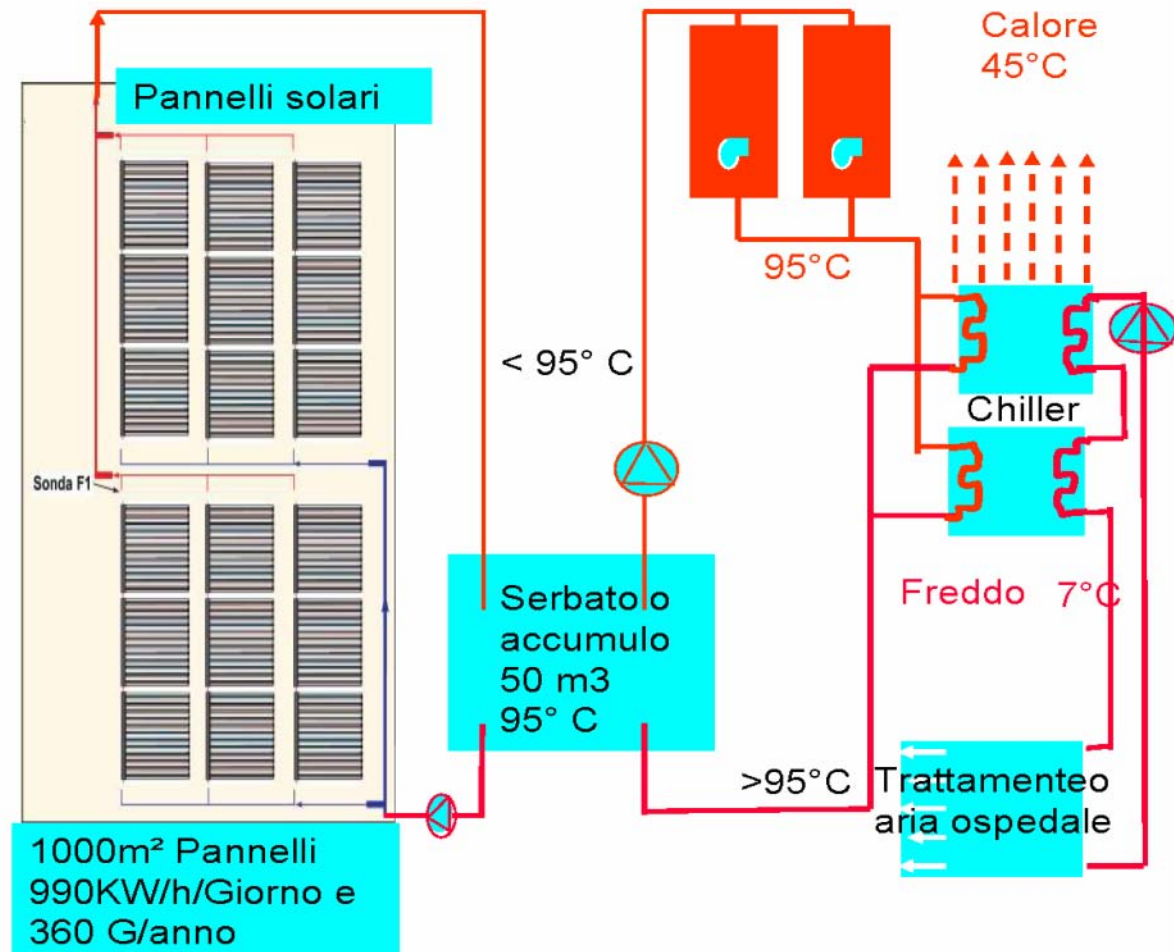
**Un irraggiamento tra i più importanti del pianeta**



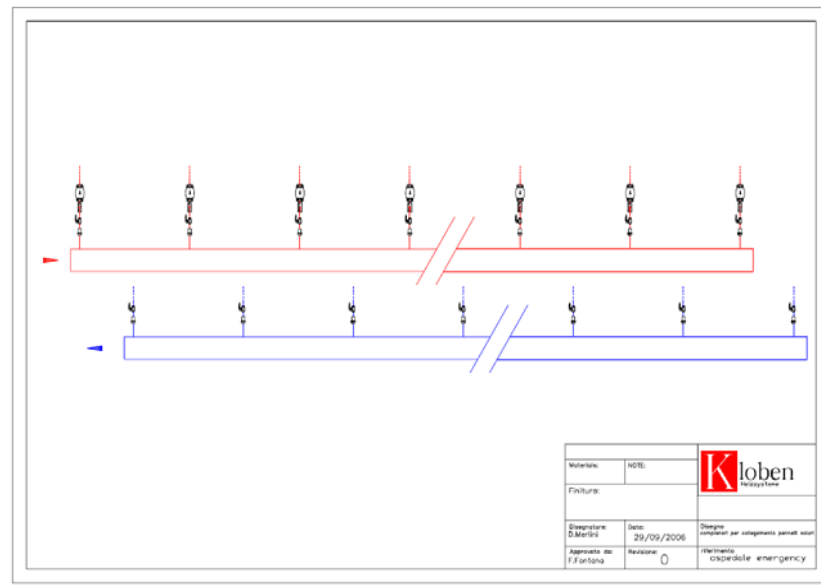
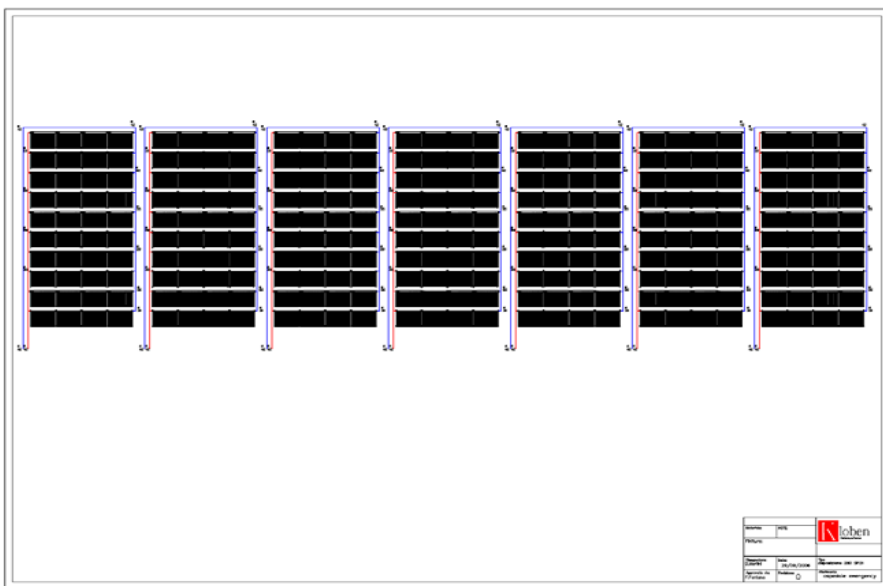
Fonte: EMERGENCY



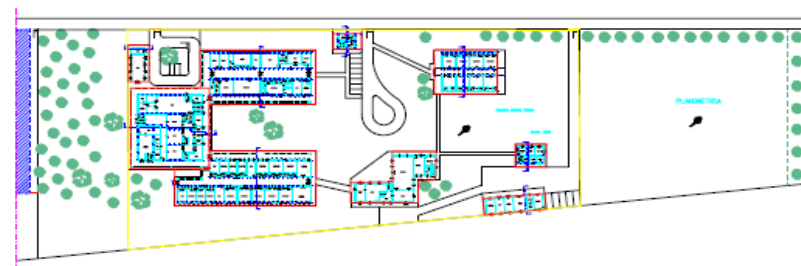
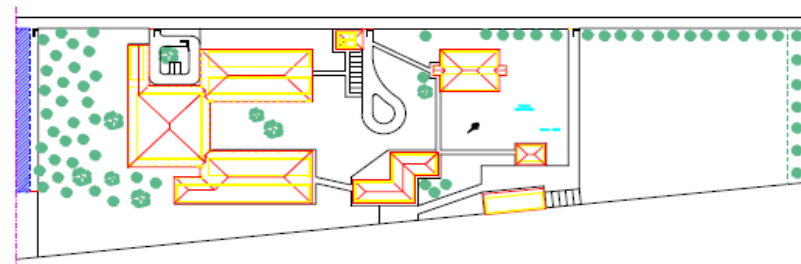
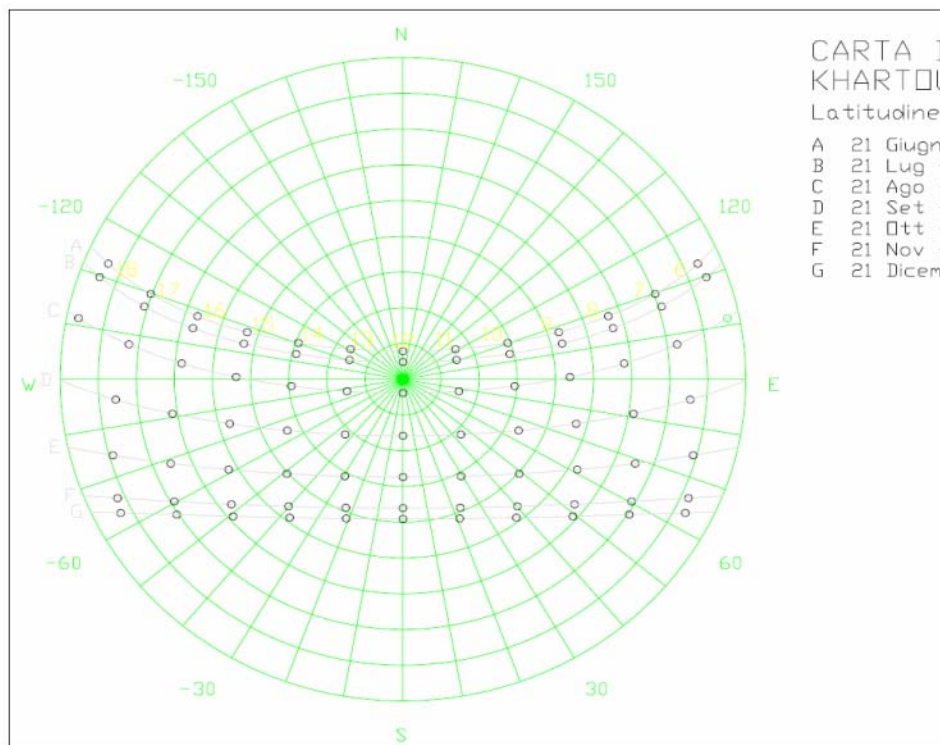
## Caldaie di integrazione



Fonte: EMERGENCY



Schema impianto



Carta del sole e planimetria strutturale









Fonte: EMERGENCY



**GRAZIE DELL'ATTENZIONE**

Arrivederci

Francesco.fontana@kloben.it



**TurcoGroup S.r.l.**

I - 37051 Bovolone (VR) - Via dell'Artigianato - Loc. Cavazzocca

T +39 045 9237062 / +39 045 797 1966 F +39 045 797 1866

Cap. Soc. € 100.000,00 iv - n° R.E.A. VR-355351

Reg. Impr. - P IVA - CF: 03669900 239

info@kloben.it

[www.kloben.it](http://www.kloben.it)

