



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Rinnovabili termiche ed efficienza negli edifici

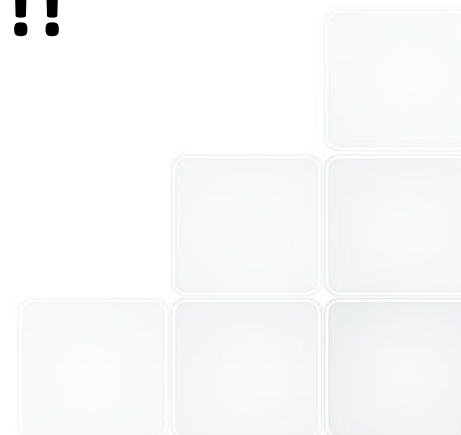
CASO STUDIO: Impianto di solar heating and cooling Edificio F92 C.R. ENEA DI Casaccia

Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione: 13 maggio 2013



Referente scientifico attività climatizzazione: ing. Nicolandrea Calabrese
andrea.calabrese@enea.it
www.climatizzazioneconfontirinnovabili.enea.it

Per una abitazione civile, il consumo energetico legato alla climatizzazione degli ambienti (riscaldamento e condizionamento) ed alla produzione di Acqua Calda Sanitaria è circa il **35% del suo consumo energetico complessivo!!!**



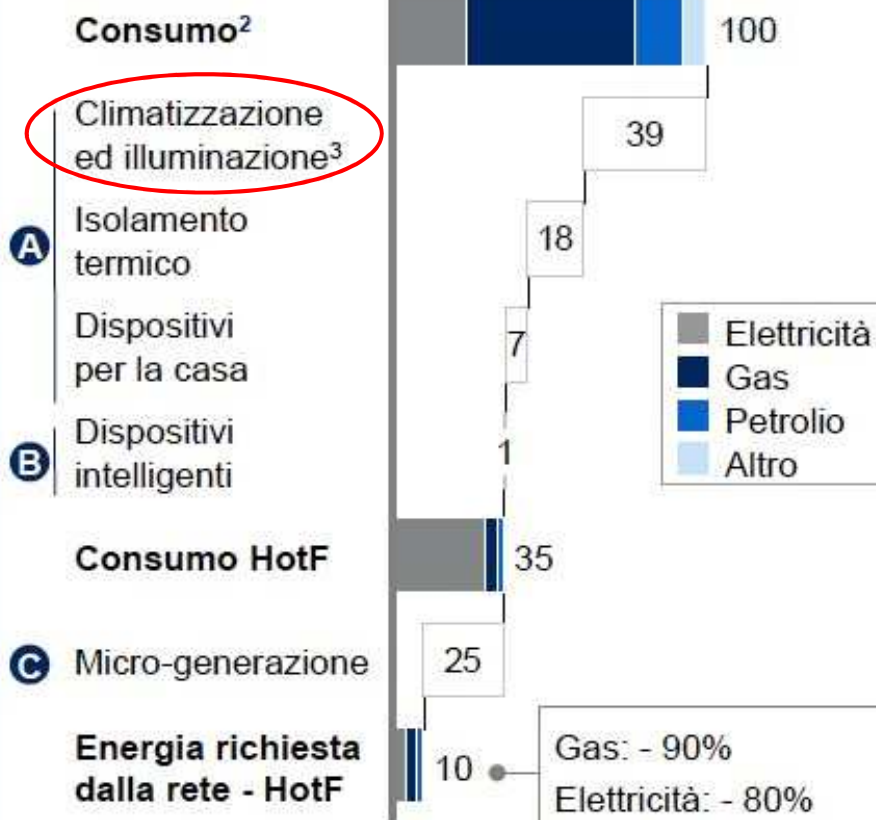
Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione

La "Home of the Future": esempio di una nuova casa



Riduzione del fabbisogno energetico dalla rete per la "Home of the Future"

2020, indicizzato, 100 = kWh di consumo residenziale¹



¹ Include tutte le fonti energetiche

² Ipotizzando stesso volume/mix come 2010

³ Climatizzazione: 35%; Illuminazione: 4%

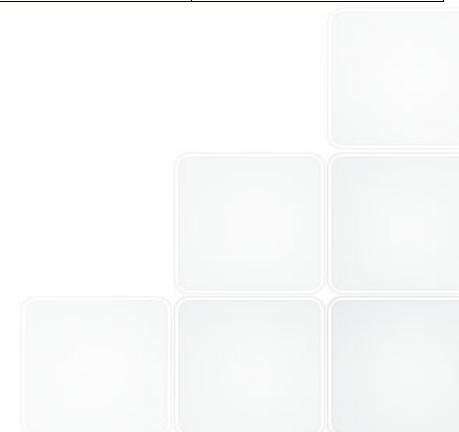
Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione



CASO STUDIO: EDIFICIO F-92: impianto di solar heating and cooling

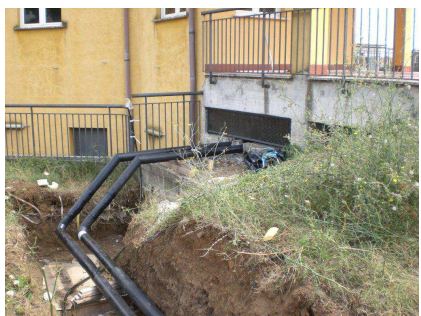


DATI EDIFICIO F-92	
Latitudine	42°03'N
Longitudine	12°18'Est
Zona Climatica	D
Dimensioni	230 mq



Cosa sono gli impianti di solar heating and cooling?!

Impianto di Solar heating and cooling innovativo a servizio dell' Edificio F92 C.R. ENEA di Casaccia



Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione



A) Il solar heating:

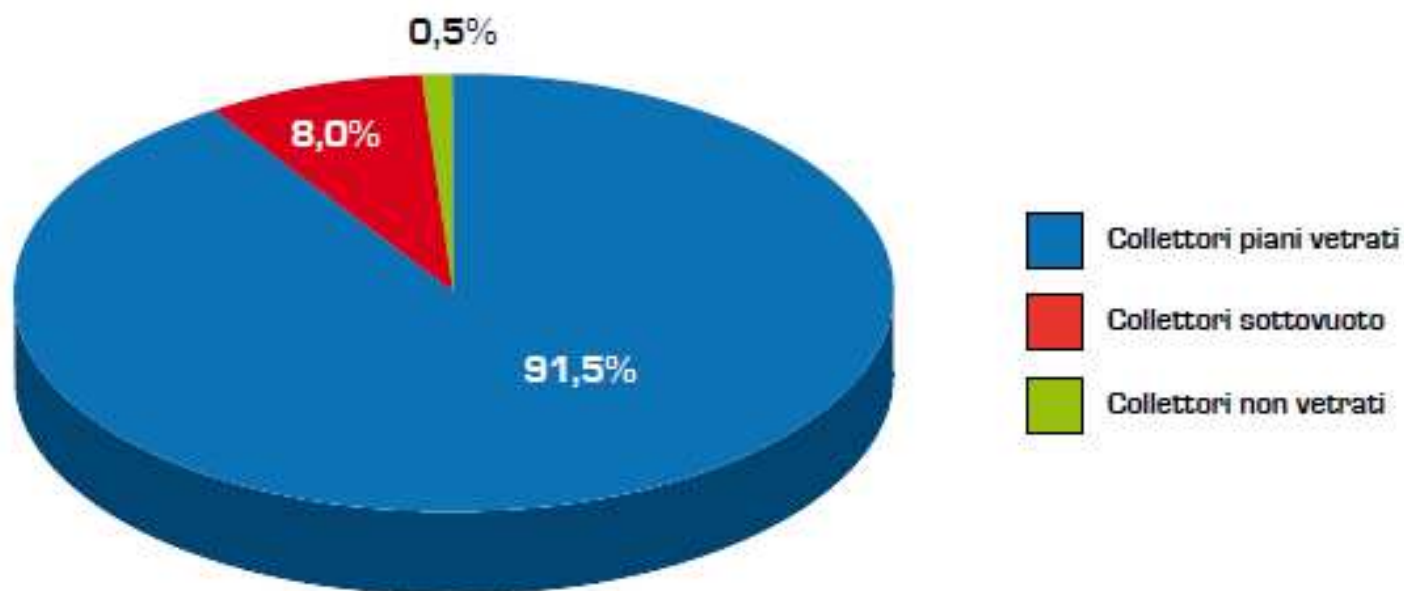
Riscaldare con il sole...



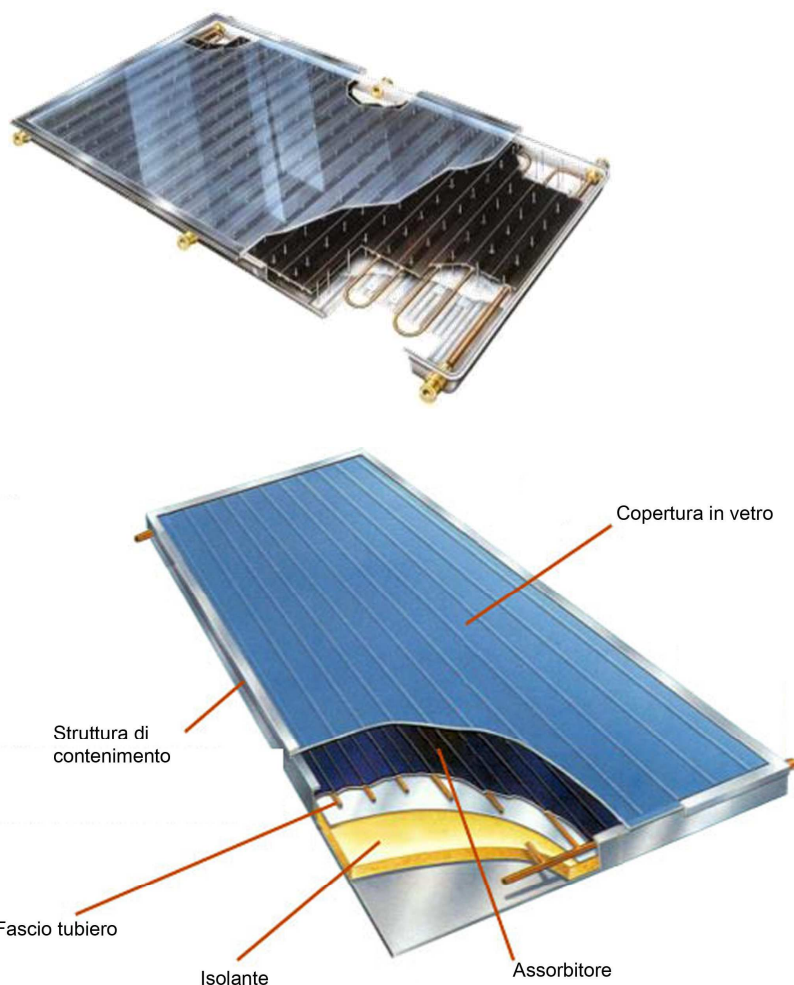
PERIODO INVERNALE: il riscaldamento degli ambienti è realizzato mediante pannelli radianti a pavimento, alimentati a bassa temperatura per massimizzare l'uso dell'energia termica fornita dal sole

TIPOLOGIA DI COLLETTORI INSTALLATI NEL 2011 IN ITALIA

Le principali tecnologie impiegate nelle applicazioni a bassa temperatura del solare termico sono quelle dei collettori piani vetrati selettivi e non (**FPC**, Flat Plate Collector) e dei collettori sottovuoto (**ETC**, Evacuated Tube Collector). A queste si aggiunge la tecnologia dei **collettori scoperti**, adatti ad applicazioni prevalentemente stagionali.



COLLETTORI PIANI VETRATI SELETTIVI



I collettori piani vetrati sono una tecnologia diffusa e adattabile per l'ottima resa energetica annua e la disponibilità di un vasto mercato di prodotti.

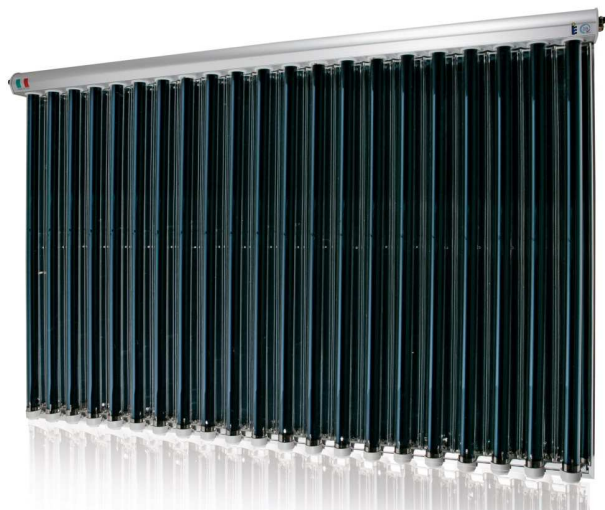
Il principio di funzionamento è lo stesso di una serra: quando i raggi solari raggiungono la superficie vetrata, una piccola parte di essi viene riflessa indietro ma la maggior parte della radiazione solare attraversa il vetro e viene assorbita dal collettore. Quest'ultimo si riscalda e riemette energia sotto forma di radiazione infrarossa (calore) rispetto alla quale il vetro si comporta come se fosse opaco, trattenendola così al suo interno (**effetto serra**). Spesso il vetro viene trattato in modo da riflettere il meno possibile la radiazione proveniente dal Sole e da essere il meno possibile trasparente al calore emesso dal materiale assorbente: si fa cioè in modo che ***i raggi solari entrino tutti*** (o quasi) ***nel pannello solare*** e che ***il calore resti poi intrappolato nel pannello*** per poter essere ceduto al fluido circolante.

Fonte: Esempio di collettore solare vetrato (Fonte: www.thermosolarplunger.it)

Struttura di un collettore solare piano (Fonte: www.greenspec.co.uk)

- Temperature max di lavoro 70°C, a vuoto 200 °C

COLLETTORI SOTTOVUOTO



I collettori sottovuoto, a parità di superficie, presentano in genere un migliore rendimento medio stagionale rispetto ai collettori vetrati piani, per il sostanziale annullamento delle perdite termiche convettive e conduttive verso l'ambiente esterno grazie alla presenza di un'intercapedine tenuta sottovuoto con un pressione assoluta dell'ordine di 5×10^{-3} Pa.

Un collettore a tubi evacuati è normalmente costituito da due tubi in vetro concentrici (collettore del tipo *all-glass*), chiusi alle estremità opposte, nella cui intercapedine è praticato il vuoto.

La superficie esterna del tubo interno è trattata con un rivestimento selettivo (tipicamente nitruro di alluminio Al-N/Al) caratterizzato da alti valori di assorbanza nello spettro solare e da bassi valori di emissività nell'infrarosso.

**DOPPIO TUBO COASSIALE
SOTTOVUOTO
VETRO BOROSILICATO
SPESSORE TUBO ESTERNO 1,7mm
SPESSORE TUBO INTERNO 1,5mm
RESISTENZA MECCANICA E TERMICA
SUPERFICIE SELETTIVA IN "CERMET"**

- Temperature max di 130 °C con fluido pressurizzato, a vuoto (*stagnazione*) anche 300 °C
- Sono tecnologicamente più avanzati ma più costosi dei collettori piani: adatti ai climi nordici

CONFRONTO OPERATIVO DI RENDIMENTO COLLETTORI SOLARI VETRATI PIANI ED A TUBI EVACUATI

UNI EN 12975-2:

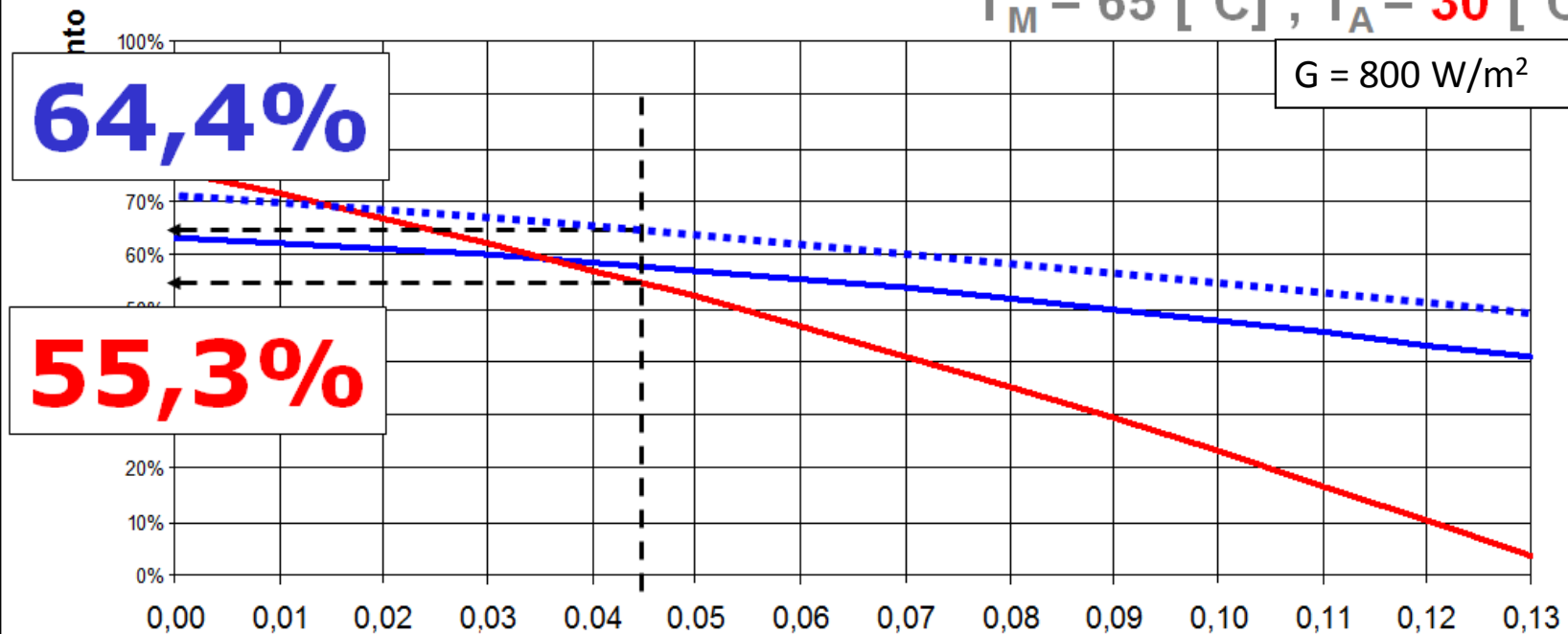
$$\eta = \eta_0 - a_1 T_m^* - G^* a_2 T_m^{*2}$$

Curva dell'efficienza istantanea

ESTATE

$T_M = 65 [^{\circ}\text{C}] ; T_A = 30 [^{\circ}\text{C}]$

$G = 800 \text{ W/m}^2$



0,044

— Kloben — Solaren LLC

$(t_m - t_a)/G$

$$T_m^* = (t_m - t_a)/G^* [m^2 KW^{-1}]$$

CONFRONTO OPERATIVO DI RENDIMENTO
 COLLETTORI SOLARI VETRATI PIANI ED A TUBI EVACUATI

UNI EN 12975-2:

$$\eta = \eta_0 - a_1 T_m^* - G^* a_2 T_m^{*2}$$

Curva dell'efficienza istantanea

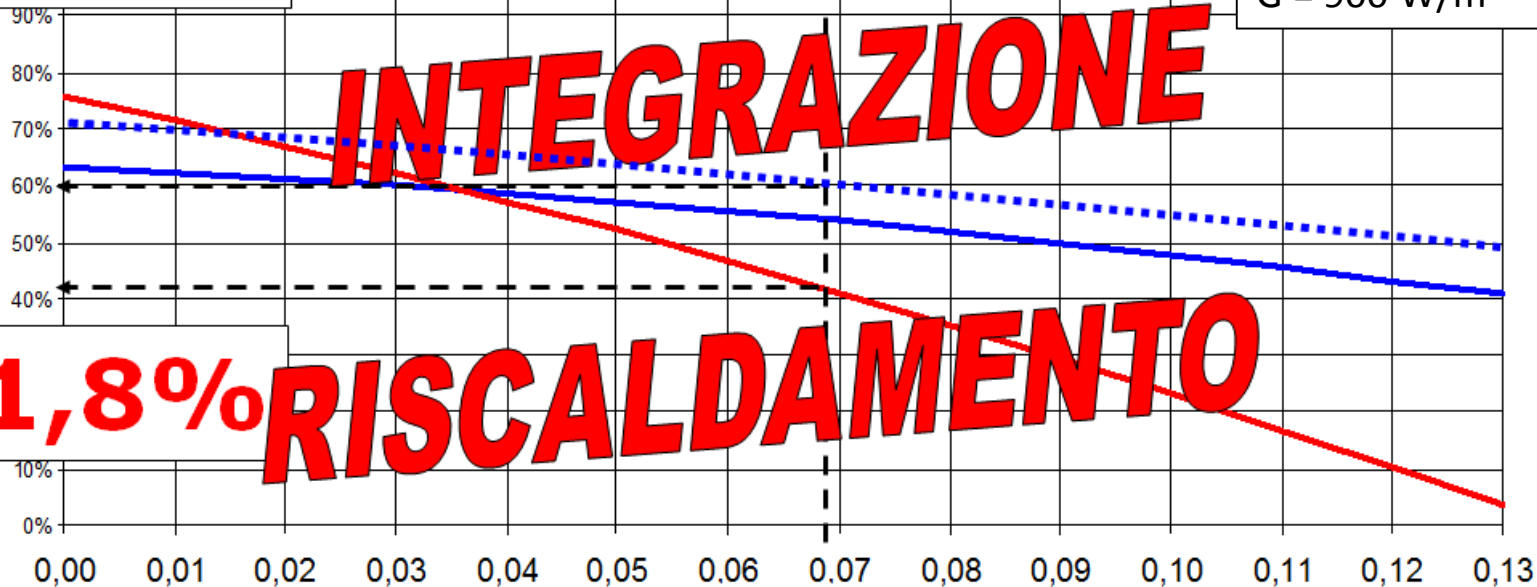
INVERNO

$T_M = 65 [^{\circ}C]$; $T_A = 2 [^{\circ}C]$

$G = 900 W/m^2$

60,0%

rendin



41,8%

RISCALDAMENTO

0,069

$(t_m - t_a)/G$

— Kloben — Solaren LLC

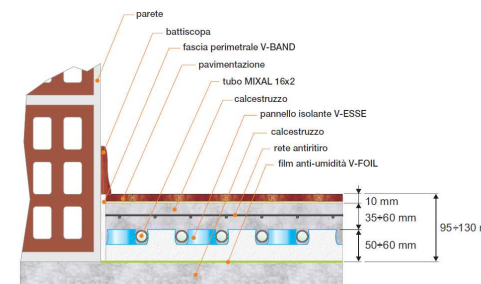
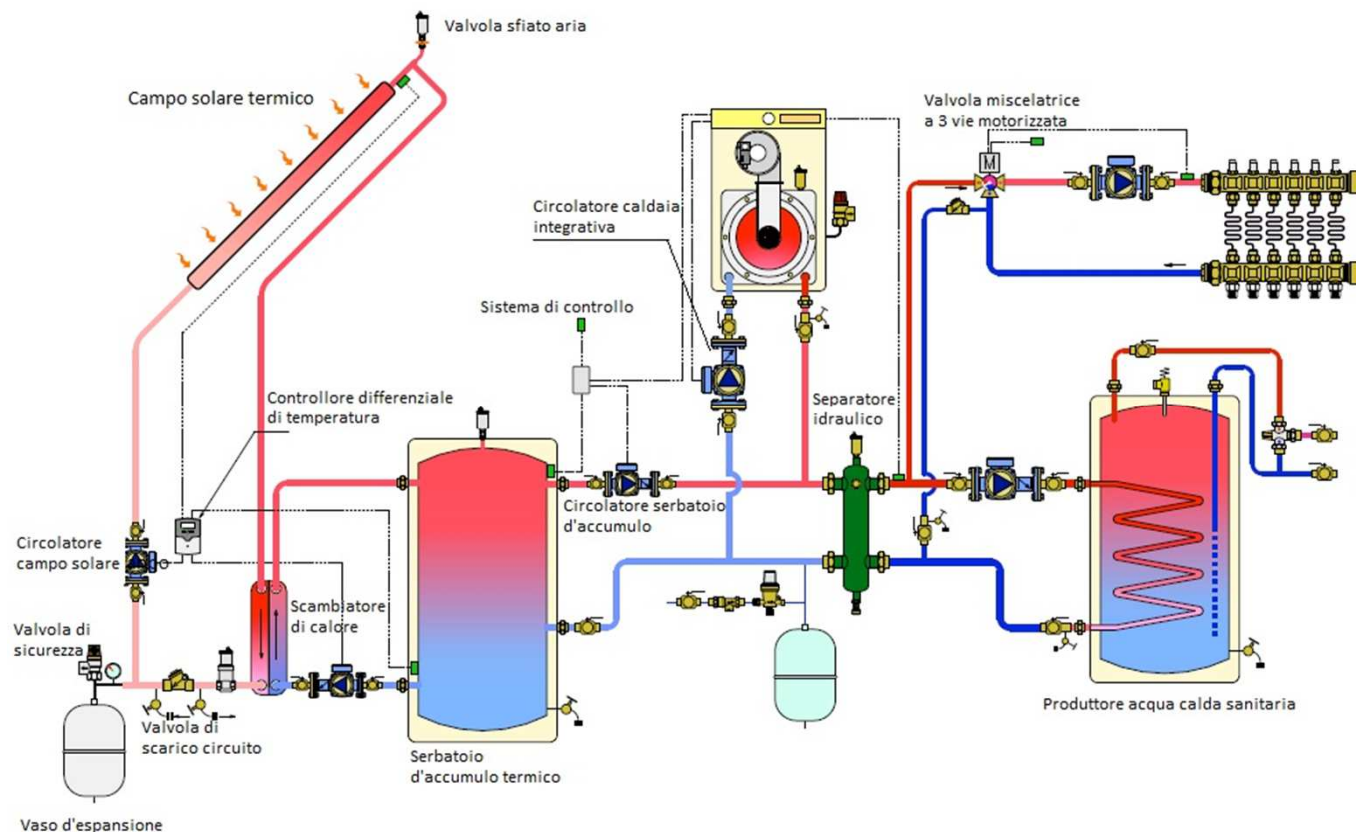
$$T_m^* = (t_m - t_a)/G^* [m^2KW^{-1}]$$

Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione



A) Il solar heating:

Riscaldare con il sole...utilizzando sistemi radianti:



La norma **UNI EN 1264-2** stabilisce un limite fisiologico alla temperatura massima del pavimento in relazione al tipo di locale:

$T_{f,max}$ [°C]	Tipo di locale/area
29	Zona di soggiorno abituale
33	Bagno o similari
35	Zona periferica

Range $T_{mandata}$ pannelli: 40 – 50 ° C

$DT_{massimo}$ circuito pannelli: 20 ° C

A) Il solar heating:

Componenti Principali d' impianto:

Pannelli solari a tubi evacuati:



Dati tecnici:

- Superficie singolo pannello = $3,75 [m^2]$;
- Superficie campo solare = $56 [m^2]$;
- Potenza singolo pannello*= $2.377 [W]$
- Potenza termica $_{media} \approx 25 [kWth]$.

($G^*=1000 W/m^2$, EN 12975).

Sono dotati di sistema di captazione di luce diretta e diffusa a geometria CPC (Compound Parabolic Concentrator)

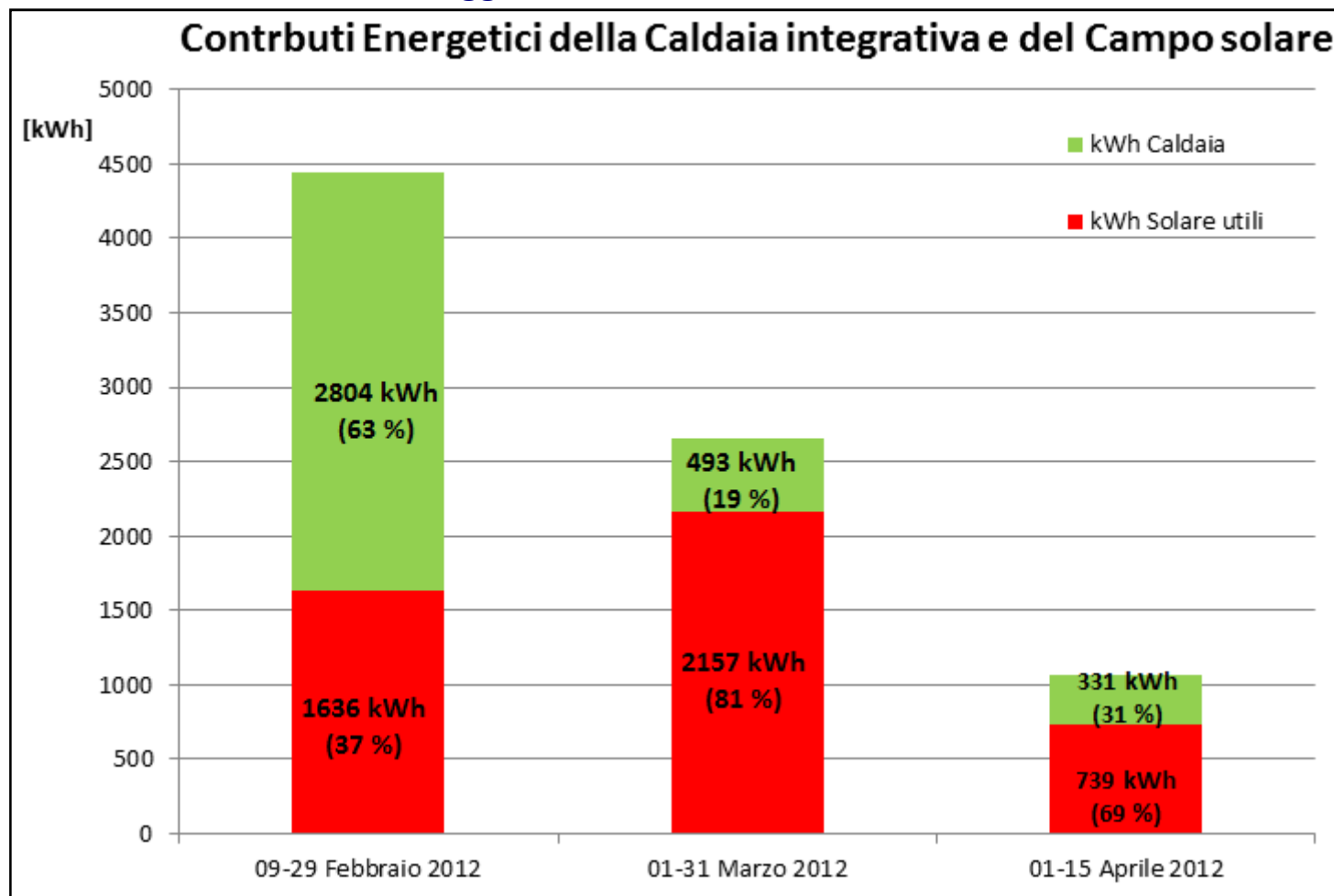


Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione



A) Il solar heating:

Dati di monitoraggio invernali: 09 FEBBRAIO – 15 APRILE 2012



9 - 17 Febbraio 2012: Funzionamento impianto di tipo **CONTINUO**

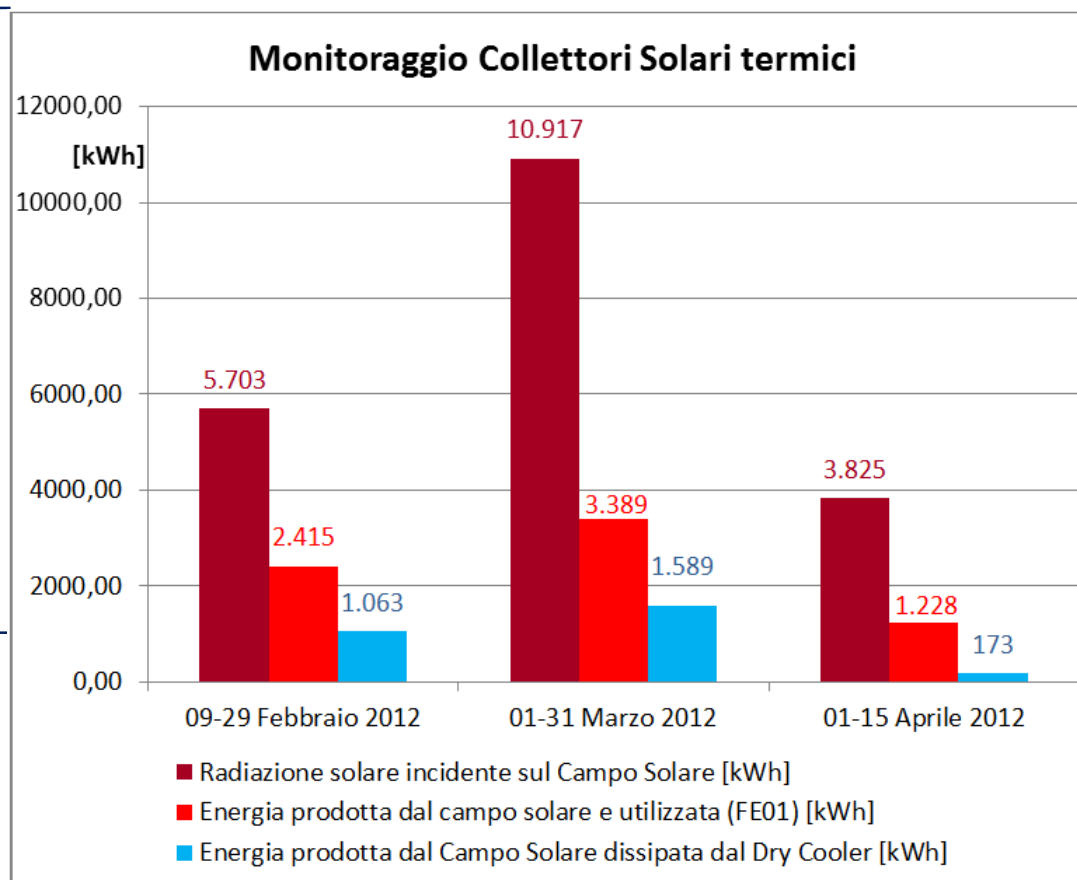
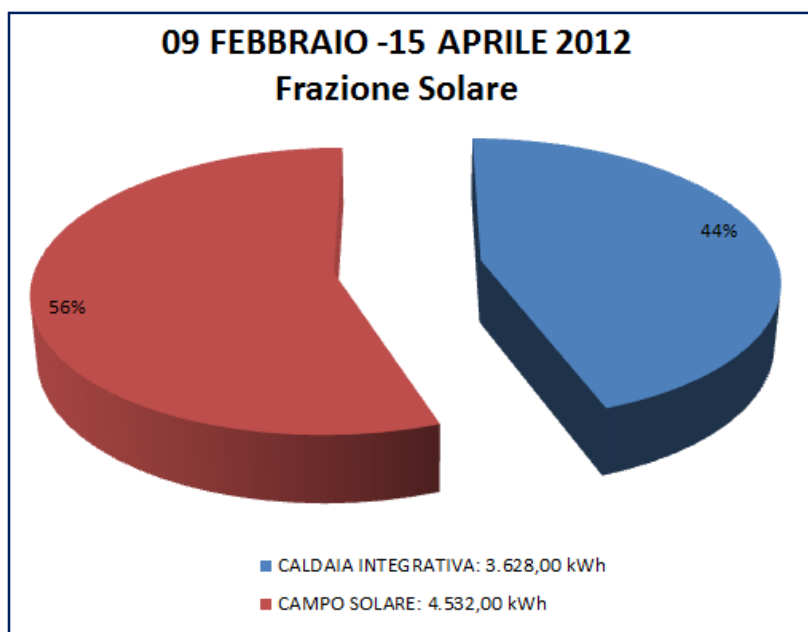
19 Febbraio 2012 - 15 Aprile 2012: Funzionamento impianto di tipo **INTERMITTENTE** (dalle ore 7.00 alle ore 17.00)

Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione



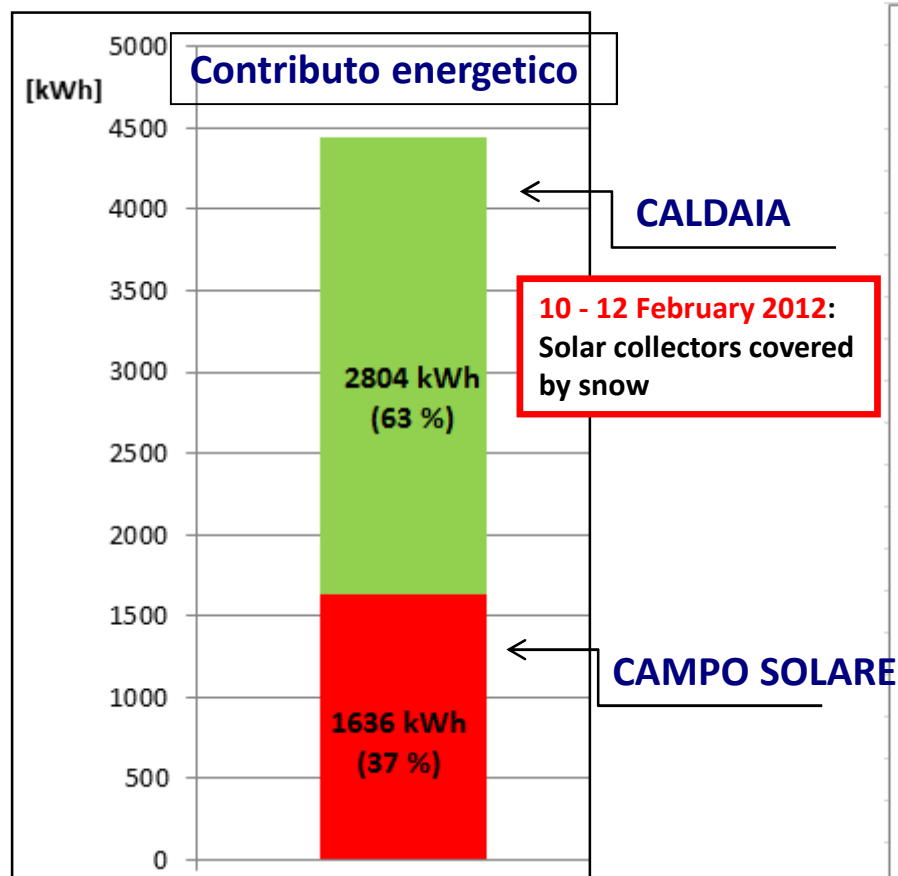
A) Il solar heating:

Dati di monitoraggio invernali: 09 Febbraio -15 Aprile 2012



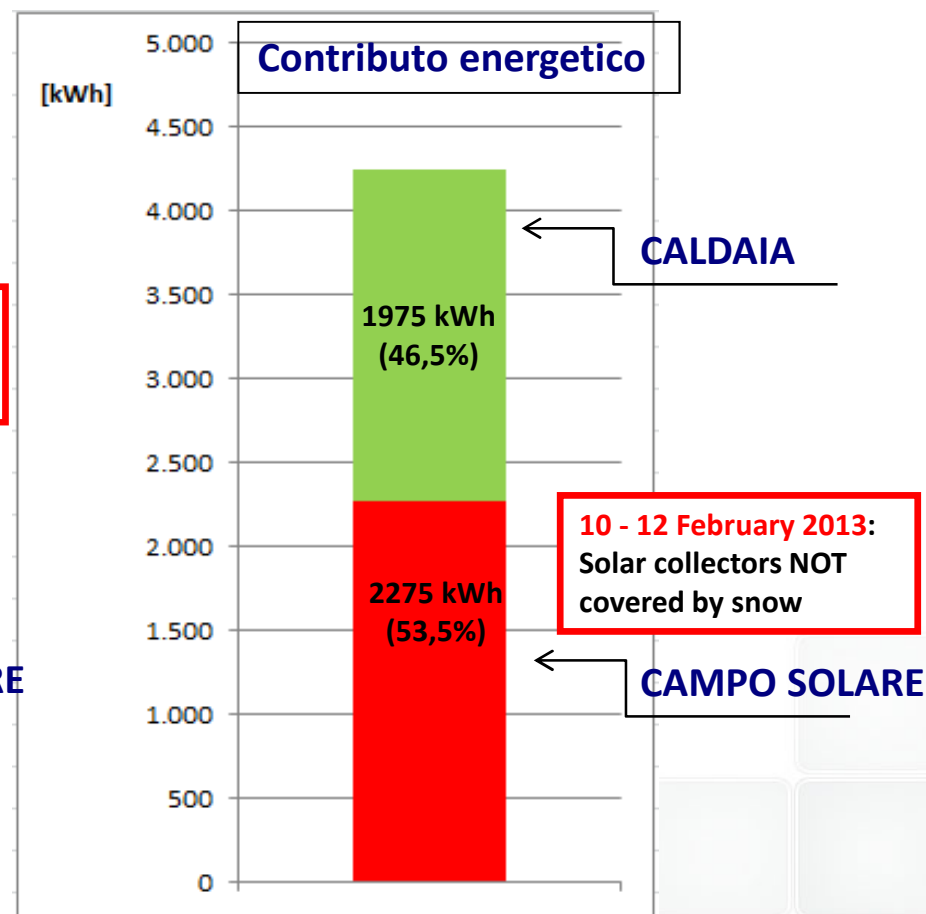
A) Solar heating: Analisi comparativa Febbraio 2012 e Febbraio 2013

Febbraio 2012



9 - 17 February 2012 Working System **CONTINUE**
 19 February 2012 – 29 February 2012: Working System **DISCONTINUOUS** (from 7.00 am to 17.00 pm)

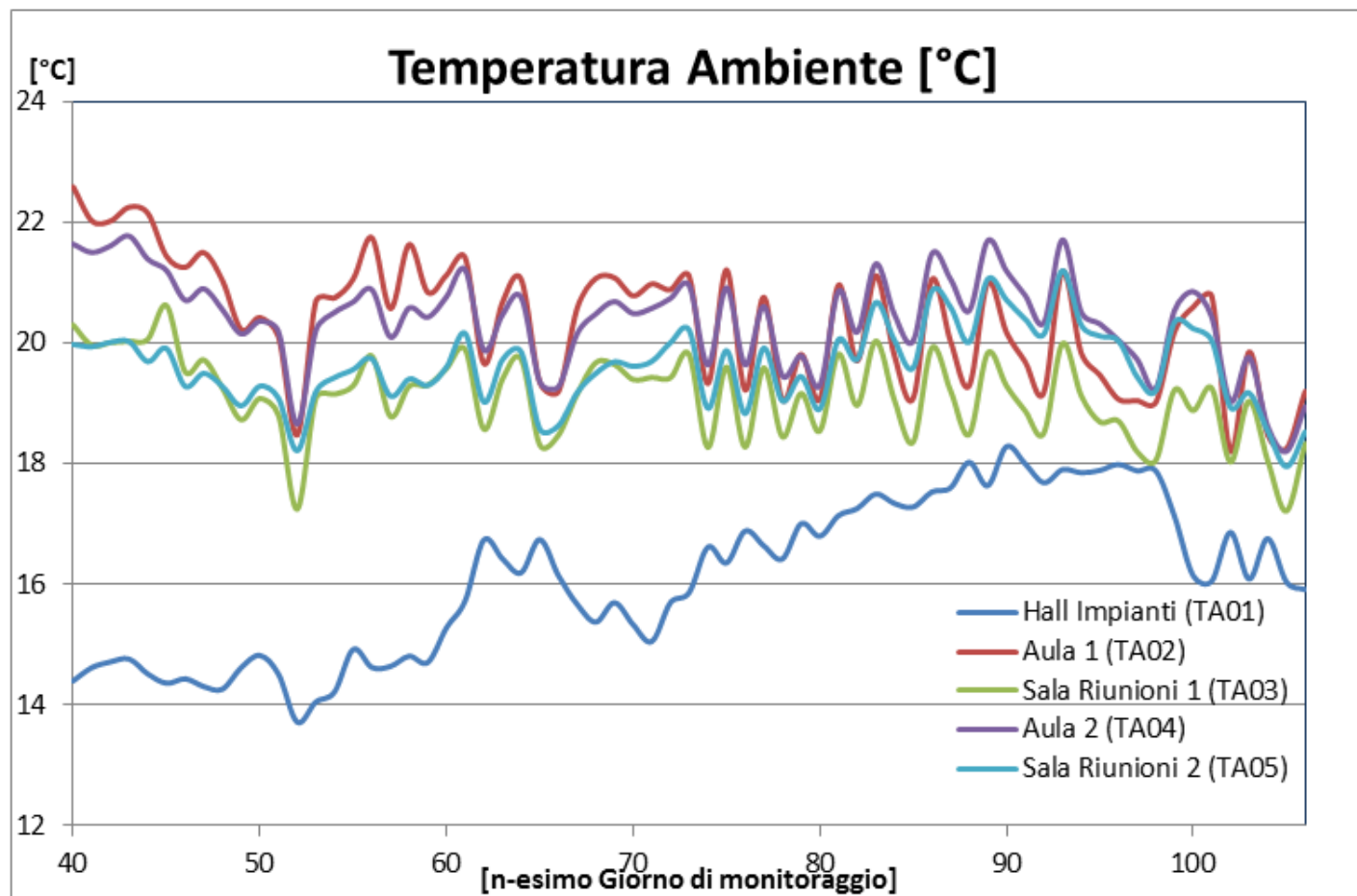
Febbraio 2013



01-28 February 2013 : Working System **DISCONTINUOUS** (from 7.00 am to 17.00 pm)

A) Il solar heating: comfort ambientale assicurato

Dati di monitoraggio invernali: 09 FEBBRAIO – 15 APRILE 2012



SET POINT

9 - 17 Febbraio:
setpoint
ambiente fissato
a $T_{min} = 19^{\circ} C$
e $T_{max} = 21^{\circ} C$

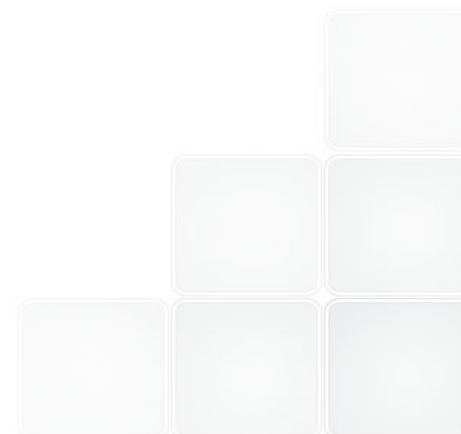
**19 Febbraio -
15 Aprile 2012:**
setpoint
ambiente fissato
a $T_{min} = 18^{\circ} C$
e $T_{max} = 20^{\circ} C$

Nota: set TA01
 $T_{min} = 14^{\circ} C$ e
 $T_{max} = 16^{\circ} C$

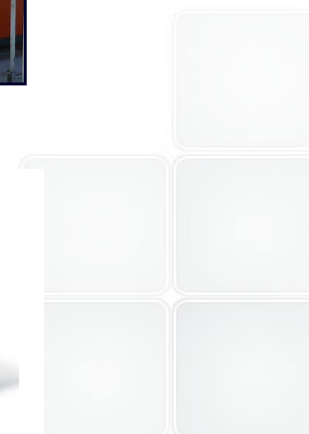
9 - 17 Febbraio 2012: Funzionamento impianto di tipo **CONTINUO**

19 Febbraio 2012 - 15 Aprile 2012: Funzionamento impianto di tipo **INTERMITTENTE** (dalle ore 7.00 alle ore 17.00)

L'utilizzo della tecnologia del solar heating valorizza l'intero immobile?!



Utilizzando un software di calcolo, abbiamo verificato come cambia la classe energetica dell'Edificio F92 se integriamo la caldaia a gas metano esistente con dei collettori solari termici che garantiscono il riscaldamento degli ambienti.



Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione

IL SOLAR HEATING



CERTIFICAZIONE ENERGETICA F92: SIMULAZIONE SOLAR HEATING



Caldaia tradizionale a Gas Metano

Caratteristiche

Generatore: a gas o gasolio, con bruciatore ad aria soffiata o premiscelato, modulante

Classificazione: ** (2 stelle) * (1 stella)

Anno del generatore: successivo al 1996 antecedente al 1996

Potenza utile nominale: $\Phi_{gn,Pn}$ 44,00 kW

Potenza di progetto: 32,41 kW

Rendimento di generazione base: 90,00 %

Impianto solar heating: Campo solare + Caldaia tradizionale a Gas Metano (BACKUP):

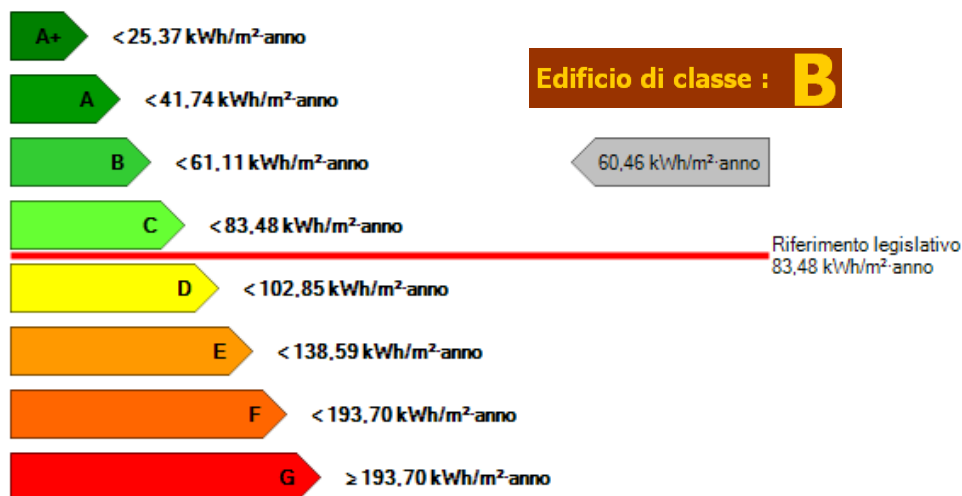
Numero di collettori solari: 18

Superficie totale di apertura dei collettori: 54,00 m²

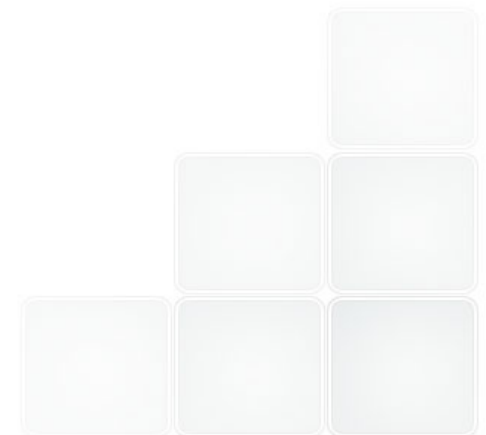
Percentuale annua di copertura per riscaldamento: 43,1 %

Consumo annuale di energia elettrica: 245 kWh

Mese	Irradiazione mensile [kWh/m ²]	Riscaldamento			Percentuale copertura [%]
		Produttività pannelli [kWh]	En. primaria con solare [kWh]	En. primaria senza solare [kWh]	
gennaio	90,1	2626	7722	10776	28,3
febbraio	101,2	2944	4849	8273	41,4
marzo	143,3	3678	1384	5648	75,5
aprile	156,2	1745	128	1253	89,8
maggio	180,9	0	0	0	0,0
giugno	180,2	0	0	0	0,0
luglio	203,0	0	0	0	0,0
agosto	194,6	0	0	0	0,0
settembre	171,2	0	0	0	0,0
ottobre	148,3	0	0	0	0,0
novembre	98,9	2582	2021	5015	59,7
dicembre	79,8	2263	6951	9581	27,4
Anni	1747,68	15838	23055	40545	43,1

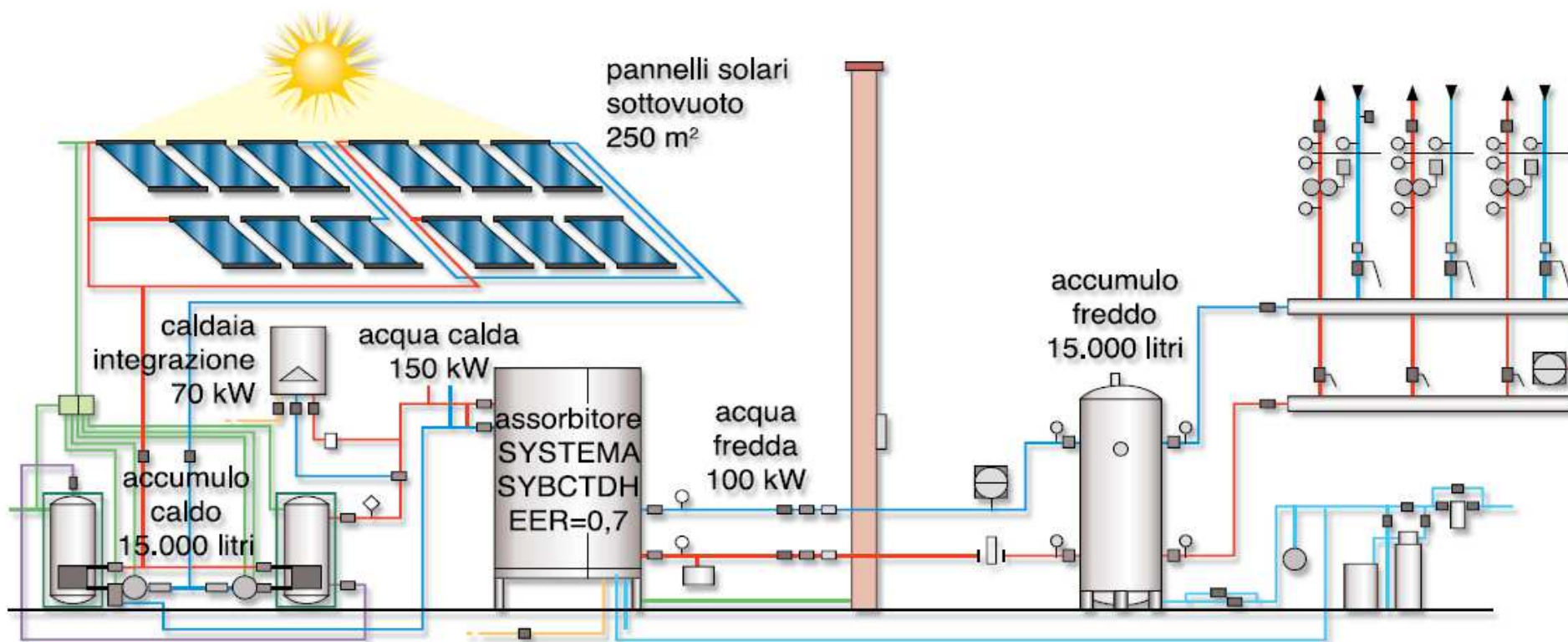


...E COS'E' IL SOLAR COOLING?!



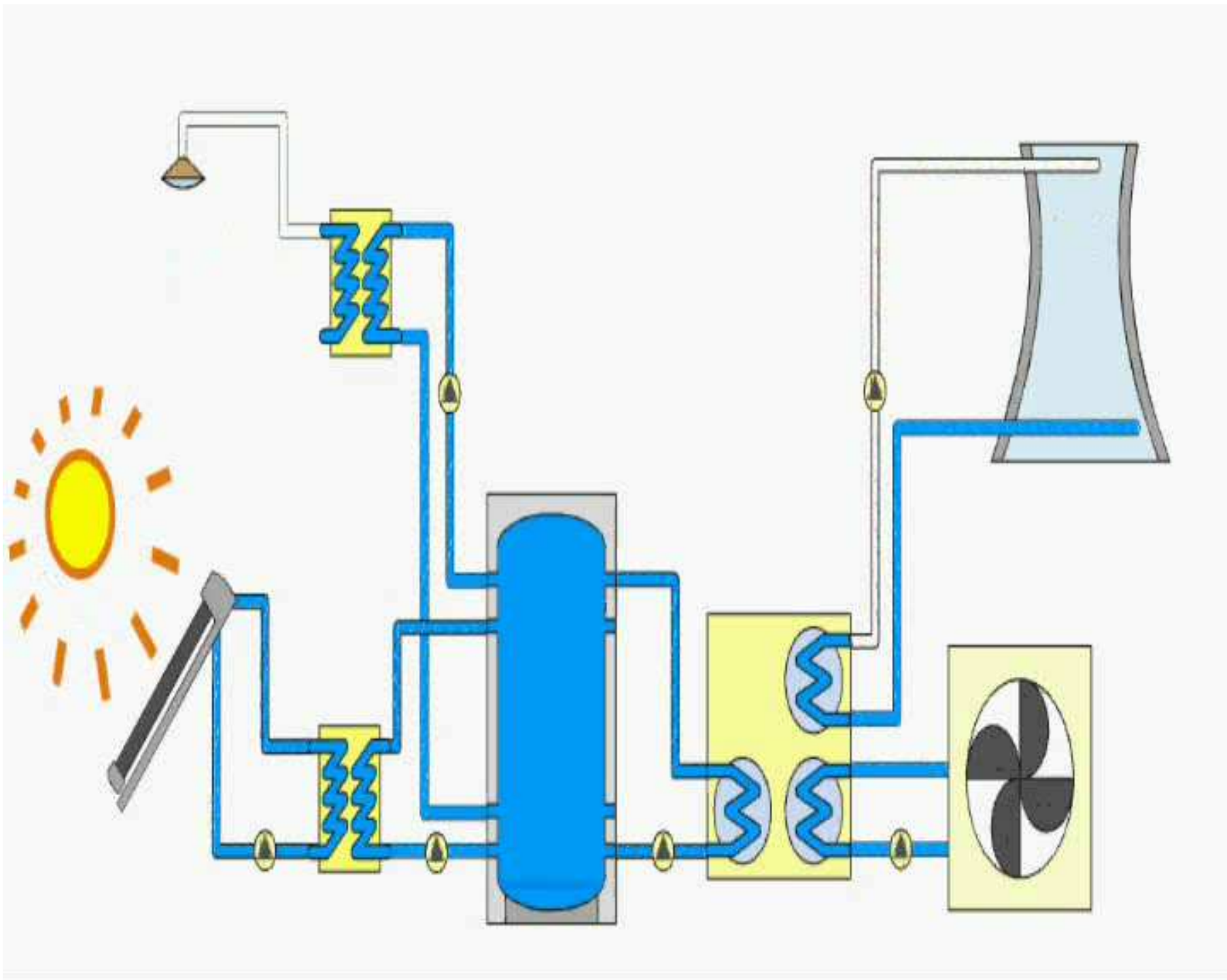
B) Il solar cooling:

Impianti di solar cooling con gruppo frigo ad assorbimento



Impianto SOLAR COOLING con caldaia d'integrazione e sistemi d'accumulo per acqua calda ed acqua refrigerata. Schema idraulico indicativo (doc. SYSTEMA S.p.A.)

PERIODO ESTIVO: coincidenza del picco di richiesta di energia frigorifera con il periodo di massima disponibilità di energia solare.



Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione

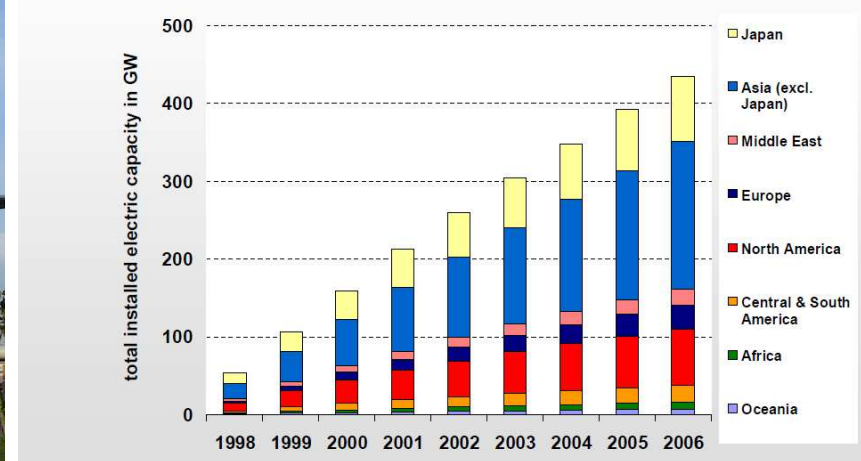


B) Il solar cooling:

CAMPAGNA DI MONITORAGGIO ESTIVA:

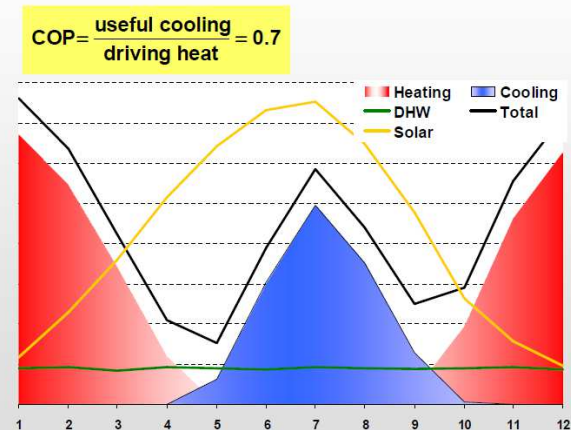


Resulting increase in electric capacity



Why solar heat for cooling / air-conditioning?

- Coincidence of solar gains and cooling loads
- Reduce electric peak loads created by air-conditioning
- High use of solar gains during the entire year
- Reduce summer surplus solar gains in solar systems designed for heating application (solar combi-systems)



B) Il solar cooling:

Componenti Principali d' impianto:

Gruppo frigo ad assorbimento
(acqua – bromuro di litio):



Dati tecnici:

- Potenza frigorifera = 18 [kWf];
- Potenza termica in = 25 [kWt];

Torre Evaporativa:



Dati tecnici:

- Potenzialità = 43 [kW]
- ($T_{bu}=25,6 [^{\circ} C]$; $TH_2O in=35 [^{\circ} C]$;
- $TH_2O out=30 [^{\circ} C]$);
- Portata aria = 7.500,0 [m³/h];
- Portata acqua = 7.400,0 [l/h]

Serbatoio di accumulo acqua
refrigerata:



Dati tecnici:

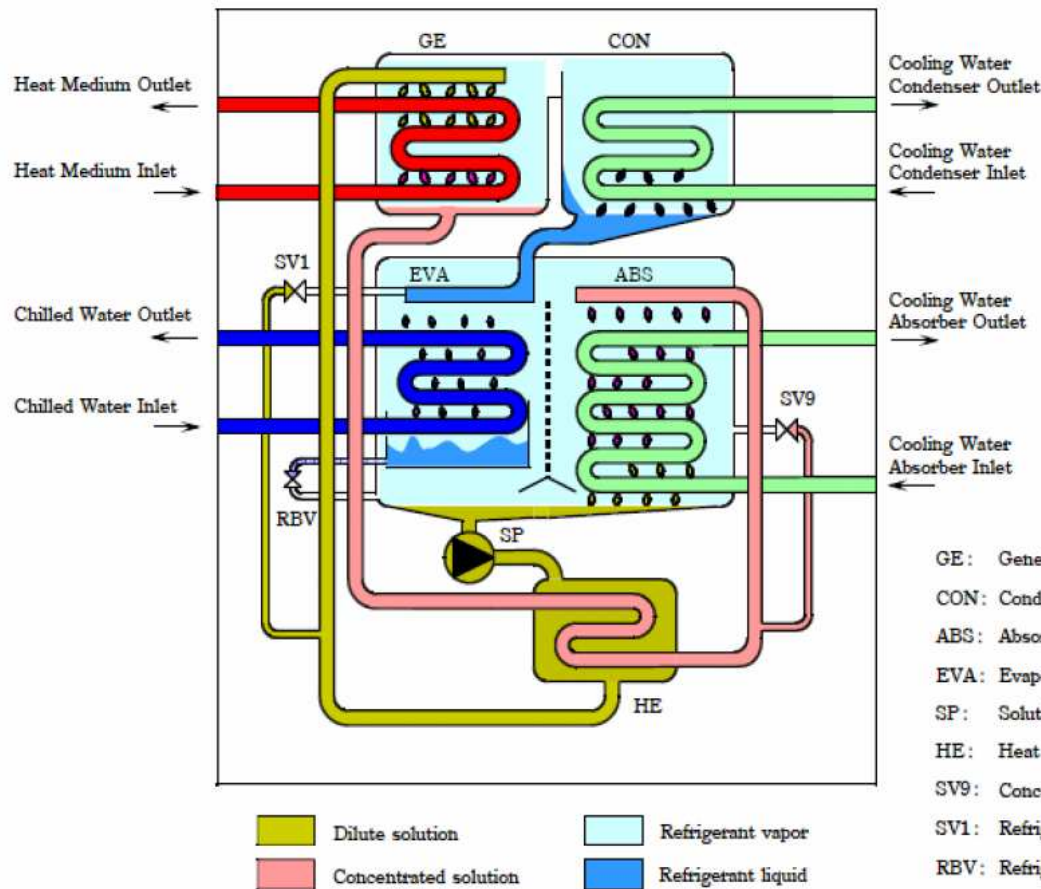
- capacità 1000 L;

Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione



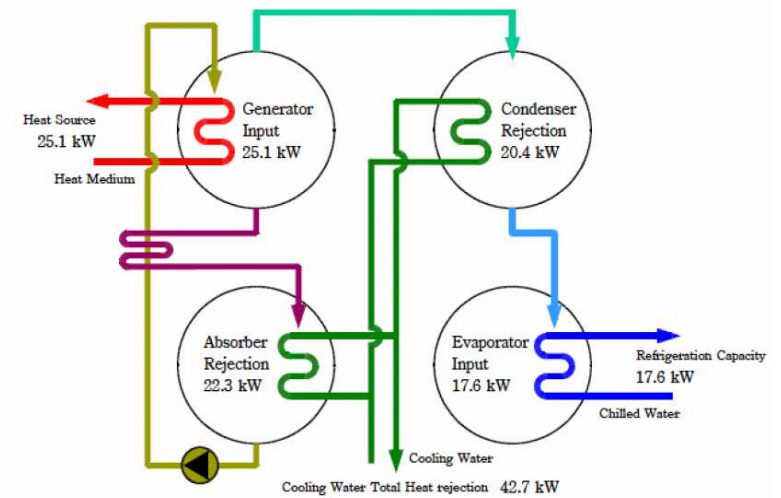
B) Il solar cooling:

Schema di funzionamento gruppo frigo ad assorbimento acqua – bromuro di litio



- GE: Generator
- CON: Condenser
- ABS: Absorber
- EVA: Evaporator
- SP: Solution Pump
- HE: Heat Exchanger
- SV9: Concentrated Solution Bypass Valve
- SV1: Refrigerant Freeze Protection Valve
- RBV: Refrigerant Blow Valve

- Dilute solution
- Refrigerant vapor
- Concentrated solution
- Refrigerant liquid



Temperatura	[° C]
T Heat Medium Inlet	88
T Heat Medium Outlet	83
Chilled Water Inlet	12,5
Chilled Water Outlet	7
Cooling Water Inlet	31
Cooling Water Outlet	35

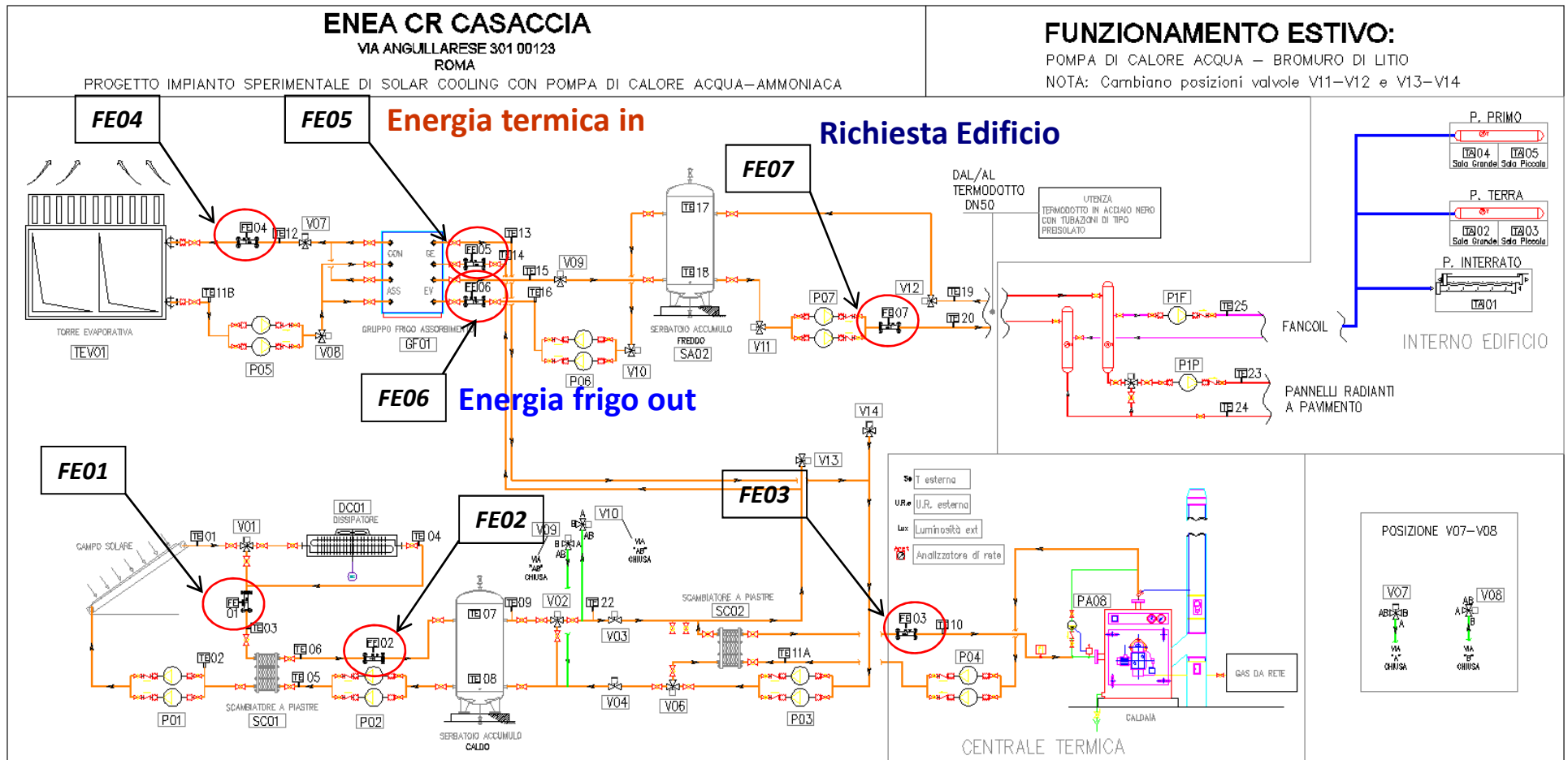
Potenza elettrica assorbita: 48 [W]

Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione



B) Il solar cooling:

CAMPAGNA DI MONITORAGGIO ESTIVA:

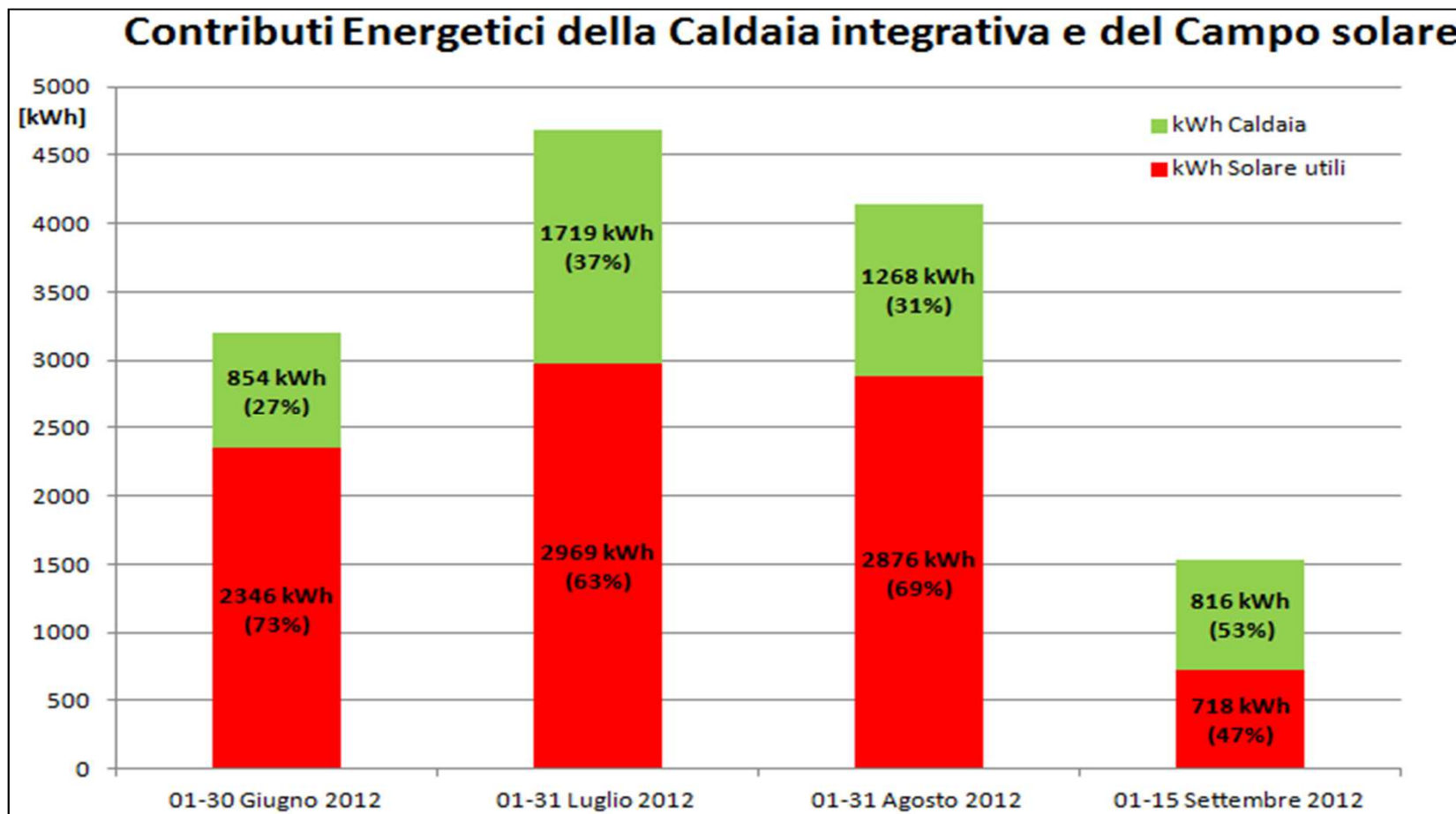


Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione



B) Il solar cooling:

Dati di monitoraggio estivo: 01 GIUGNO – 15 SETTEMBRE 2012



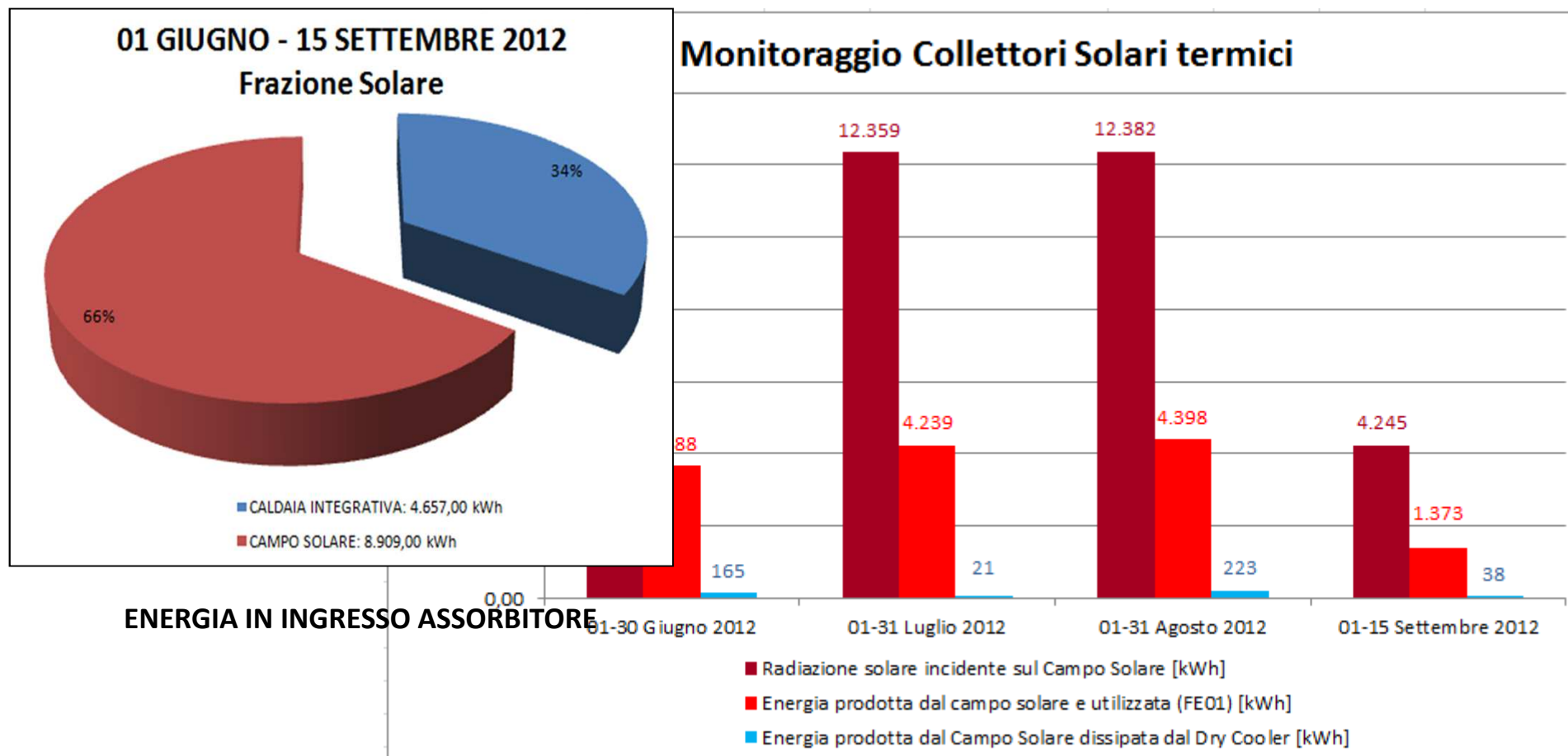
01 GIUGNO – 15 SETTEMBRE: Funzionamento impianto di tipo **INTERMITTENTE** (dalle ore 09:00 alle ore 19:00)

Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione



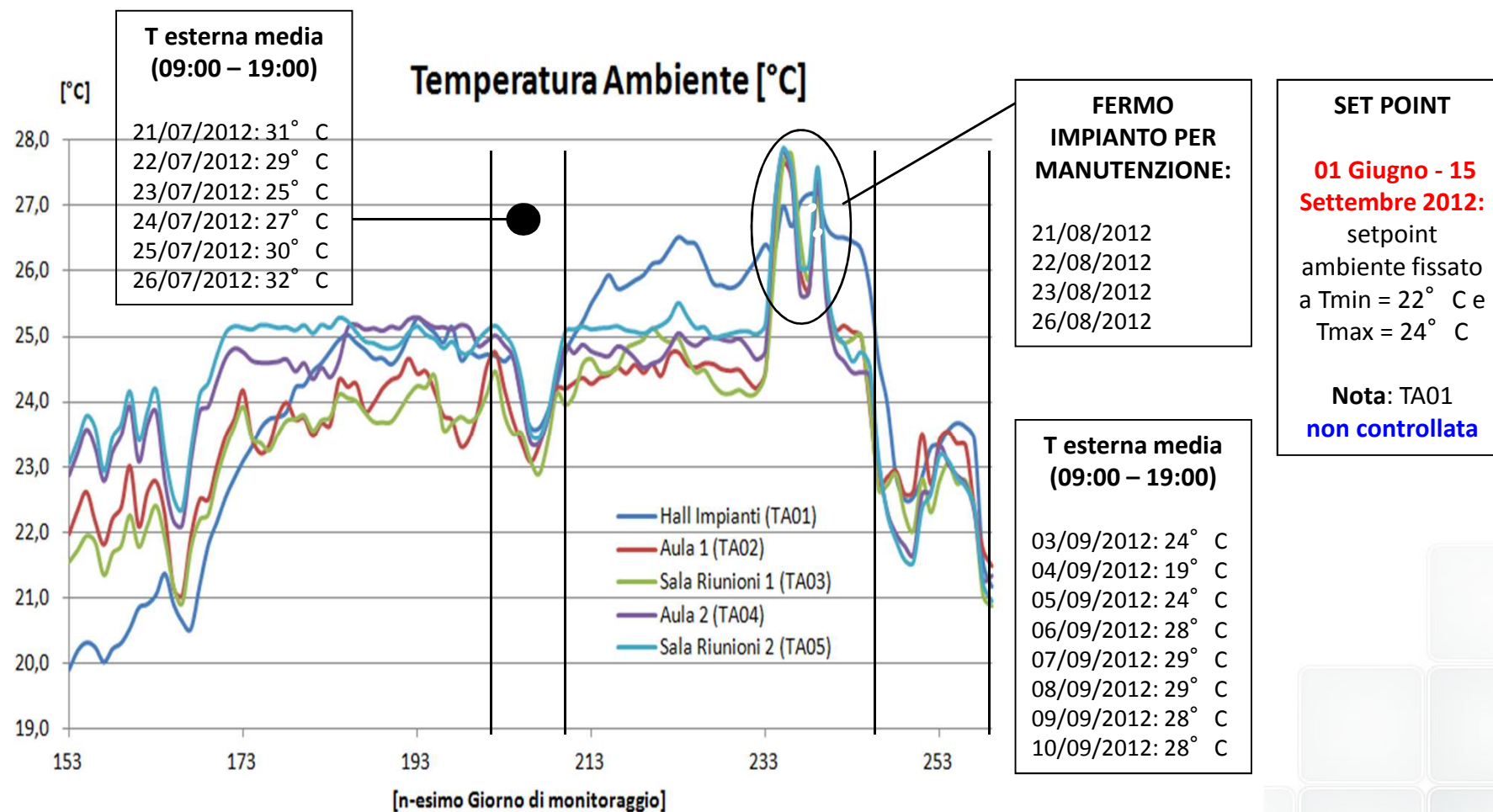
B) Il solar cooling:

Dati di monitoraggio estivo: 01 Giugno - 15 Settembre 2012



B) Il solar cooling: comfort ambientale assicurato

Dati di monitoraggio estivi: 01 GIUGNO – 15 SETTEMBRE 2012

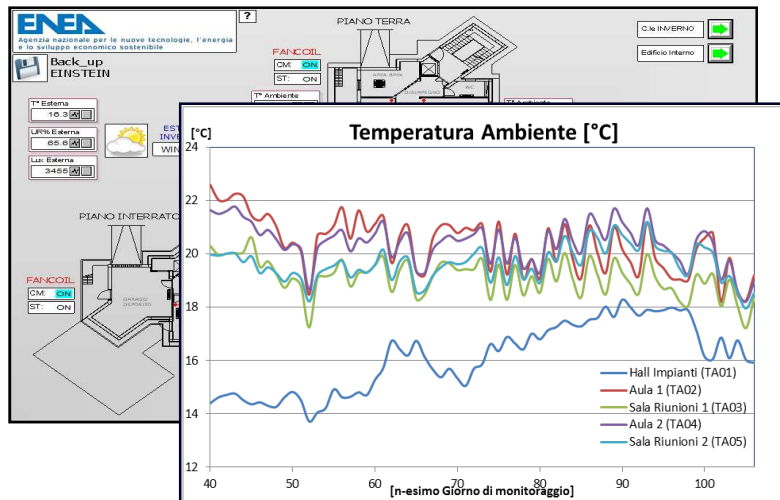
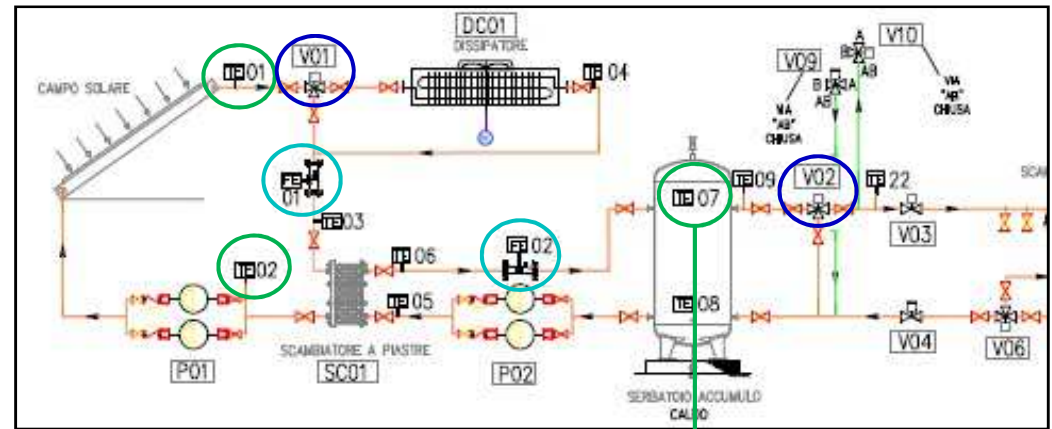
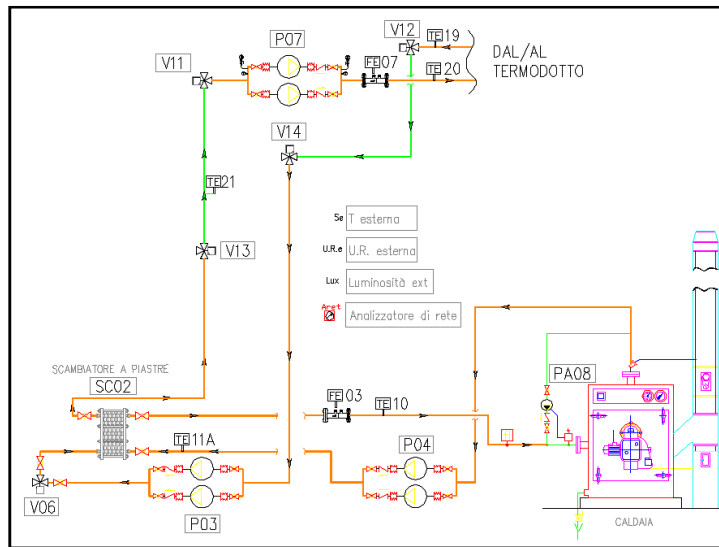


01 GIUGNO – 15 SETTEMBRE: Funzionamento impianto di tipo **INTERMITTENTE** (dalle ore 09:00 alle ore 19:00)

Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione



CONTROLLO E GESTIONE DELL'IMPIANTO: BX EINSTEIN



Contatermie



PC di Gestione, Controllo, Back up



Dati operativi e condizioni meteo



Servomotori elettrovalvole regolazione



Circolatori portata variabile

Dettaglio logica di regolazione in modalità SOLAR HEATING



INVERNO



$$T_{set} = 20^{\circ} C \quad T_{amb} = 18^{\circ} C$$

PUFFER → **Pannelli Radianti**



PUFFER



$$T_{set} = 20^{\circ} C \quad T_{amb} = 10^{\circ} C$$

1- CALDAIA → **Fan Coils**

2- PUFFER → **Pannelli Radianti**



Temperatura puffer (TE07)	Temperatura accettata sul ritorno circuito pannelli radianti per inversione su puffer (TE24)
40°C	30°C
45°C	25°C
50°C	20°C
55°C	15°C
Legge lineare: TE07 + TE24 = 70°C	

PUFFER: TE07 ≥ 40° C
CALDAIA: TE07 < 39° C
Primo avviamento giornaliero con CALDAIA per riscaldamento termodotto

Dettaglio logica di regolazione in modalità SOLAR COOLING



ESTATE

RISORSA PRIMARIA UTILIZZATA:

1) Fonte SOLE se:

$TE07 \geq 80 \text{ } ^\circ \text{C}$ finchè

$TE17 = 7^\circ \text{C}$

2) Fonte CALDAIA se:

$TE07 < 79 \text{ } ^\circ \text{C}$ e

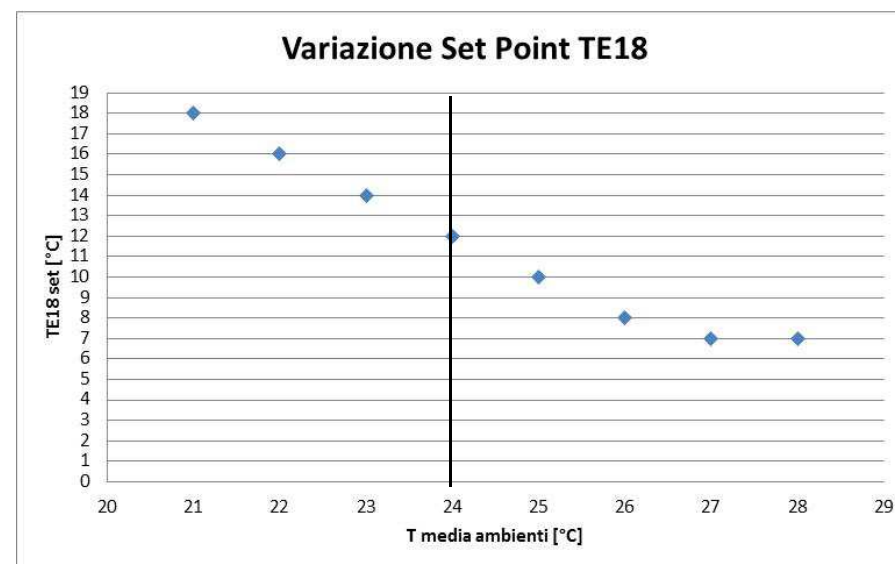
$TE18 > T_{set} = f(T \text{ media ambienti})$



PUFFER



Accumulo acqua refrigerata



Dettaglio logica di regolazione in modalità SOLAR COOLING



ESTATE



$T_{set} = 26^{\circ} C$

$T_{amb} = 30^{\circ} C$



1- PUFFER → Fan Coils

$T_{cold,in} = 7^{\circ} C$

2- PUFFER → Pannelli Radianti

$T_{cold,in} = 14^{\circ} C$



$T_{set} = 26^{\circ} C$

$T_{amb} = 27^{\circ} C$

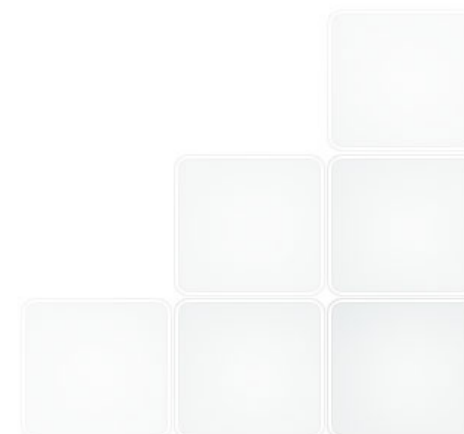
PUFFER → Pannelli Radianti

$T_{cold,in} = 14^{\circ} C$

NOTA: se U.R. % ↑ Fan Coils: $T_{cold,in} = 7^{\circ} C$

Ma ci sono degli incentivi per questo tipo di tecnologia?!

Cosa prevede il «Conto Termico»?



Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione



**DECRETO
MINISTERO
SVILUPPO
ECONOMICO 28
DICEMBRE 2012:**

**«Incentivazione
della produzione di
energia termica da
fonti rinnovabili ed
interventi di
efficienza energetica
di piccole
dimensioni»**



Tabella A – Soggetti ammessi e durata dell'incentivo in anni in base alla tipologia di intervento

Tipologia di intervento	Soggetti ammessi	Durata dell'incentivo (anni)
Isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato	Amministrazioni pubbliche	5
Sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato	Amministrazioni pubbliche	5
Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con generatori di calore a condensazione	Amministrazioni pubbliche	5
Installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento di chiusure trasparenti con esposizione da ESE a O, fissi o mobili, non trasportabili	Amministrazioni pubbliche	5
Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzando <u>pompe di calore</u> elettriche o a gas, anche geotermiche con potenza termica utile nominale inferiore o uguale a 35 kW	Amministrazioni pubbliche e soggetti privati	2
Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzando <u>pompe di calore</u> elettriche o a gas, anche geotermiche con potenza termica utile nominale maggiore di 35 kW e inferiore o uguale a 1000 kW	Amministrazioni pubbliche e soggetti privati	5
Sostituzione di scaldacqua elettrici con scaldacqua <u>a pompa di calore</u>	Amministrazioni pubbliche e soggetti privati	2
Installazione di <u>collettori solari termici</u> , anche abbinati sistemi di solar cooling, con superficie solare lorda inferiore o uguale a 50 metri quadrati	Amministrazioni pubbliche e soggetti privati	2
Installazione di <u>collettori solari termici</u> , anche abbinati sistemi di solar cooling, con superficie solare lorda superiore a 50 metri quadrati e inferiore o uguale a 1000 metri quadrati	Amministrazioni pubbliche e soggetti privati	5
Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale o di riscaldamento delle serre esistenti e dei fabbricati rurali esistenti con generatori di calore alimentati da biomassa con potenza termica nominale al focolare inferiore o uguale a 35 kW	Amministrazioni pubbliche e soggetti privati	2
Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale o di riscaldamento delle serre esistenti e dei fabbricati rurali esistenti con generatori di calore alimentati da biomassa con potenza termica nominale al focolare maggiore di 35 kW e inferiore o uguale a 1000 kW	Amministrazioni pubbliche e soggetti privati	5

Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione



L' impianto di solar heating and cooling: Edificio F-92 C.R. ENEA di Casaccia



Impianto di solar heating and cooling			
			note
Apparecchiature Principali:			
Gruppo frigo ad assorbimento Yazaki Modello WF- SC5 della Potenza frigorifera di 17,6 KW	€ 22.200,00		(COP 0,7). Potenza termica in ingresso = 25,1 kW
Torre evaporativa THERMAC mod. TE 15 (43 kW)	€ 2.896,00		Acqua: 35°C IN-30°C OUT; Aria: 25,6°C BU
n.15 collettori solari del tipo Kloben modello SKY 21 cpc 58 completi di kit di fissaggio per tetti piani e di kit per il raccordo e di sfiato	€ 19.378,40		SKY 21 di superficie pari a 3,31 mq netti: superficie complessiva installata = 50 mq. Potenza di picco (1000 W/mq) = 35,6 kW
Elettropompe	€ 11.000,00		Grundfos (n°17 circolatori)
Dry Cooler Alfa Laval mod. DGS401AS BO	€ 940,00		Tin=100 °C, Q=3,5 mc/h; P= 36 kW; DH=40 kPa; Tin=110 °C, Q=3,5 mc/h; P= 50 kW; DH=40 kPa;
Scambiatori a piastre n° 2 Alfa Laval mod. TL3-PFG 15PL ALLOY 316	€ 1.700,00		50 kW
Impianto di supervisione Marca Emerson Einstein	€ 22.053,02	€ 5.231,58	
Quadro elettrico di potenza e controllo	€ 4.700,00		
Serbatoio accumulo freddo	€ 1.122,00		1000 litri
Serbatoio accumulo caldo	€ 2.007,00		1500litri
Accessori ispesl	€ 1.912,00		Vasi espansione, valvole sicurezza, manometri e termometri
Caldaia ARCA mod. LT45	€ 2.000,00		43,9 kW
Piping di centrale	€ 4.860,00		
TOT:	€ 96.768,42		
Completo di: Posa in opera, elettrico, strumentazione, piping			

DATI EDIFICIO	
Latitudine	42° 03' N
Longitudine	12° 18' Est
Zona Climatica	D
Dimensioni	230 mq

←
↓
- € 16.768,42

€ 80.000,0 ←

L' impianto di solar heating and cooling: Edificio F-92 C.R. ENEA di Casaccia

Costo impianto (fornitura e posa in opera) \approx € 80.000,00

SKY 21 CPC 58	Collettore solare modello SKY 21 CPC 58 a tubi in vetro borosilicato con intercapedine sottovuoto. La metallizzazione interna dei tubi è di tipo ad alto assorbimento, realizzata in verniciatura multistrato di tipo A/VN completamente riciclabile. L'unità di assorbimento è formata da un circuito in rame a contatto con assorbitori di calore in alluminio. Testata del collettore con circuiteria ambidestra con elevato contenuto di isolante per garantire perdite termiche minime. Rendimento ottico ottimizzato mediante installazione di sistema CPC posto sotto i tubi. Telaio metallico in alluminio elettrolitico resistente alla corrosione in nebbia salina con profili posteriori su tutta la lunghezza per l'aggancio del sistema di fissaggio.	
	Larghezza con raccordi	2414 mm
Profondità	140 mm	
Peso a vuoto	76 kg	
Superficie di apertura	3,31 m ²	
Superficie lorda	3,75 m ²	
Contenuto liquido	3,07 l	
Energia fornita per collettore	2426 kWh/(collettore anno)	

$$I_{atot} = 83 * 56,25 = 4.668,75 \text{ €/anno}$$

Complessivamente:
€ 23.343,75
in cinque anni
(29 % investimento)



Superficie lorda singolo pannello = 3,75 m²

Superficie lorda complessiva campo solare = 3,75 * 15 = 56,25 m²

Calcolo Incentivo annuo:

$$I_{atot} = C_i \cdot S_l$$

dove $C_i = 83$ (€/m²) nel caso di impianti solari termici con sistemi di solar cooling con $50 \text{ m}^2 < S_l \leq 1.000 \text{ m}^2$

con:

I_{atot} = incentivo annuo in euro

S_l = superficie solare lorda dell'impianto, espressa in metri quadrati (m²)

C_i = coefficiente di valorizzazione dell'energia termica prodotta definito nella tabella seguente

Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione



DESCRIZIONE (abitazione+uffici)	VALORI
Potenza frigorifera installata	17,5 kW
Dimensioni campo solare (sup.lorda)	56,25 mq
Rapporto superficie solare/assorbitore	3.2 mq/kW
Costo investimento (riconvertito)	€ 80.000
Investimento al kWf	€/kWf 4.570
Investimento al mq solare	€/mq 1.420
Consumo annuo energia non rinnovabile	€ 4.000
Energia da fonti rinnovabili (heating & cooling)	€ 2.000
Incentivo al metro quadro da CONTO TERMICO =	€ 83 x 56,25 x 5 anni
Incentivo totale	€ 23.344
Pay Back: INVESTIMENTO - ANNI x C.E.T. = ANNI x ENERGIA	28 ANNI

DESCRIZIONE (mensa + locale laboratorio)	VALORI
Potenza frigorifera installata	105 kW
Dimensioni campo solare (sup.lorda)	350 mq
Rapporto superficie solare/assorbitore	3.33 mq/kW
Costo investimento	€ 350.000
Investimento al kWf	€/kWf 3.523
Investimento al mq solare	€/mq 1.057
Consumo annuo energia non rinnovabile	€ 50.000
Energia da fonti rinnovabili (heating & cooling)	€ 23.000
Incentivo al metro quadro da CONTO TERMICO =	€ 83 x 350 x 5 anni
Incentivo totale	€ 145.250
Pay Back: INVESTIMENTO - ANNI x C.E.T. = ANNI x ENERGIA	9 ANNI

DESCRIZIONE (FABBRICATI MENSA + ALLOGGI)	VALORI
Potenza frigorifera installata	280 kW
Dimensioni campo solare (sup.lorda)	708 mq
Rapporto superficie solare/assorbitore	2.53 mq/kW
Costo investimento	€ 500.000
Investimento al kWf	€/kWf 1.785
Investimento al mq solare	€/mq 706
Consumo annuo energia non rinnovabile	€ 120.000
Energia da fonti rinnovabili (heating & cooling)	€ 70.000
Incentivo al metro quadro da CONTO TERMICO	€ 83 x 630 x 5 anni
Incentivo totale	€293.820
Pay Back: INVESTIMENTO - ANNI x C.E.T. = ANNI x ENERGIA	3 ANNI



Pay Back period

Edificio F-92

C.R. ENEA di Casaccia

Mensa Città del Vaticano

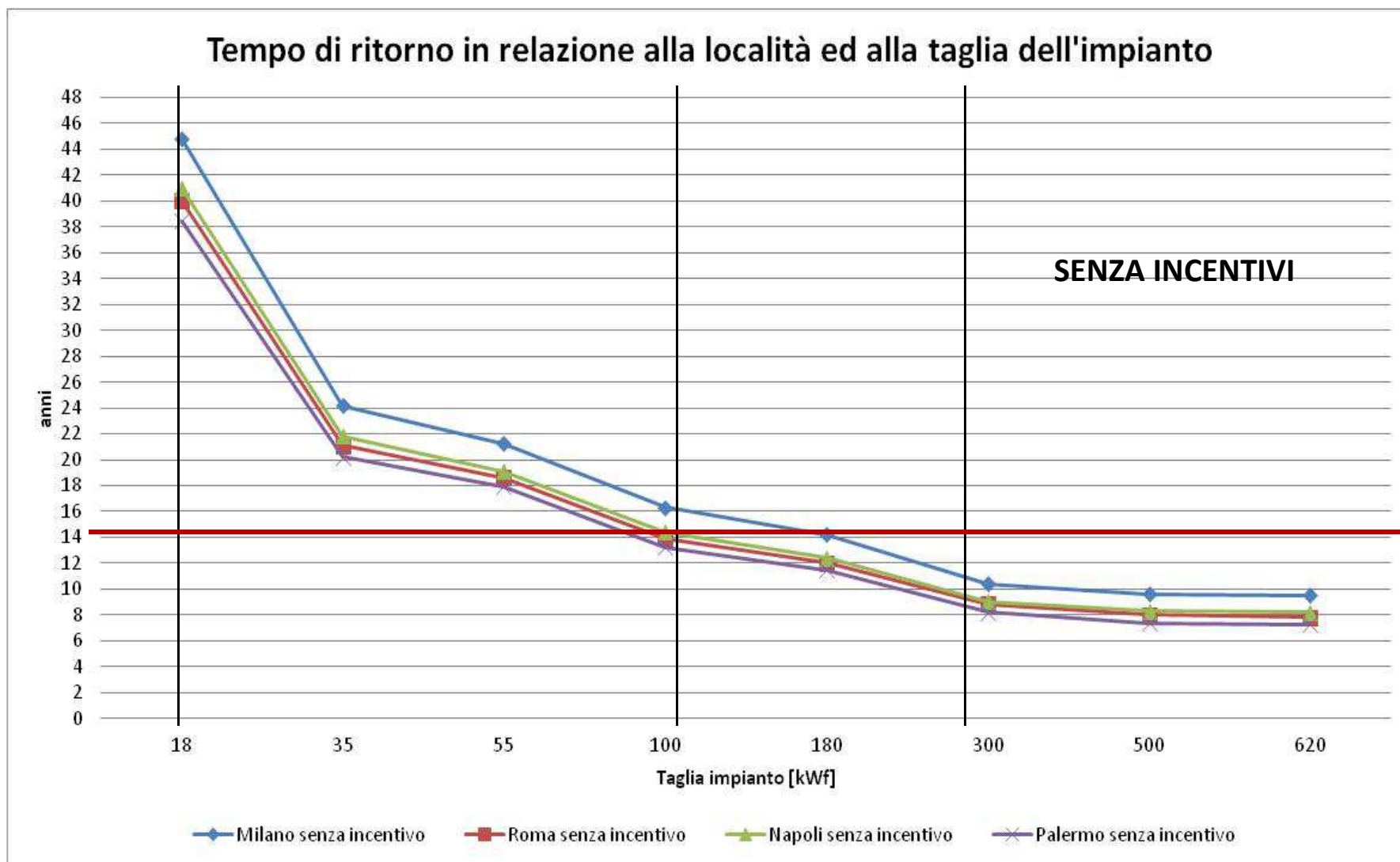
Roma

Struttura Militare

Puglia

Potenza Frigorifera Installata

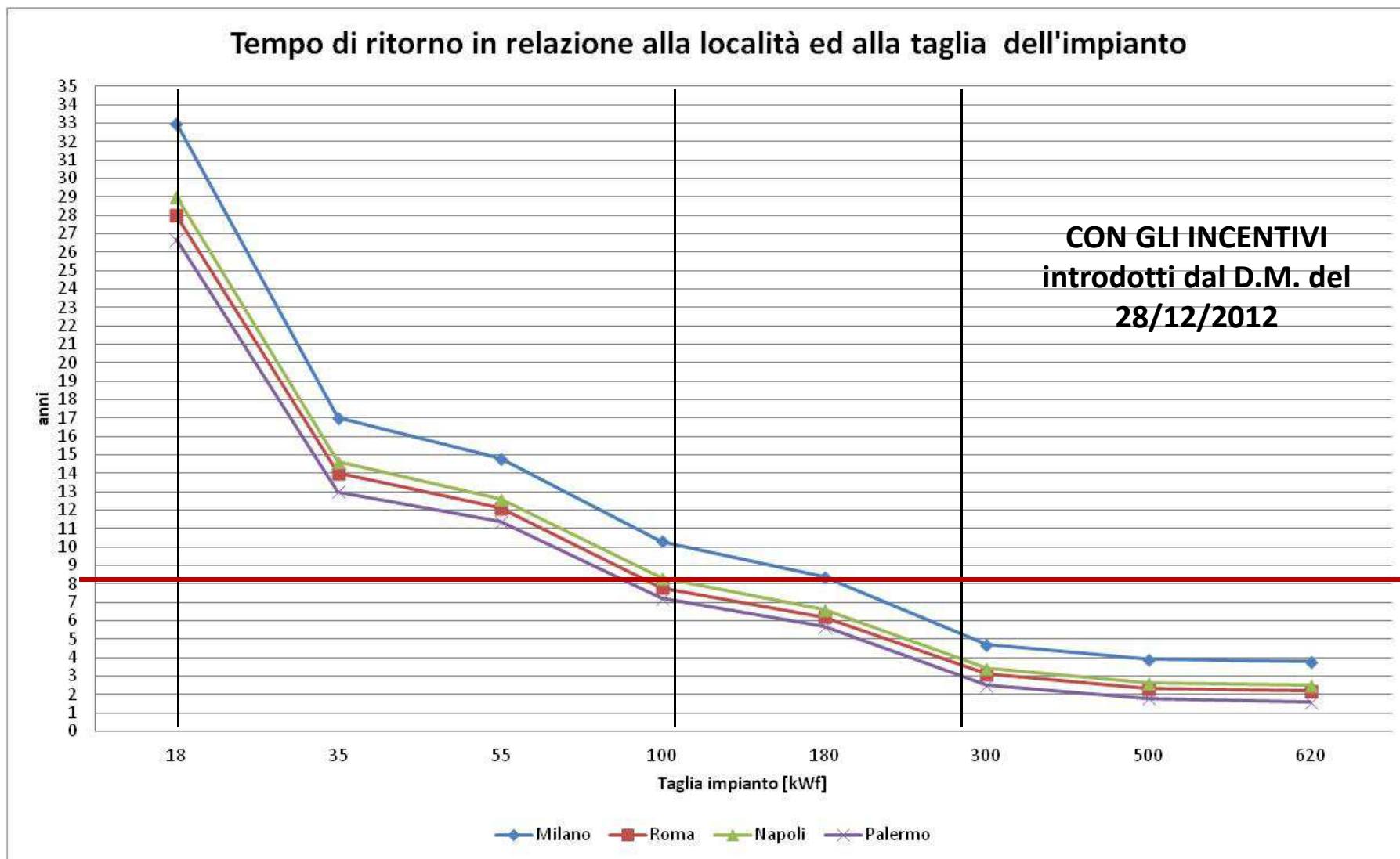
L' impianto di solar heating and cooling: STIMA dei tempi di ritorno



Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione



L' impianto di solar heating and cooling: STIMA dei tempi di ritorno



Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione



EVIDENZA DEL CASO STUDIO PRESENTATO: AiCARR

Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento, Refrigerazione

AiCARR journal
LA RIVISTA PER I PROFESSIONISTI DEGLI IMPIANTI HVAC&R
ANNO 3 - OTTOBRE 2012
ISSN 2038-2723
CONDIZIONAMENTO
RISCALDAMENTO
REFRIGERAZIONE
#16
EURO 15

Organo Ufficiale AiCARR

**POMPE DI CALORE, COME DIMENSIONARLE
ACCUMULO AD IDROGENO, QUALI VANTAGGI?
CLIMATIZZAZIONE SATELLITARE E PRESTAZIONI ENERGETICHE
RADIANTE NEI CAPANNONI
CASE STUDY
RISCALDAMENTO CON RECUPERO DEL CALORE DI CONDENSAZIONE
BARRIERE D'ARIA, QUANDO NON FUNZIONANO?**

**IMPIANTI DI RISCALDAMENTO
RECUPERO DI CALORE**

POSTE ITALIANE SPA - POST IN BANCHE MANGACRE - L00014002010

AiCARR journal
LA RIVISTA PER I PROFESSIONISTI DEGLI IMPIANTI HVAC&R
ANNO 3 - NOVEMBRE/DICEMBRE 2012
ISSN 2038-2723
CONDIZIONAMENTO
RISCALDAMENTO
REFRIGERAZIONE
#17
EURO 15

Organo Ufficiale AiCARR

**POSITION PAPER AiCARR SULLA SANITÀ
REFRIGERANTI SINTETICI E NATURALI,
PRESTAZIONI A CONFRONTO
CLIMATIZZAZIONE SOSTENIBILE,
L'IMPORTANZA DEL FREE-COOLING
F-GAS, NUOVO REGOLAMENTO DALL'UE
CASE STUDY
PORTATA VARIABILE AL
CIRCUITO PRIMARIO
SCAMBIATORI ALETTATI CON BASSA
CARICA DI REFRIGERANTE
RAFFREDDAMENTO EVAPORATIVO**

**CENTRALI FRIGORIFERE
FREE-COOLING**

POSTE ITALIANE SPA - POST IN BANCHE MANGACRE - L00014002010

Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione



EVIDENZA DEL CASO STUDIO PRESENTATO

Construction21.eu
ITALIA
La piattaforma europea dedicata ai professionisti dell'edilizia sostenibile

HOME NEWS **CASI STUDIO** PRODOTTI ISCRITTI COMMUNITY **EVENTI** CHI SIAMO MEDIA CONCORSO 2013

EDIFICIO F-92 CENTRO RICERCHE ENEA di Casaccia

PUBBLICATO IL 07 FEBRUARY 13, DA NICOLANDREA CALABRESE | ITALIA | VISTO 268 VOLTE

Tipologia di progetto : Ristrutturazione
Tipo di edificio : Villa isolata
Anno di costruzione : 2011

Zona climatica : Nord Mediterranea
Superficie utile calpestabile : 381 m²
Costo di costruzione/ristrutturazione : 118 000 €

Numero delle unità funzionali : 1 Appartamenti
Costi/m2 : 310 €/m²
Costi/Appartamenti : 118 000 €/Appartamenti

Via Anguillarese,301 , 00123 S. Maria di Galeria (ROMA) Italia

Localizza

Energy Performance Rating: **B**

Construction21.eu Europe Metropolitan Solutions
Sustainable Urban Building Award 2013

RISULTATO:

I MIGLIORI CASI STUDIO

- CASE A BALLATOIO
Sede uffici Omnia Energia Spa
- Edificio CASACLIMA A NATURE a Bernate Ticino
- Casa Borghesan-Corti CasaClima B+
- EDIFICIO F-92 CENTRO RICERCHE ENEA di Casaccia**

Sustainable Urban Building Contest 2013: Construction21 - Metropolitan Solution (<http://www.construction21.eu/italia/>)

- 1.Come gli edifici possono essere integrati nelle infrastrutture della "città del futuro"
- 2.Come gli edifici possono dare un contributo positivo alle infrastrutture della "città del futuro"
- 3.Come gli edifici possono contribuire a migliorare la qualità della vita in una città

Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione



Le nostre attività di ricerca e sviluppo:

RICERCA DI BASE

- ▶ Scambio termico in micro canali
- ▶ Nano-Fluidi
- ▶ Wick Heat Pipe
- ▶ Sistemi di accumulo termico a cambiamento di fase
- ▶ Scambiatori a layer adsorbenti a raffreddamento evaporativo indiretto
- ▶ Analisi di efflusso in bifase

RICERCA APPLICATA

- ▶ Il Solar Cooling
- ▶ Pompe di calore ad assorbimento acqua-ammoniaca
- ▶ Pompe di calore a compressione R744 (CO₂)
- ▶ Pannelli solari a Heat Pipe
- ▶ Pompe di calore elioassistite
- ▶ Impianti Geotermici
- ▶ Laboratorio qualificazione componenti solari
- ▶ Sistemi di regolazione, monitoraggio e controllo
- ▶ Sistemi Desiccant-Cooling
- ▶ Impianti di cogenerazione e trigenerazione

HOME CHI SIAMO CONTATTI DOVE SIAMO MAPPA DEL SITO

climatizzazione con fonti rinnovabili

Questo portale ha lo scopo di diffondere i risultati delle attività ENEA in questo settore nell'ambito della "Ricerca di sistema elettrico".

[Approfondisci >>](#)

Laboratori & Impianti | Formazione | Pubblicazioni | Archivio Eventi & News | Strumenti e Software | Downloads | Link Utili | CLIMATIZZAZIONE: GLI SCENARI

Pannelli solari a HEAT PIPE

How does Solar Cooling Work?

Gli heat pipe applicati ai sistemi di condizionamento estivo

Negli ultimi anni, la domanda di elettricità nel periodo estivo ha raggiunto picchi estremi per l'uso eccessivo dei tradizionali condizionatori d'aria, fino a causare talvolta dei black out della rete elettrica. Per ovviare a ciò, è **necessario sfruttare**, con il massimo rendimento ottenibile, l'energia solare producendo acqua calda a temperature superiori ai 100°C attraverso il progetto e lo sviluppo

Referente scientifico:
Ing. Andrea Calabrese
andrea.calabrese@enea.it

ENEA

Una casa intelligente per la formazione profe

ENERGIE RINNOVABILI

Una "casa intelligente" per la formazione professionale

0:00 / 2:32 YouTube

Grazie per l'attenzione

<http://www.climatizzazionefontirinnovabili.enea.it/>