



L'ENEA E LA RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

***Risultati delle attività svolte nell'ambito dell'Accordo di Programma
MSE/ENEA:***

“Attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale”

Risultati delle attività svolte nell'ambito dell'Accordo di Programma MSE/ENEA

“Utilizzo dell'energia elettrica e solare per la climatizzazione estiva”

CONVEGNO del 23-24 Novembre 2011 – ROMA

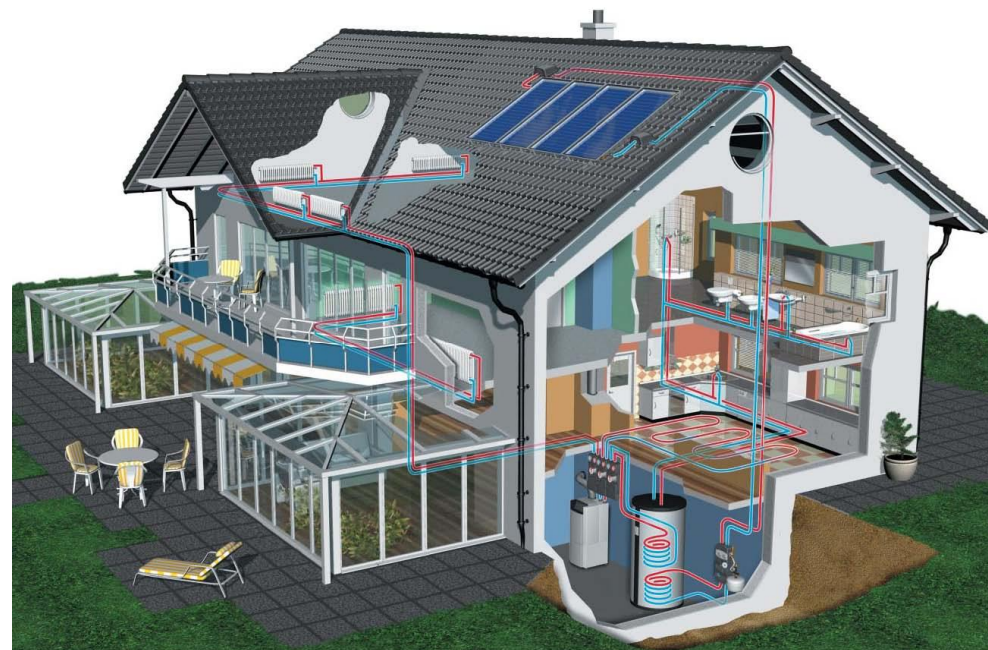
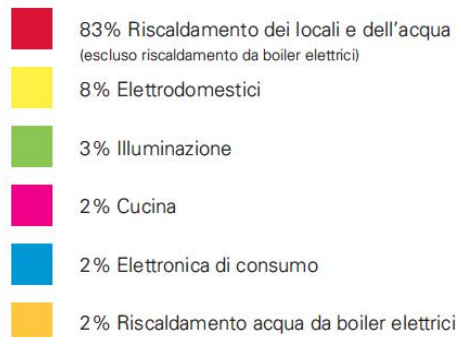
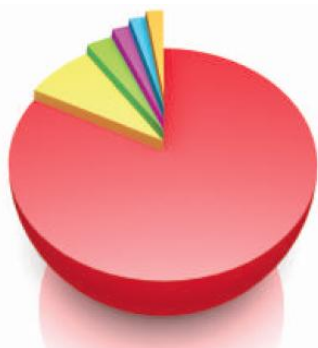
Referente scientifico:

Ing. Andrea Calabrese

andrea.calabrese@enea.it

www.climatizzazioneconfontirinnovabili.enea.it

Obiettivi della ricerca:



Energia totale utilizzata in una abitazione

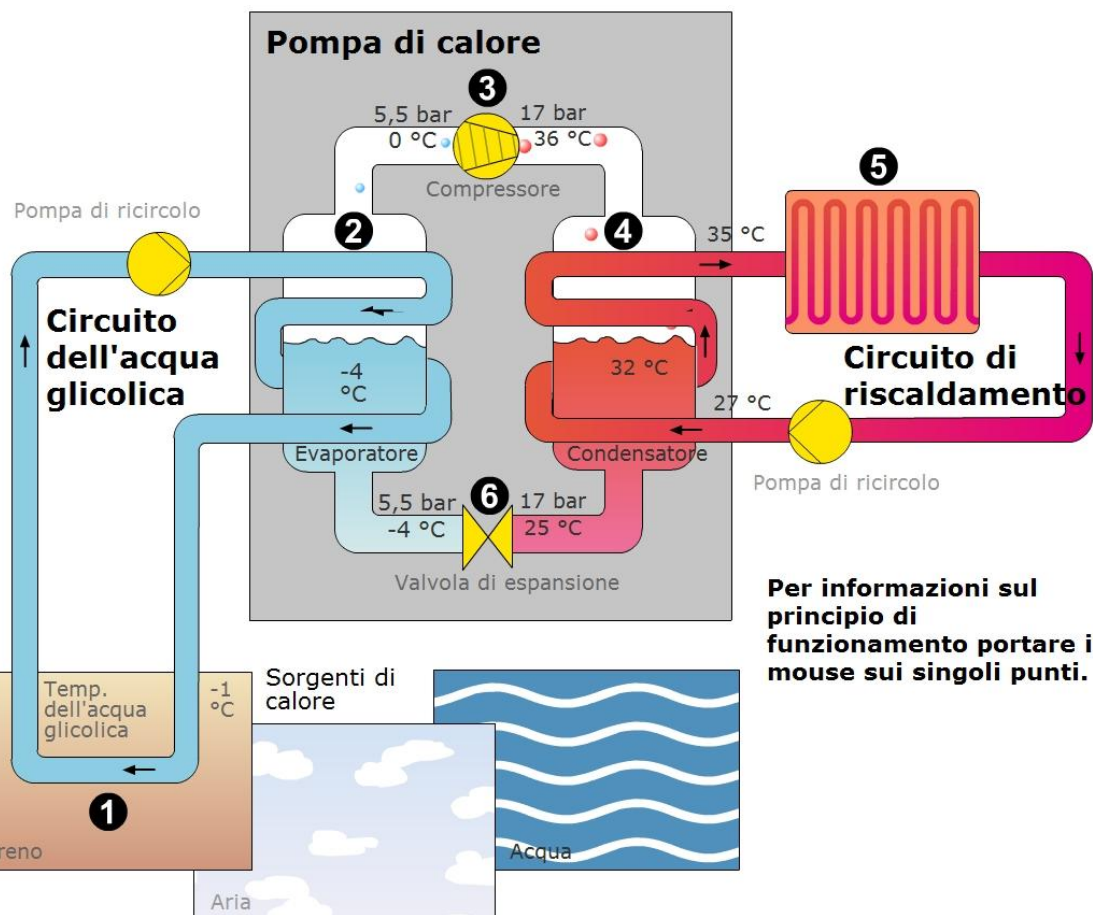
L’energia consumata nell’edilizia residenziale per riscaldare gli ambienti e per l’acqua calda sanitaria rappresenta circa il **30% dei consumi energetici nazionali**, e rappresenta circa il **25% delle emissioni totali nazionali di anidride carbonica**, una delle cause principali dell’effetto serra e del conseguente innalzamento della temperatura del globo terrestre.

Definire e sviluppare un sistema integrato robusto e competitivo in grado di assolvere l’intero compito della climatizzazione sia estiva che invernale e della produzione di acqua calda sanitaria.

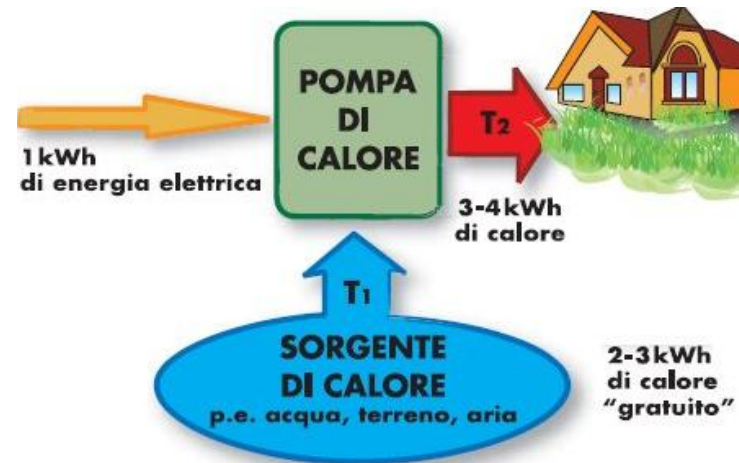
Linee di attività:

- A. **Sperimentazione e qualificazione di componenti e sistemi;**
- B. **Facility per la caratterizzazione di componenti per applicazioni di solar cooling;**
- C. **Sistemi di regolazione, monitoraggio e controllo degli impianti di climatizzazione in edifici complessi e/o distretti energetici.**

Pompa di calore elettrica a compressione:

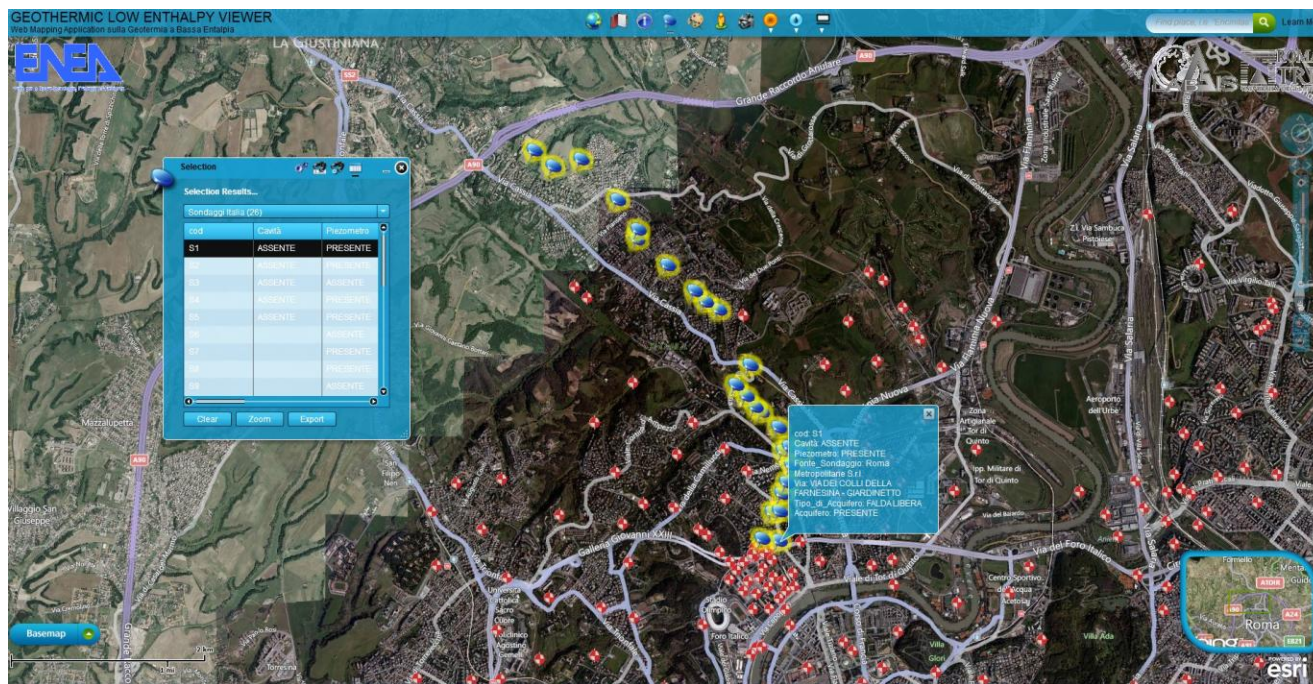


Per informazioni sul principio di funzionamento portare il mouse sui singoli punti.



A. Sperimentazione e qualificazione di componenti e sistemi

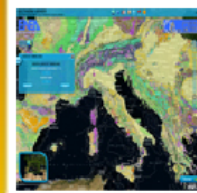
Geodatabase liberamente consultabile dei Dati geo-litologici nazionali



Ubicazione dei sondaggi geognostici , proprietà fisiche-geotermiche-geologiche dei terreni



Geotherm Viewer



GEOTHERM VIEWER rappresenta una Web Mapping Application di ultima generazione; un GIS sulla Geotermia a Bassa Entalpia riprodotto sul Web. Sono mantenute tutte le principali funzioni di un GIS dall'interrogazione del dato geografico fino all'analisi spaziale, ma vengo anche aggiunte funzionalità di analisi su Servizi GIS locali ed esterni.

[CONSULTA SONDAGGI](#)

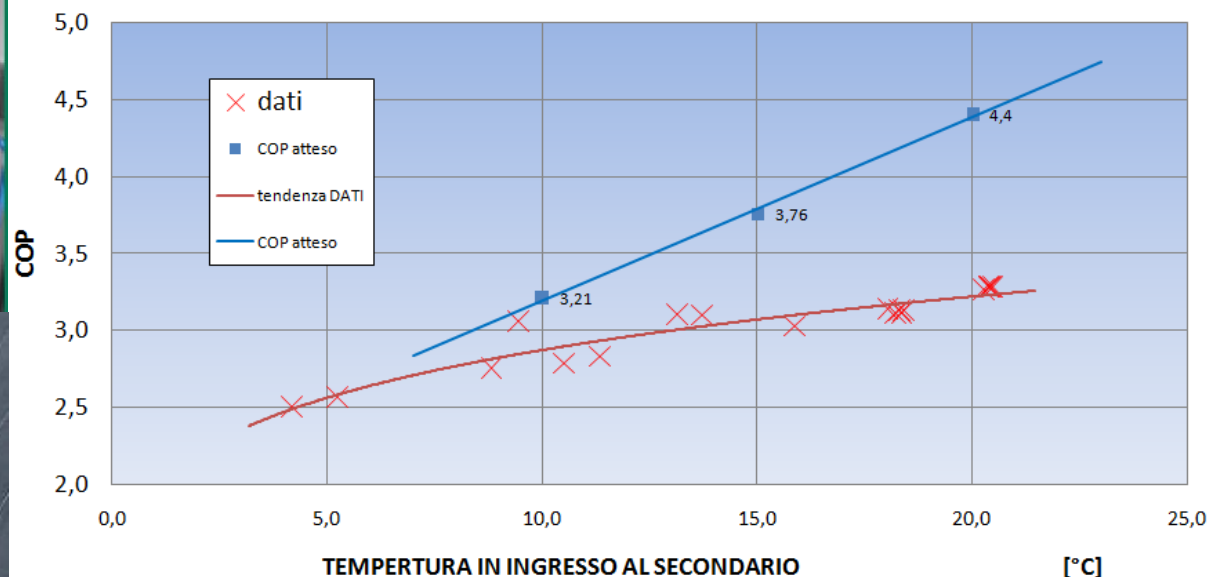
Il portale allestito è visitabile all'indirizzo
<http://www.litologia-geotermia.enea.it/>

A. Sperimentazione e qualificazione di componenti e sistemi

Messa in funzione e analisi sperimentale di una pompa di calore elettrica elioassistita



punti di funzionamento in regime stazionario - MARZO



Prestazione della pompa di calore comparato a COP atteso dalla casa produttrice

NOTA: dalle prove sperimentali è emersa una forte discordanza tra i dati di catalogo e quelli rilevati in campo. La Ditta costruttrice della macchina ha provveduto alla sostituzione della macchina in quanto difettosa. La “nuova” macchina è risultata infatti di gran lunga più performante e nelle successive prove si sono ottenuti valori del COP superiori a quelli di catalogo.

A. Sperimentazione e qualificazione di componenti e sistemi

Prototipo Pompa di calore elettrica polivalente a CO₂ (R744)

Caratteristiche del refrigerante naturale R744 (CO₂)

		ODP*	GWP**
R744	CO ₂ refrigerante naturale	0	1
R410A	HFC	0	1900
R407C	HFC	0	1600

ODP (potenziale di distruzione dell’ozono)

GWP (potenziale di riscaldamento globale)

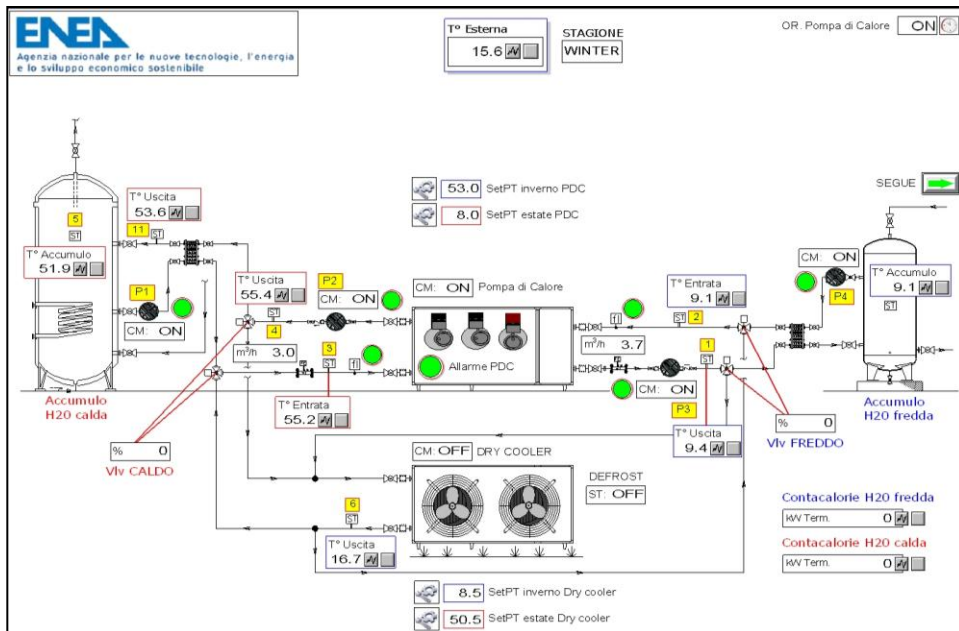
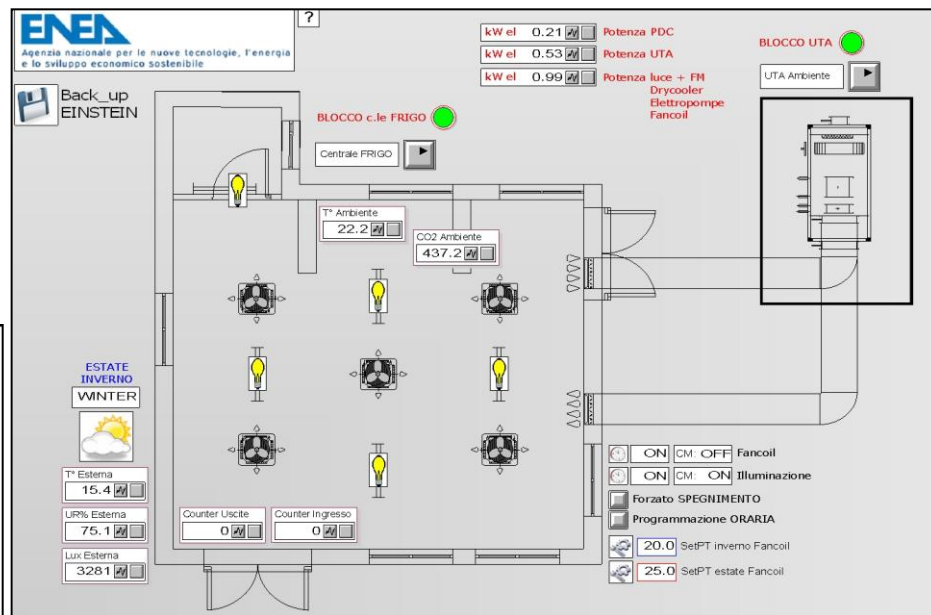
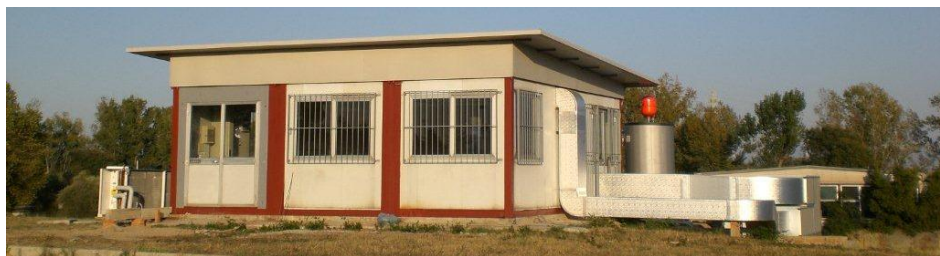


Impianto a Pompa di calore a CO₂ (R744)

“Utilizzo dell’energia elettrica e solare per la climatizzazione estiva”

A. Sperimentazione e qualificazione di componenti e sistemi

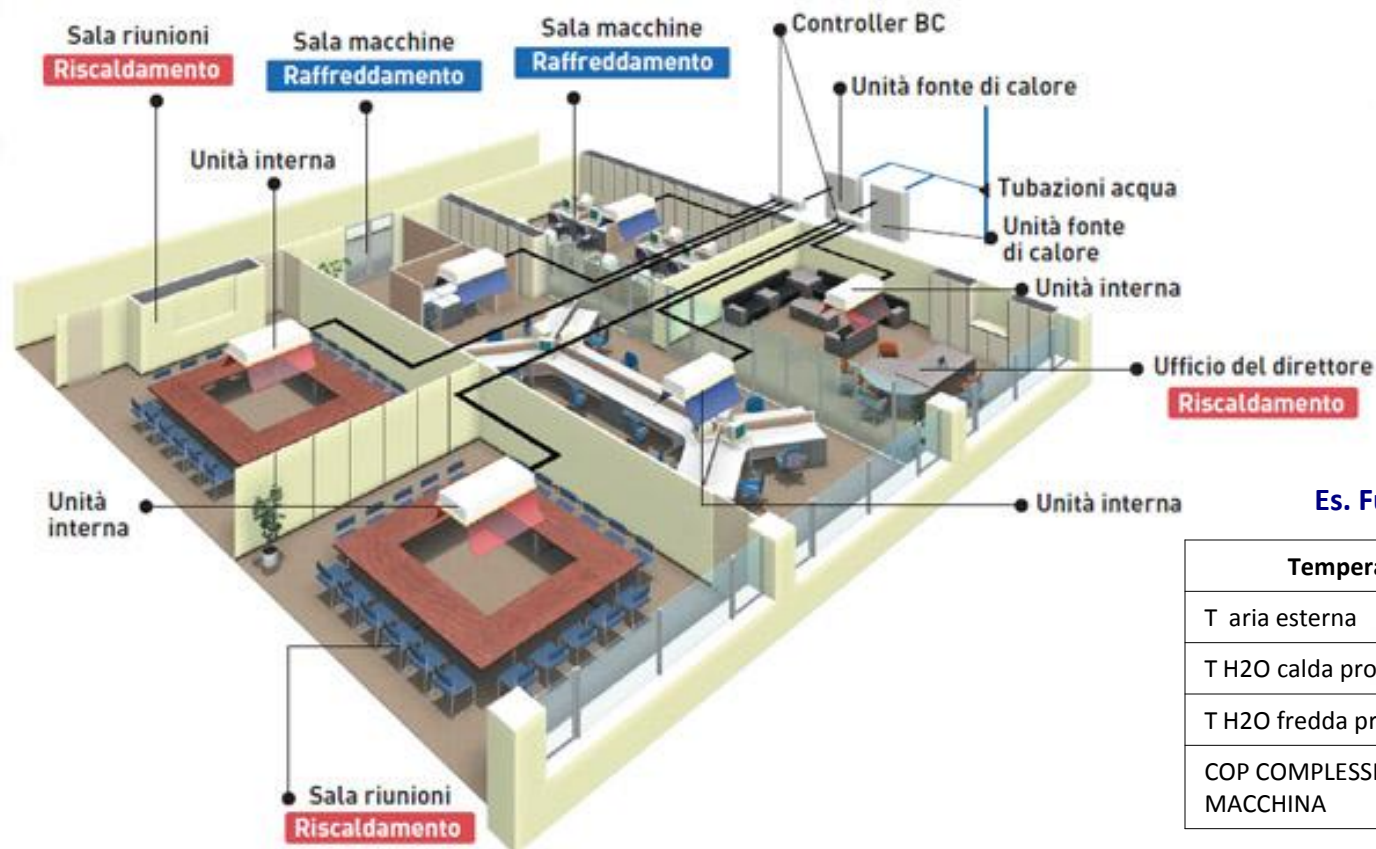
Prototipo Pompa di calore elettrica polivalente a CO₂ (R744)



Impianto a Pompa di calore a CO₂ (R744)

A. Sperimentazione e qualificazione di componenti e sistemi

Prototipo Pompa di calore elettrica POLIVALENTE a CO₂ (R744)



Es. Funzionamento Invernale:

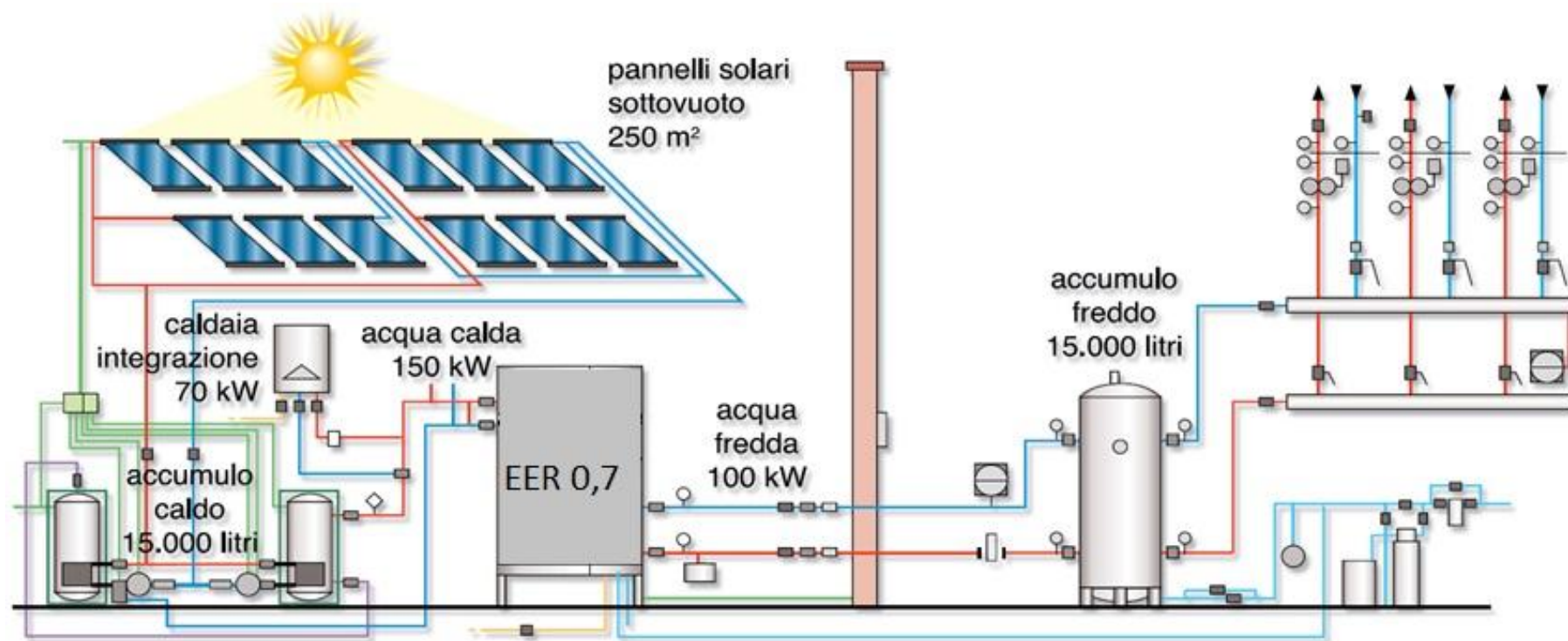
Temperatura	[°C]	COP/EER (P)
T aria esterna	0	
T H2O calda prodotta	45	3,4 (27 kWt)
T H2O fredda prodotta	- 6	2,5 (20 kWf)
COP COMPLESSIVO MACCHINA		5,9

Potenza elettrica assorbita: 7,89 [kW]

UNA MACCHINA, UN SOLO CONSUMO DI ENERGIA.....DUE RISULTATI: CALDO E FREDDO INSIEME!!!

A. Sperimentazione e qualificazione di componenti e sistemi

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.

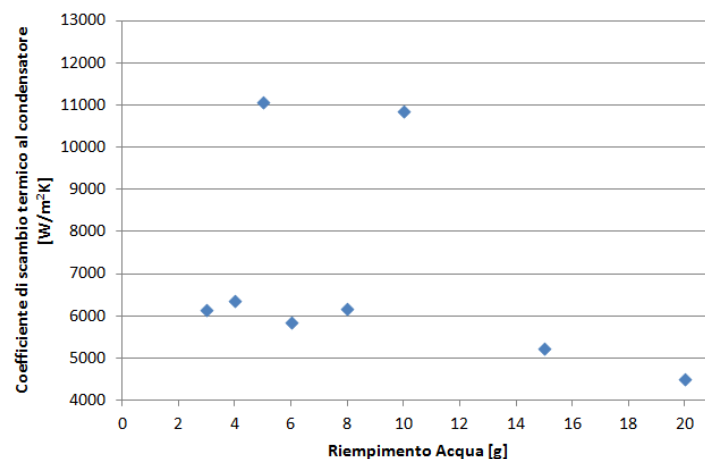
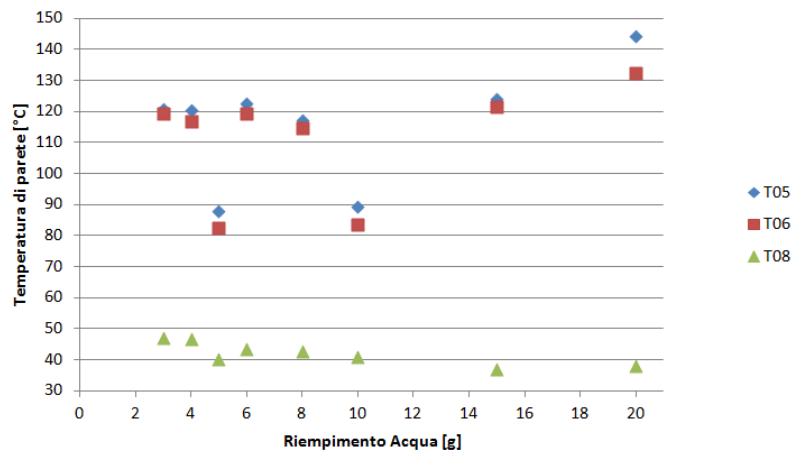
PERIODO ESTIVO: coincidenza del picco di richiesta di energia frigorifera con il periodo di massima disponibilità di energia solare.

A. Sperimentazione e qualificazione di componenti e sistemi

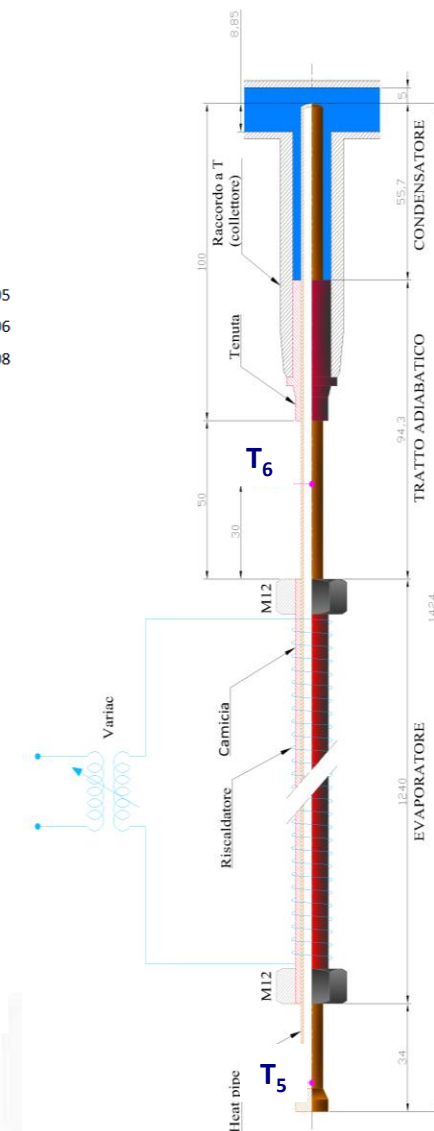
Analisi sperimentale pannelli solari termici a tubi evacuati ad heat pipe



**Impianto T.O.S.C.A.
(Thermal fluid dynamics Of Solar Cooling
Apparatus)**

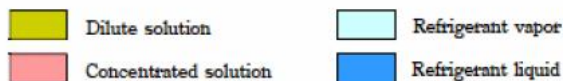
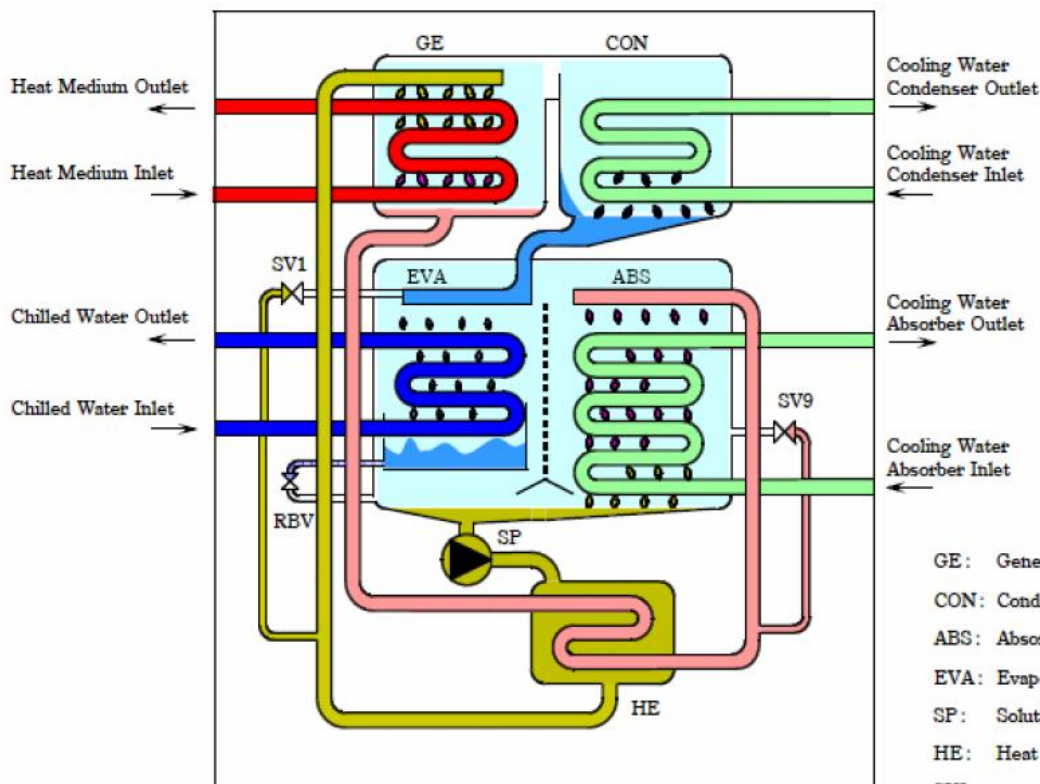


**Prove sperimentali heat pipe riempito con acqua
 $Q_{in} = 70 \text{ W}$**

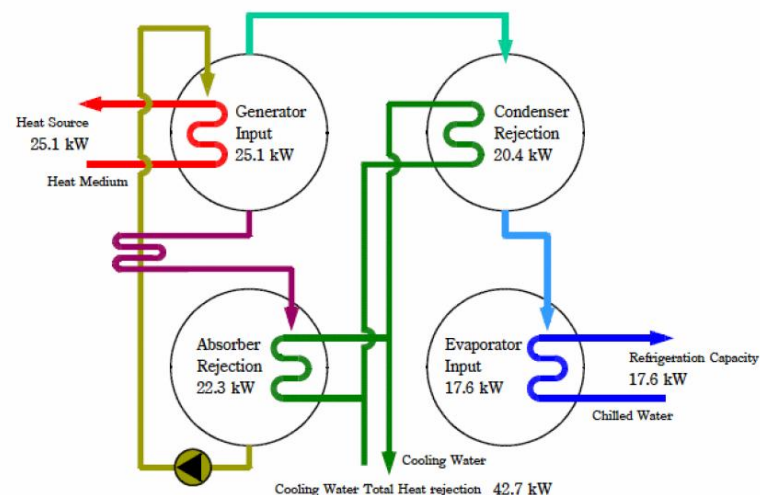


A. Sperimentazione e qualificazione di componenti e sistemi

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

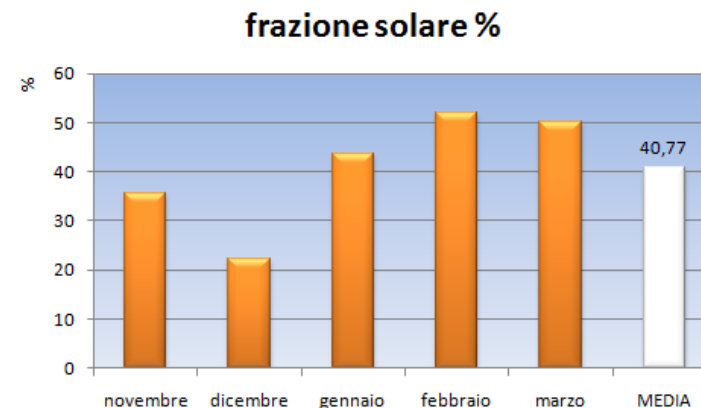
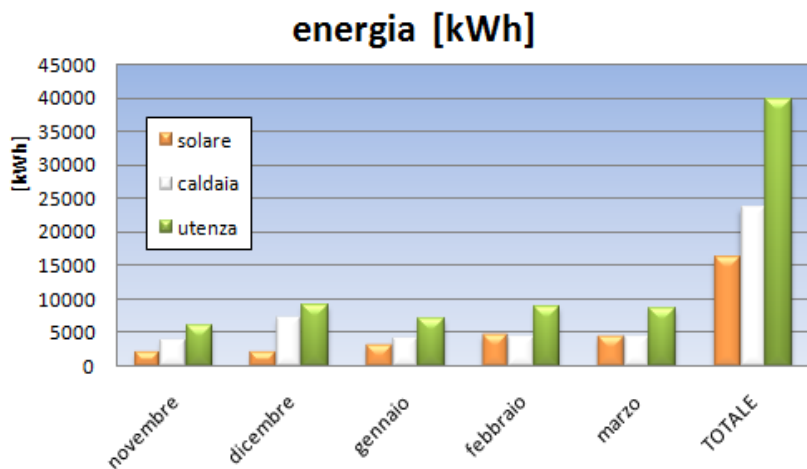


Temperatura	[°C]
T Heat Medium Inlet	88
T Heat Medium Outlet	83
Chilled Water Inlet	12,5
Chilled Water Outlet	7
Cooling Water Inlet	31
Cooling Water Outlet	35

Potenza elettrica assorbita: 48 [W]

A. Sperimentazione e qualificazione di componenti e sistemi

Monitoraggio invernale impianto di solar heating and cooling a servizio dell'edificio F51 (S≈1.200 [m²])



	ENERGIA [kWh]		
	solare	caldaia	utenza
novembre	2180	3950	6130
dicembre	2050	7100	9150
gennaio	3080	4000	7080
febbraio	4640	4270	8910
marzo	4290	4270	8560
TOTALE	16240	23590	39830

	FRAZIONE SOL. [%]
novembre	35,5
dicembre	22,4
gennaio	43,5
febbraio	52,1
marzo	50,1
MEDIA	40,77

Copertura del fabbisogno energetico dell'utenza nel periodo di monitoraggio

Frazione Solare: energia fornita dal sole sul totale richiesto dall'utenza

A. Sperimentazione e qualificazione di componenti e sistemi

Messa in funzione ed analisi sperimentale pompa di calore ad assorbimento acqua - ammoniacca



PROTOTIPO ENEA 18 KW

Prove sperimentali su prototipo in scala ridotta: temperature acqua (°C)

Temperature acqua	Ingresso calda	Uscita assorbitore	Uscita Condensatore	Ingresso fredda	Uscita evaporatore	Ingresso generatore	Uscita generatore
Progetto	31	35.33	35.17	12	7	100	95
Sperimentale	31.07	35.36	35.56	12.06	7.58	110.21	105.03

Prove sperimentali su prototipo in scala ridotta: concentrazione correnti (% NH₃)

	Povera	Ricca	Distillato
Progetto	41.7	48.7	99
Sperimentale	38.78	47.07	99.25

Prove sperimentali su prototipo in scala ridotta: prestazioni e carichi termici (kW)

	COP freddo	Assorbitore	Condensatore	Evaporatore	Generatore
Progetto	0.62	10.79	7.47	7	11.27
Sperimentale	0.56	11.47	8.08	7.06	12.49

Potenza prototipo scala ridotta:



TABELLE DI RAFFRONTO TRA I PRINCIPALI DATI DI PROGETTO E SPERIMENTALI

A. Sperimentazione e qualificazione di componenti e sistemi

Realizzazione di un nuovo impianto di Solar heating and cooling innovativo su Edificio F92



Fasi realizzative impianto di solar heating and cooling innovativo su Edificio F92

B. Facility per la caratterizzazione di componenti per applicazioni di solar cooling

Sperimentazione e qualificazione di collettori solari a media temperatura



Area esterna del laboratorio solare a media temperatura



Sala controllo



Vista frontale del circuito di prova ad olio diatermico



Vista laterale del circuito di prova ad olio diatermico

IL LABORATORIO SOLARE DEL C.R. ENEA TRISAIA

consente di sperimentare e qualificare differenti tipologie di collettori solari a media temperatura utilizzando diversi sistemi ottici per la concentrazione della radiazione solare (sistemi a CPC, concentratori parabolici lineari, concentratori parabolici puntuali, concentratori a specchi di Fresnel).

In particolare le attività di sperimentazione riguardano analisi termo-fluidodinamiche ed ottiche abbinate a verifiche sperimentali su componenti commerciali e/o prototipi.

Per la loro caratterizzazione si ricorrerà alle metodiche di prova contenute nelle normative europee EN 12975, EN 12976 ed EN 12977, attualmente in fase di sviluppo per le parti riguardanti la qualificazione di collettori solari a concentrazione.

B. Facility per la caratterizzazione di componenti per applicazioni di solar cooling

Sperimentazione e qualificazione di collettori solari a media temperatura

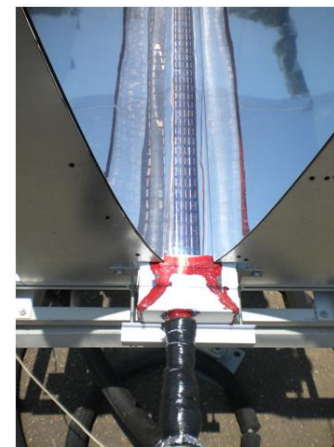


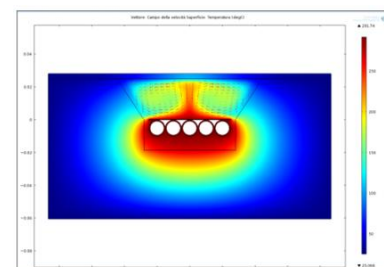
Foto del concentratore parabolico lineare della ditta SOLTIGUA in fase di test

Foto del set-up sperimentale

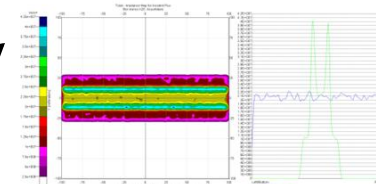
Dettaglio del prototipo sotto test

T _{in}	T _{out}	ΔT	DNI	T _a	m	Q
[°C]	[°C]	[°C]	[W/m ²]	[°C]	[kg/h]	[W]
98.8	108.0	9.2	850.3	32.2	1550.4	7284.1
126.4	133.8	7.4	738.8	33.2	1578.4	6296.5
152.5	159.9	7.5	767.0	31.5	1501.9	6351.0
175.6	183.1	7.5	872.7	29.2	1555.8	6842.9
195.2	202.6	7.3	853.2	33.9	1558.5	6944.5
229.0	235.1	6.2	856.9	31.1	1622.8	6420.1

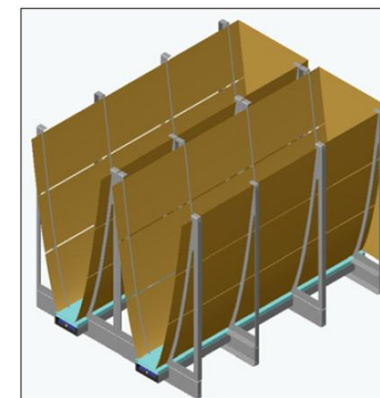
**Prototipo della ditta Soltigua: Set-up e dati sperimentali
(Resa termica di circa il 57% a 250°C)**



(a) Campo di temperatura in una sezione del ricevitore



(b) Distribuzione della radiazione concentrata sul ricevitore



(c) Vista 3D del prototipo

Prototipo C.P.C. della ditta Costruzioni Solari: esempi di analisi ottiche e termo-fluidodinamiche e Set-up sperimentale

C. Sistemi di regolazione, monitoraggio e controllo degli impianti di climatizzazione in edifici complessi e/o distretti energetici

Metodologia di ottimizzazione multi obiettivo della regolazione

Sviluppo di un modello per la diagnostica

Esempio di albero decisionale del modello diagnostico

PREPROCESSING	SITUATION ASSESSMENT	CAUSES
<i>Sintomo o anomalia riscontrabile attraverso la lettura dei dati di monitoraggio</i>	<i>Individuazione dell’evento origine del sintomo</i>	<i>Causa effettiva dell’evento</i>
P1. Picco di consumo energia elettrica (illuminazione)	S1. Accensione contemporanea di un numero anomalo di utenze elettriche rispetto al livello di occupazione (illuminazione)	C1. Sostituzione apparecchi di illuminazione con altri di diversa potenza
P2. Picco di consumo energia elettrica (climatizzazione)	S2. Accensione impianti, strumentazione o terminali per il riscaldamento al di fuori dell’orario previsto di funzionamento	C2. Guasto dell’orologio in centrale termica
P3. Picco di consumo energia termica o risorsa energetica (riscaldamento)	S3. Accensione contemporanea di un numero anomalo di utenze elettriche rispetto al livello di occupazione (f.e.m)	C3. Guasto localizzato impianto termico (malfunzionamento o rottura delle pompe di circolazione) per il circuito di riscaldamento
P4. Picco di consumo energia termica (raffreddamento)	S4. Immissione incontrollata di aria esterna (apertura finestre)	C4. Guasto localizzato impianto termico (malfunzionamento o rottura ventilatori)
P5. Trend anomalo di energia termica rispetto all’andamento storico ricorrente (riscaldamento)	S5. Impostazione anomala set-point termostato locale	C5. Guasto localizzato impianto termico (malfunzionamento o rottura macchina frigorifera)

C. Sistemi di regolazione, monitoraggio e controllo degli impianti di climatizzazione in edifici complessi e/o distretti energetici

Metodologia di ottimizzazione multi obiettivo della regolazione

Sviluppo di un modello per la diagnostica

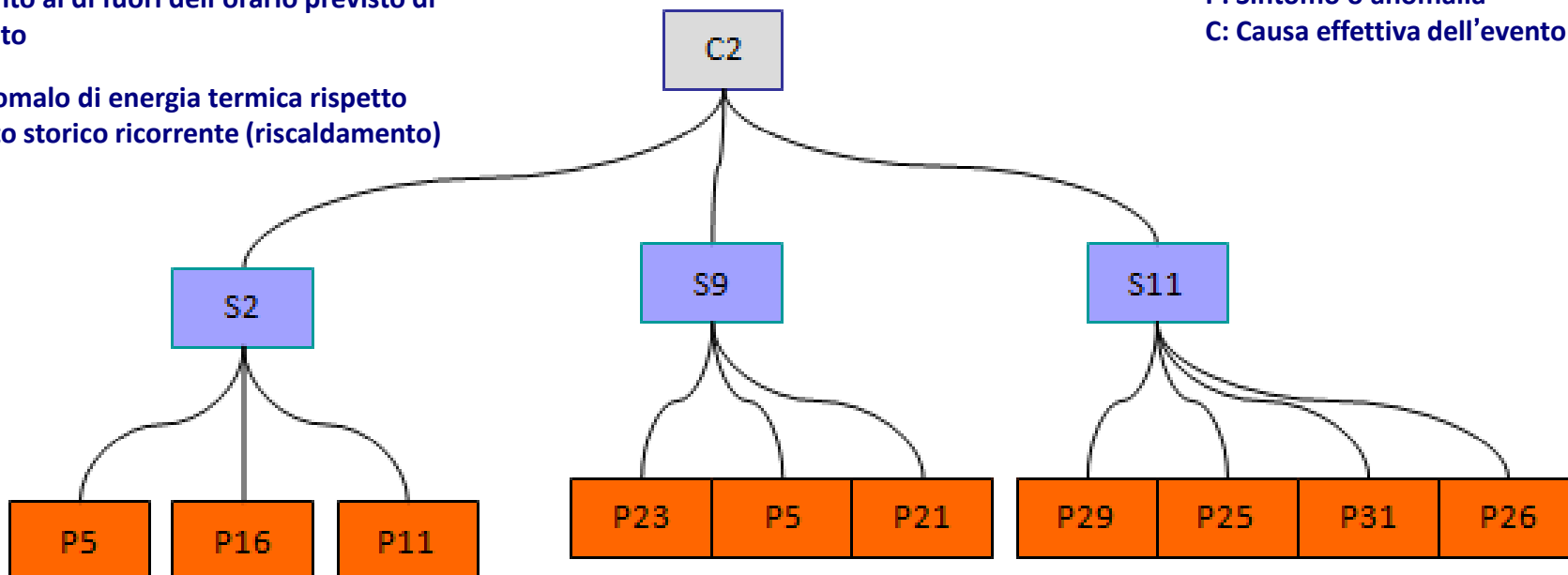
Esempio di albero decisionale del modello diagnostico

Es.: Albero decisionale relativo alla causa C2 :guasto dell’orologio in centrale termica

S2: Accensione impianti, strumentazione o terminali per il riscaldamento al di fuori dell’orario previsto di funzionamento

P5: Trend anomalo di energia termica rispetto all’andamento storico ricorrente (riscaldamento)

S: Evento origine del sintomo
P: Sintomo o anomalia
C: Causa effettiva dell’evento



D. Comunicazione e diffusione dei risultati

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

cerca



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

Publicazioni

Archivio Eventi & News

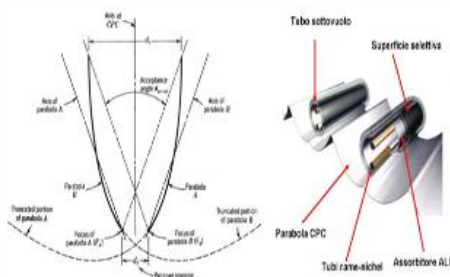
Strumenti e Software

Downloads

Link Utili



CLIMATIZZAZIONE: GLI SCENARI



Laboratorio qualificazione componenti solari

Solare termico a bassa e media temperatura

Il successo dell'applicazione di tecnologie di climatizzazione degli edifici basate sullo sfruttamento del **solare termico a media e bassa temperatura** è legato principalmente sullo sviluppo di:

a) componenti innovativi e competitivi, in grado di fornire adeguate prestazioni a costi contenuti;

[per approfondire >>>](#)



Il portale allestito è visitabile all'indirizzo
<http://www.climatizzazioneconfontirinnovabili.enea.it/>

D. Comunicazione e diffusione dei risultati

Congresso	Memorie presentate	Autori
International Sorption Heat Pump Conference (ISHPC11) Padova, 6-8 Aprile 2011	Water-Ammonia Absorption Cycles for Solar Cooling and Heating Applications	Giuseppe Corallo
66° Congresso Nazionale ATI Rende, 5-9 Settembre 2011	Confronto tecnico-economico tra pompe di calore a compressione accoppiate a sonde geotermiche e con evaporatore elio assistito, per il clima italiano	Giuseppe Corallo, Roberto Caria, Andrea Simonetti
XXIX UIT Conference Torino, 20-22 giugno 2011	Experimental Analysis of a wickless heat-pipe for solar applications	Alessandro Lops, Nicolandrea Calabrese, Andrea Mariani, Francesco Anelli, Raniero Trinchieri
XXIX UIT Conference Torino, 20-22 giugno 2011	Evaluation of correlations for the prediction of heat transfer in a heat –pipe for solar cooling applications	Francesco Anelli, Nicolandrea Calabrese, Andrea Mariani, Alessandro Lops, Raniero Trinchieri

VISITE IMPIANTO SOLAR HEATING AND COOLINF F-51:

marzo 2010, Docenti Università di Palermo – n. 4;
maggio 2010, Delegazione IKEA, n. 40;
ottobre 2010, Delegazione francese CEA, n. 20;
ottobre 2010, Presidente Villa Reale Parco di Monza +Sub-Commissario ENEA, n. 2;
novembre 2010, partecipanti al corso “Tecnico per implementazione impianti energetici”, finanziato dalla Provincia di Roma, n. 23;
novembre 2010, Delegazione “Clean Tech Mission” (Ontario-Canada), n. 7;
dicembre 2010, Delegazione Progetto Europeo “CHED-MED” (Francia-Marocco), n. 30;
aprile 2011, partecipanti Meeting SEEIT-Energy Efficiency (Paesi vari EU), n. 20;
aprile 2011, Associazione “Energy Lab” (Milano), n. 10.

PARTECIPAZIONE AI GRUPPI DI LAVORO IEA:

IEA TASK 42 "Compact Thermal Energy Storage: Material Development and System Integration" (Ing. Valerio Lo Brano);
 IEA Task 44 - Annex 38 "Solar and Heat Pump Systems" (Ing. Marco Beccali);

PARTECIPAZIONE ALL’IMPLEMENTING AGREEMENT “SOLAR HEATING AND COOLING”:

(Ing. Michele Zinzi);

PARTECIPAZIONE ALL’IMPLEMENTING AGREEMENT SolarPACES:

“Concentrating Solar Power and Chemical Energy Systems”
 (Ing. Massimo Falchetta);

PRINCIPALI COLLABORAZIONI



A. Sperimentazione e qualificazione di componenti e sistemi

B. Facility per la caratterizzazione di componenti solari per applicazioni di solar cooling

C. Sistemi di regolazione, monitoraggio e controllo

D. Comunicazione e diffusione dei risultati



**Dipartimento di Ingegneria
Meccanica e Industriale**



ISES ITALIA



**POLITECNICO DI TORINO
Dipartimento di Energetica**



**UNIVERSITA' DI PADOVA
Dipartimento di Tecnica e
Gestione
dei sistemi industriali**



**Università
degli Studi
del Sannio**

Dipartimento di Ingegneria



Grazie per l'attenzione