

# i l'installatore italiano

**Shinda**  
EDIZIONI

n. 3

marzo 2010

LXI° anno di edizione



LA RIVISTA DELL'ASSISTAL  
Organo Ufficiale  
dell'Associazione  
Nazionale Costruttori  
di Impianti

mce  
distribuito a marzo convegno  
expocomfort

## VERTICAL FARM

Anche l'agricoltura  
sarà impiantistica

## SUPERFICI RADIANTI

Perché la potenza fornita  
non è costante in ogni punto

## IMPIANTI TERMICI

Cambia la procedura  
per calcolare il rendimento  
di combustione



di CARMELO LA TORRE  
ingegnere

# Climatizzazione POLIVALENTE

In un capannone è stato realizzato un "multi-impianto" di riscaldamento e condizionamento, impostato in modo che, oltre a svolgere le proprie funzioni climatizzanti, sia anche visibile ai visitatori nei suoi componenti principali, a tratti anche con pannelli trasparenti.

**Un'azienda di Urbino** che opera nel settore della termoidrosanitaria ha realizzato un apposito capannone, da adibire a nuova sede nella località urbinatale Casino Noci. Dovendo corredare tale struttura dei necessari impianti di climatizzazione estiva e invernale, gli amministratori dell'azienda hanno pensato di utilizzare tali impianti anche come "mostra permanente" delle loro attività termoidrosanitarie. Cosa può essere più significativo per un potenziale cliente vedere direttamente come funziona una pompa di calore geotermica, o un riscaldamento a pavimento, oppure a soffitto, o un termocamino, o una semplice caldaia a condensazione, o i pannelli solari, o anche il direct cooling, e il tutto alimentato dall'energia elettrica di un impianto fotovoltaico? Per cui hanno affidato l'incarico a uno studio d'ingegneria di realizzare presso la loro nuova sede un "multi-impianto" di riscaldamento e condizionamento, planimetricamente impostato in modo che, oltre a svolgere le proprie funzioni climatizzanti, sia anche visibile ai visitatori nei suoi componenti principali, a tratti anche con pannelli trasparenti.

Il capannone si sviluppa su due piani da 1.250 m<sup>2</sup> ciascuno di superficie. Il piano terra è suddiviso in due parti: magazzino con ufficio e garage con spogliatoi. Il primo piano accoglie gli uffici, la sala mostra e due magazzini.

## IMPIANTI A PANNELLI RADIANTI

L'impianto di riscaldamento invernale per la sala mostra (566 m<sup>2</sup>) e i magazzini del primo piano (335 m<sup>2</sup>) e per gli uffici al piano terra (50 m<sup>2</sup>) è a pavimento radiante, mentre quello degli uffici al primo piano (260 m<sup>2</sup>) è a soffitto radiante. Negli spogliatoi al piano terra (50 m<sup>2</sup>) sono installati dei radiatori con una potenza nominale di circa 6.000 watt. L'acqua calda ai terminali proviene da un serbatoio di accumulo A1 da 1.000 litri mantenuto alla temperatura di 40°C e che può ricevere l'energia termica dalla pompa di calore geotermica PG, dalla caldaia a condensazione GC, da un termocamino a biomassa TC (figura 1).

Un secondo serbatoio di accumulo A2 da 800 litri, mantenuto alla temperatura di 55°C, funge da volano termico giacché nello scambiatore a piastre S2 eroga ca-

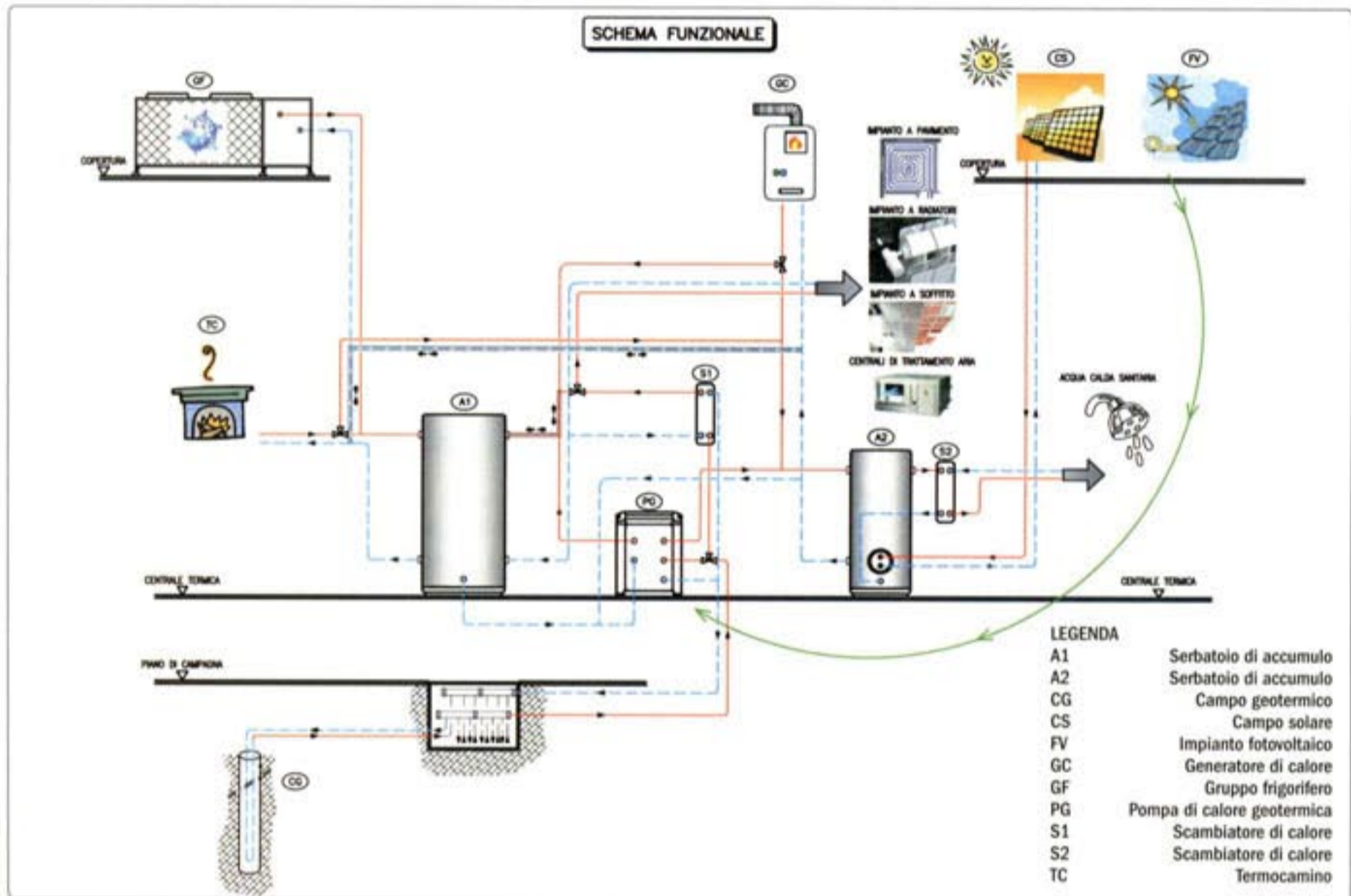
lore all'acqua adibita al circuito sanitario. Questo serbatoio riceve acqua calda dalle tre fonti di calore viste per il serbatoio A1, inoltre ha un serpentino interno dove può pervenire l'acqua dai pannelli del campo solare CS.

Per gli impianti a pavimento radiante ci si è rivolti a due produttori. La sala mostra ha un circuito (figure 2 e 3), con spessore totale della copertura sul solaio di 9 cm, pavimento escluso e tagli di frazionamento del pavimento ogni 40 m<sup>2</sup>. I magazzini del primo piano e gli uffici al piano terra hanno un circuito (figure 4 e 5) con spessore totale della copertura sul solaio di 9,5 cm, pavimento escluso e giunto di dilatazione.

L'impianto a soffitto radiante degli uffici al primo piano (figure 6 e 7) consiste in quadrotti radianti di polistirolo da 600x600 mm all'interno dei quali corrono tubi capillari di polibutilene da 6 mm di diametro con barriera d'ossigeno.

Gli impianti radianti sopra richiamati, oltre al riscaldamento invernale, provvedono anche al raffrescamento estivo quando sono attraversati da acqua fresca,

FIG. 1 Schema funzionale



sempre proveniente dal serbatoio A1, come vedremo.

Poiché tale raffrescamento non provvede alla deumidificazione, è prevista l'erogazione con cassette a soffitto di aria primaria deumidificata nella zona uffici con due unità di trattamento aria da 1.000 m<sup>3</sup>/h cadauno, potenza elettrica 1,04 kW, capacità di deumidificazione 2 litri/h.

E' previsto un recuperatore di calore che provvede allo scambio termico tra l'aria entrante dall'ambiente esterno (che si pre-raffresca) e l'aria da evacuare all'esterno (che si riscalda).

Come vedremo più avanti, nelle mezze stagioni può essere attivato il "direct cooling".

### SERBATOI DI ACCUMULO

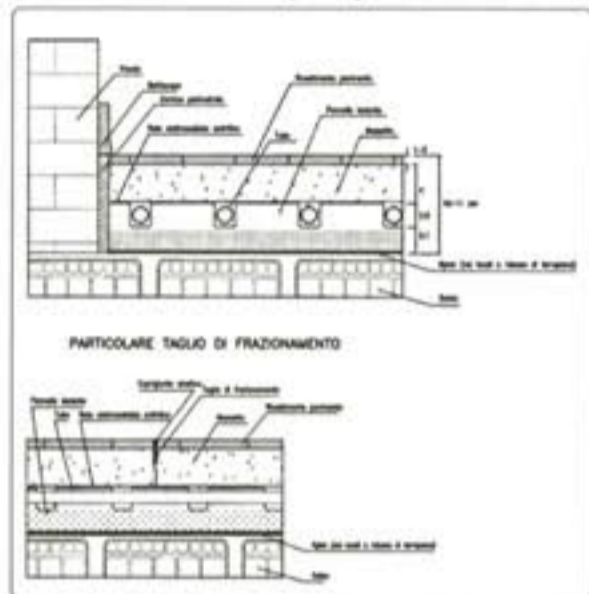
Il serbatoio cilindrico verticale A1, come detto, distribuisce l'acqua, calda o refrigerata, ai circuiti di climatizzazione. In modalità invernale è tenuto alla temperatura di 40°C, livello termico sufficiente per i circuiti di riscaldamento radiante, a pavimento e a soffitto. Il serbatoio cilindrico verticale A2, tenuto a una temperatura di 55°C, è portato alla temperatura di 65°C solo durante il trattamento anti-legionella, e funge, come detto, da vano termico, giacché l'acqua calda sanitaria è prodotta nello scambiatore a piastre S2 da 40 kWt; l'acqua sanitaria è portata a 45°C partendo da una temperatura minima di 10°C.

Nel periodo estivo la temperatura di set point del serbatoio A1 è di 15°C; tale livello termico è raggiunto invertendo il funzionamento della pompa di calore geotermica, come vedremo, smaltendo al sottosuolo il calore sottratto.

In caso di elevata richiesta di frigorifici, il serbatoio A1 è alimentato dal gruppo frigorifero GF da 42 kWf, raffreddato ad aria.

### POMPA DI CALORE GEOTERMICA

Lo schema di flusso di una pompa di calore geotermica è quello di una pompa di calore classica e sfrutta la caratteristica della temperatura del sottosuolo, che si mantiene all'incirca costante durante l'anno, sui 12-17°C, quindi a una tem-

**FIG. 2** Sezione del pavimento radiante (Rdz)

peratura maggiore dell'aria ambiente invernale e a una temperatura minore dell'aria ambiente estiva. Durante il periodo invernale (figura 8), il fluido frigorifero che circola all'interno della pompa di calore PG, assorbe calore nello scambiatore-evaporatore interno dall'acqua glicolata che perviene dalle sonde geotermiche fissate nel sottosuolo (sorgente fredda esterna) ed evapora.

Un compressore innalza pressione e temperatura e il vapore condensa in uno scambiatore-condensatore interno cedendo calore al fluido che funge da vettore termico; nel nostro caso è acqua che alimenta i serbatoi A1 (acqua per il circuito di climatizzazione) e A2, utilizzato come volano termico per riscaldare l'acqua sanitaria tramite lo scambiatore S2. Il fluido frigorifero del circuito interno della pompa di calore, privato di buona parte del suo calore, ricicla attraverso una valvola di laminazione che lo espande abbassandone la pressione e, quindi, evapora e perviene allo scambiatore iniziale in fase vapore e ripete il ciclo visto.

La pompa di calore PG ha una potenza termica di 34,8 kWt e un assorbimento elettrico di 8,4 kW; produce 6.000 litri/h di acqua calda per il serbatoio A1 e 900

**FIG. 3** Pavimento radiante (Rdz)

litri/h per il serbatoio A2.

Ha la particolarità di disporre di un ulteriore scambiatore di calore interno per sfruttare il gas surriscaldato e aumentare, quando necessita un maggiore apporto termico, la temperatura del fluido termovettore sino a 55°C.

Lo scambio termico col sottosuolo avviene tramite un campo geotermico CG composto da sei sonde geotermiche a U profonde 100 m, realizzate con tubi di polietilene (pead) DN 40, percorse dall'acqua (che è miscelata con glicole etilenico, per evitare il gelo invernale) che perviene allo scambiatore-evaporatore della pompa di calore PG.

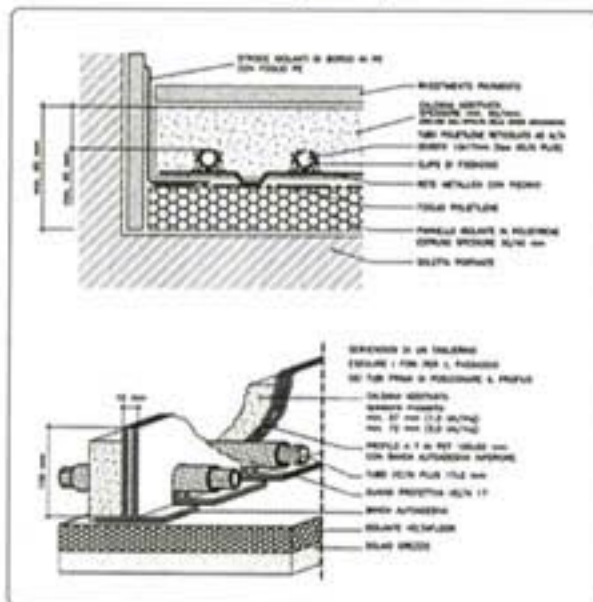
La pompa di calore prevista è reversibile, giacché produce anche frigoriferie in modalità estiva, invertendo il flusso con una valvola a quattro vie; in questa fase, infatti, lo scambiatore e il condensatore della pompa di calore invertono le loro funzioni.

L'acqua del serbatoio di accumulo A1, che deve essere raffrescata, giunge nello scambiatore-evaporatore della pompa di calore (che in modalità invernale funge da condensatore) e parte del suo calore è assorbito dal fluido frigorifero, che evapora. Il compressore spinge il vapore nello scambiatore-condensatore

(che in modalità invernale funge da evaporatore), dove il fluido frigorifero, condensando, cede calore all'acqua glicolata che circola nelle sonde geotermiche. Il calore assorbito dall'ambiente interno del capannone è ceduto al terreno, giacché questo si trova a una temperatura più bassa.

Si può affermare che si cede al sottosuolo in estate il calore che si assorbe in inverno.

Quanto detto fa comprendere come l'uso della pompa di calore geotermica sia idoneo per impianti di riscaldamento a pannelli radianti (a pavimento, a parete, a soffitto) e a ventilconvettori, che richiedono basse temperature del circuito di acqua calda, e sia meno idoneo per impianti a termosifoni che richiedono temperature superiori a 50°C, a meno di non utilizzare una caldaia integrativa. Altra considerazione che si ricava è che la pompa di calore, nel "pompare" calore da una sorgente fredda a una calda, utilizza tre fluidi: due fluidi esterni alla macchina e che "colloquiano", uno col sottosuolo (tramite le sonde geotermiche) e uno con l'ambiente da climatizzare (tramite il circuito dell'impianto di riscaldamento) e un fluido frigorifero interno - R407C - che scambia calore con i

**FIG. 4** Sezione del pavimento radiante (Velta)

due fluidi precedenti. Un particolare utilizzo delle sonde geotermiche è il "direct cooling".

Durante il ciclo estivo, e in particolare nelle mezze stagioni, quando le condizioni ambientali non sono afose, nei circuiti degli impianti a pannelli radianti può essere convogliata acqua raffrescata semplicemente attraverso il serbatoio A2 e lo scambiatore a piastre S1 da 25 kWt, dove giunge l'acqua glicolata raffrescata proveniente dal circuito chiuso delle sonde geotermiche interrate, by-passando la pompa di calore PG.

Infatti, la temperatura del sottosuolo, in particolari condizioni tipiche delle mezze stagioni, può essere sufficiente per abbassare la temperatura dell'acqua glicolata di 1-3°C, quanto basta per portare da 24°C a 21°C la temperatura dell'acqua circolante nei pannelli radianti. Il "direct cooling" si interrompe quando negli ambienti climatizzati non si riesce a garantire i valori di set point: temperatura di 26°C e U.R. 50%.

La pompa di calore PG, i serbatoi A1 e A2 e il generatore di calore pensile GC sono collocati al primo piano dell'edificio, in prossimità della sala mostra, in modo da essere facilmente visibili ai visitatori.

**FIG. 5** Pavimento radiante (Velta)

### GENERATORE DI CALORE PENSILE

Il serbatoio di accumulo A1 e, in caso di necessità, l'altro serbatoio A2 possono essere alimentati con acqua calda proveniente da un generatore di calore pensile GC, a condensazione e a modulazione di potenza (20%-80%), con potenza massima di 25,8 kW, alimentato a gas naturale.

### TERMOCAMINO

Il termocamino TC è un caminetto alimentato con biomassa (legname, pellet), con il focolare chiuso da vetro ceramico e attraversato da un fascio tubiero di rame; la potenza termica è di circa 30 kW e il funzionamento è simile a un generatore di calore tradizionale. L'acqua calda può essere convogliata nel circuito dei termosifoni oppure, come nel caso in esame, può alimentare i serbatoi di accumulo A1 e A2.

### PANNELLI SOLARI

Il campo solare CS, collocato sulla copertura dell'edificio, è composto da 3 collettori da 2,2 m<sup>2</sup> di superficie cadauno. L'acqua glicola

proveniente dai collettori attraversa un serpentino immerso nel serbatoio A2, adibito alla produzione di acqua calda sanitaria tramite lo scambiatore S2, quindi ritorna ai collettori tramite una pompa.

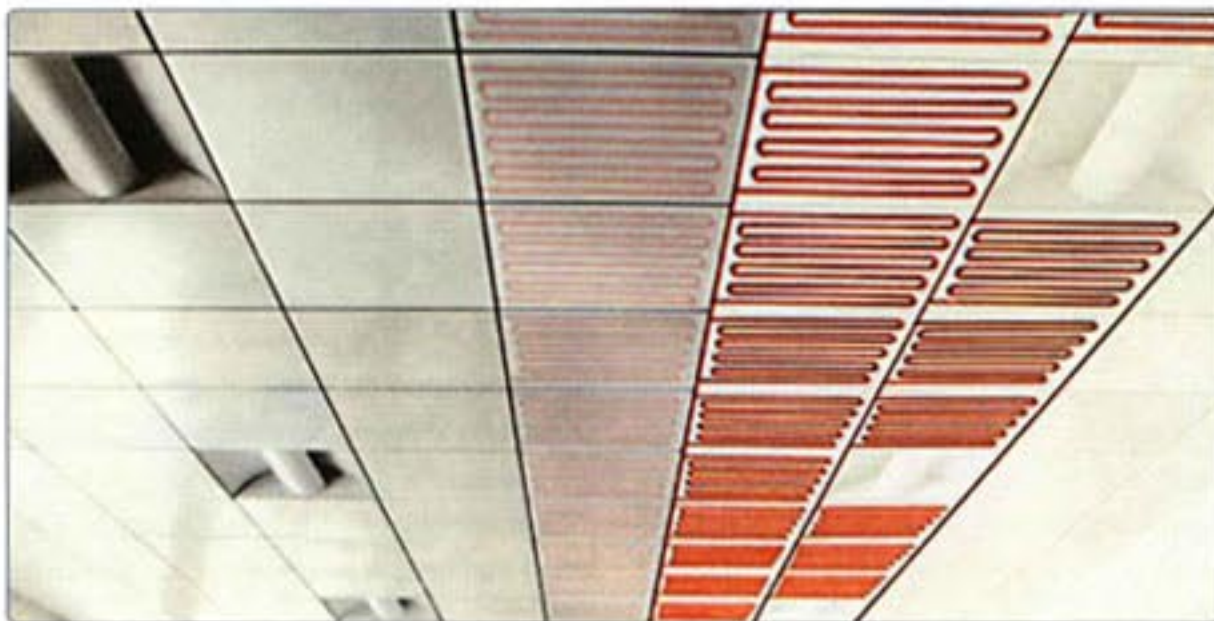
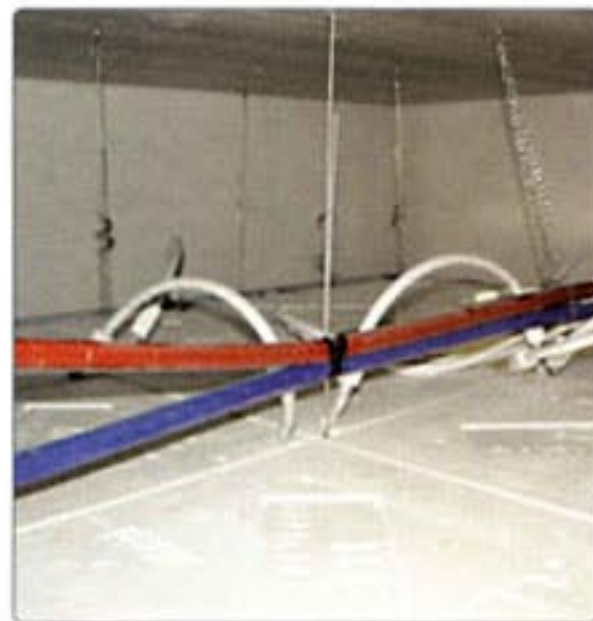
### IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Una volta avviato il circuito di climatizzazione e verificato l'andamento dei consumi elettrici, è prevista l'installazione sulla copertura dell'edificio di un impianto fotovoltaico FV da 20 kWp, con 150 m<sup>2</sup> di superficie dei pannelli. L'impianto sarà del tipo "grit connected", cioè collegato con la rete esterna per lo scambio d'energia.

### LOGICA DELLO SCHEMA FUNZIONALE

La presenza di diverse apparecchiature componenti il circuito impiantistico, con varie opzioni di funzionamento, ha richiesto una precisa messa a punto della logica nello schema funzionale, con i necessari automatismi nel cambio gestionale da una stagione all'altra. Come illustrato, alla base del funzionamento dell'impianto vi sono i due serbatoi

**“ IL TERMOCAMINO È UN CAMINETTO ALIMENTATO CON BIOMASSA CON IL FOCOLARE CHIUSO DA VETRO CERAMICO E ATTRAVERSATO DA UN FASCIO TUBIERO DI RAME ”**

**FIG. 6** Soffitto radiante (Rdz)**FIG. 7** Particolare del soffitto radiante (Rdz)

A1 e A2, variamente alimentati.

Si è già richiamato che la temperatura di set point di A1 è di 15°C in estate e 40°C in inverno; il valore estivo può essere abbassato se è richiesto dai deumidificatori installati negli uffici, mentre quello invernale può essere aumentato se è richiesto dal circuito dei termosifoni. La temperatura di set point di A2 è 55°C durante tutto l'anno ed è maggiorata a 65°C solo per il tempo necessario al trattamento periodico antilegionella.

Ognuno dei due serbatoi cilindrici verticali è monitorato da una coppia di sonde di temperatura a immersione, collocate nella parte alta e nella parte bassa degli stessi, una delle quali determina l'accensione dei diversi generatori di energia termica e l'altra il corri-

spondente spegnimento. Il serbatoio A2, che provvede alla produzione di acqua calda sanitaria, ha la priorità rispetto al serbatoio A1: la sua temperatura di set point deve essere soddisfatta per prima. Nel periodo estivo l'accumulo A2 è alimentato nell'ordine: dai pannelli solari CS, dalla caldaia a condensazione GC, dalla pompa di calore PG.

Nel periodo invernale è alimentato nell'ordine: dai pannelli solari, dal termocamino a biomasse TC, dalla caldaia a condensazione; in tale periodo su A2 è altresì convogliato anche il 15% dell'energia geotermica prodotta dalla pompa di calore. La circolazione dell'acqua calda dal serbatoio A2 allo scambiatore S2 è attivata da una pompa comandata da un flussostato installato nella tubazione

dell'acqua fredda. Il valore di set point della temperatura dell'acqua calda sanitaria è garantito da una sonda termica che pilota una valvola miscelatrice. Un'altra sonda termica abbinata a un flussostato controlla la pompa dell'acqua calda di ricircolo. Nel periodo estivo l'accumulo A1, che è collegato con i circuiti di climatizzazione, è alimentato nell'ordine: dalla pompa di calore, dal gruppo frigorifero GF.

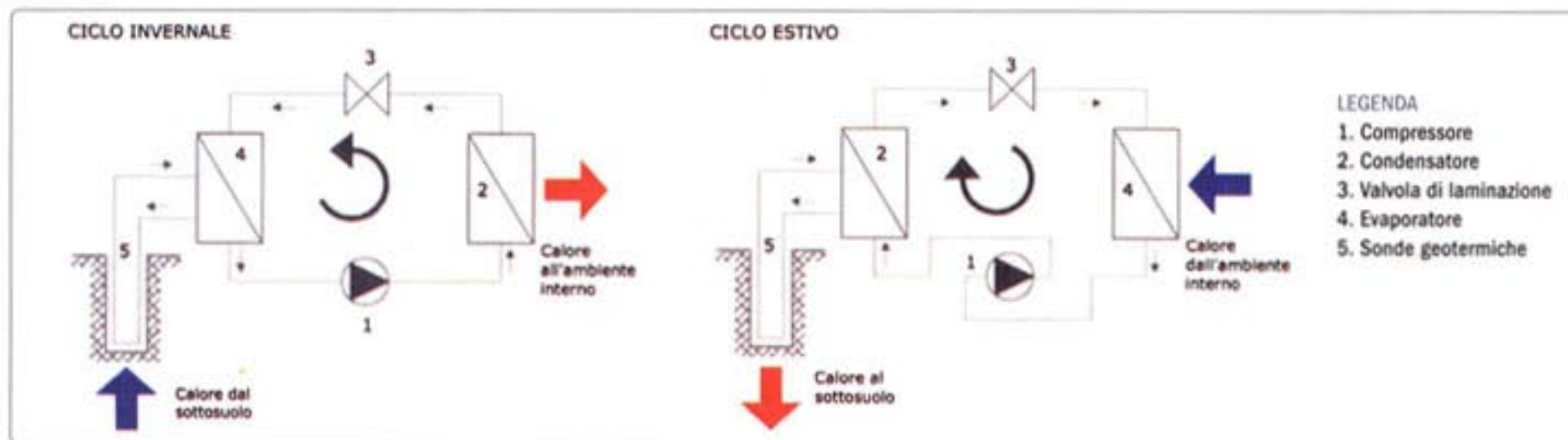
Nel periodo invernale è alimentato nell'ordine: dal termocamino, dalla pompa di calore, dalla caldaia a condensazione.

Un sistema di supervisione integra, controlla e gestisce gli impianti tecnologici e d'illuminazione. I primi hanno la possibilità di essere monitorati e modificati nella gestione tramite pagine grafiche visibili dalle diverse postazioni PC. I secondi sono gestibili autonomamente attraverso "tasti scenario" e rilevatori di presenza al fine di ottimizzare il consumo garantendo i livelli di comfort e sicurezza pre-stabiliti.

#### PROGETTO GEOTERMOTEC

Nella progettazione di una pompa di calore geotermica, il progettista, nella gran parte dei casi, non conosce il valore della conducibilità del terreno e assume valori di letteratura che si trovano in un ampio intervallo, da

**“ UNA VOLTA AVVIATO IL CIRCUITO DI CLIMATIZZAZIONE E VERIFICATO L'ANDAMENTO DEI CONSUMI ELETTRICI È PREVISTA L'INSTALLAZIONE SULLA COPERTURA DELL'EDIFICIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO ”**

**FIG. 8** Pompa di calore geotermica reversibile**IMPIANTI**

Climatizzazione estiva e invernale con produzione Acs e fotovoltaico per un capannone da 2x1,250 m<sup>2</sup>

**COMMITTENTE E INSTALLATORE**

Termoidraulica e Sanitari di Gulini Luca & C. sas, Urbino (PU)

**PROGETTAZIONE E DIREZIONE LAVORI**

Tecnostudi, Pesaro

**SCHEDA TECNICA**

APPARECCHIATURA	FORNITORE	CARATTERISTICHE PRINCIPALI
Pompa di calore geotermica PG	IDM	Potenza termica 34,8 kWt Potenza elettrica 8,4 kW Cop 4,1
Campo geotermico CG	Tecnosonda	N. 6 pozzi verticali, profondità 100 m Tubi a U di pead DN 40
Generatore di calore pensile GC	Geminox	Alimentazione: gas naturale A condensazione, con modulazione 20-80%, 4 stelle Potenza termica max 25,8 kWt
Termocamino TC	Termorossi	Potenza termica circa 30 kWt
Campo solare CS	Sonnenkraft	N. 3 collettori, superficie totale 6,6 m <sup>2</sup>
Serbatowio di accumulo A1	Sicc	Volume 1.000 litri, pressione max 6 bar Temperatura 40°C (inverno), 15°C (estate)
Seratoio di accumulo A2	Sonnenkraft	Volume 800 litri, pressione 3 bar Temperatura 55°C
Scambiatore a piastre S1	Alfalaval	Potenza termica scambiata 25 kW Temp. in/out 19/22°C (lato freddo), 24/21°C (lato caldo)
Scambiatore a piastre S2	Alfalaval	Potenza termica scambiata 40 kW Temp. in/out 10/45°C (lato freddo), 50/20°C (lato caldo)
Gruppo frigorifero GF	Aermec	Potenza frigorifera 42 kWf Potenza elettrica 14 kW
Unità di trattamento aria V1A/B	Rdz	Portata aria 1.000 m <sup>3</sup> /h cad. Potenza elettrica 1,04 kW cad. Deumidificazione 2 litri/h cad.
Impianto fotovoltaico FV	Da definire	Potenza di picco 20 kWp, superficie 150 m <sup>2</sup> Produzione annua prevista 22.000-26.000 kWh

20 a 100 W/m, spesso molto differenti dai valori reali. Per tal motivo l'azienda avierà, con la collaborazione della Facoltà di Scienze e Tecnologie dell'Università di Urbino e della Facoltà d'Ingegneria dell'Università Politecnica delle Marche, un progetto di ricerca e sperimentazione sul campo geotermico dell'impianto di climatizzazione della sua sede, sopra illustrato, e su altri quattro pozzi geotermici pilota situati nella provincia di Pesaro e Urbino.

Il Progetto Geotermotec prevede il monitoraggio con piezometri e l'influenza delle falde acquifere in presenza di pompe di calore geotermiche, lo studio di miscele innovative di malte per il riempimento dei fori dove sono collocate le sonde geotermiche, la verifica dello scambio termico tra sonde e terreno al variare della velocità del fluido termovettore e/o del numero di Reynolds.

Per raggiungere tali obiettivi sarà preparato dall'azienda termoidraulica un prototipo di apparecchiatura per la misura della resa termica, che disporrà di una sonda coassiale alla sonda geotermica e di diametro inferiore, equipaggiata con sensori di temperatura per la misura della temperatura del flusso circolante alle varie profondità del terreno.

Il progetto sarà seguito da un geologo e da un ingegnere degli istituti universitari e i dati saranno elaborati e restituiti su grafica digitalizzata anche vettoriale. ■