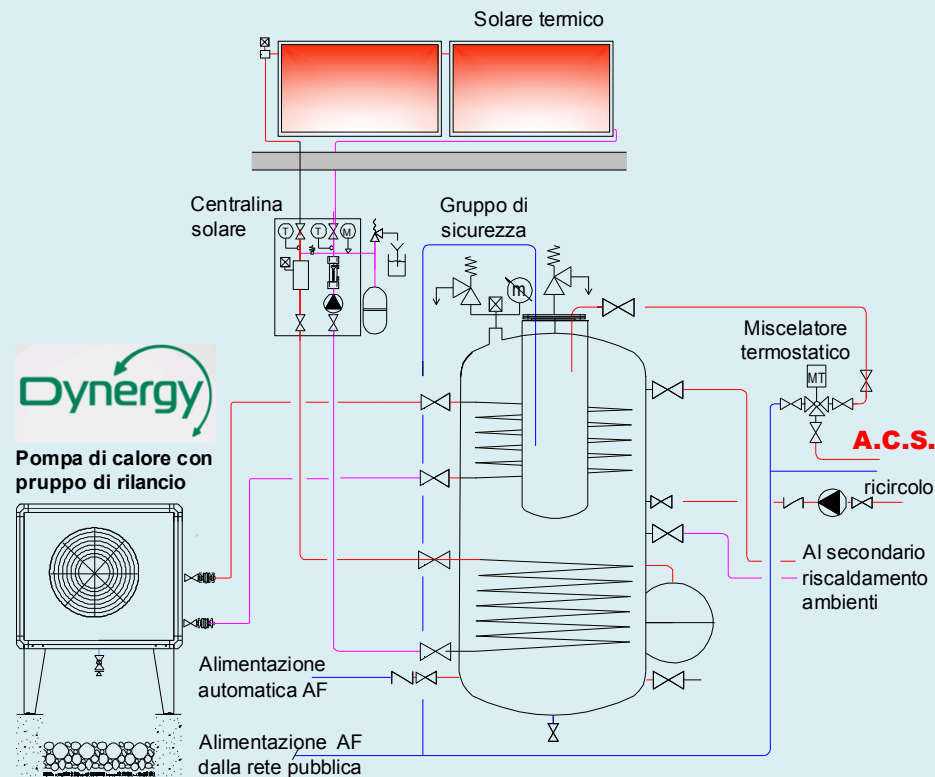
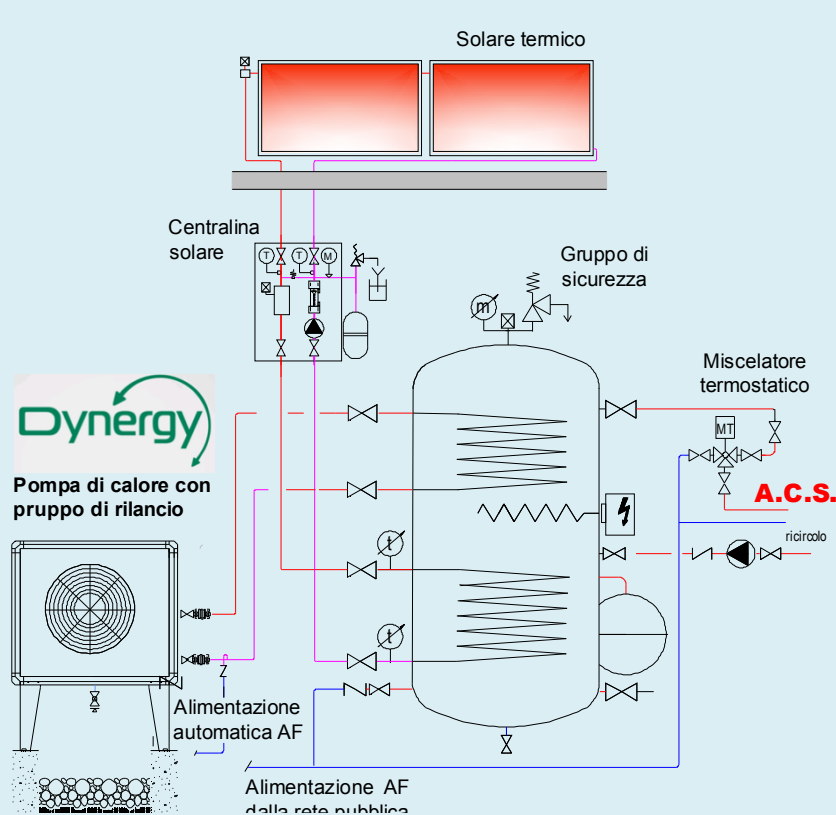


LA POMPA DI CALORE NEL RESIDENZIALE AUTONOMO

Produzione ACS



Parte 1^



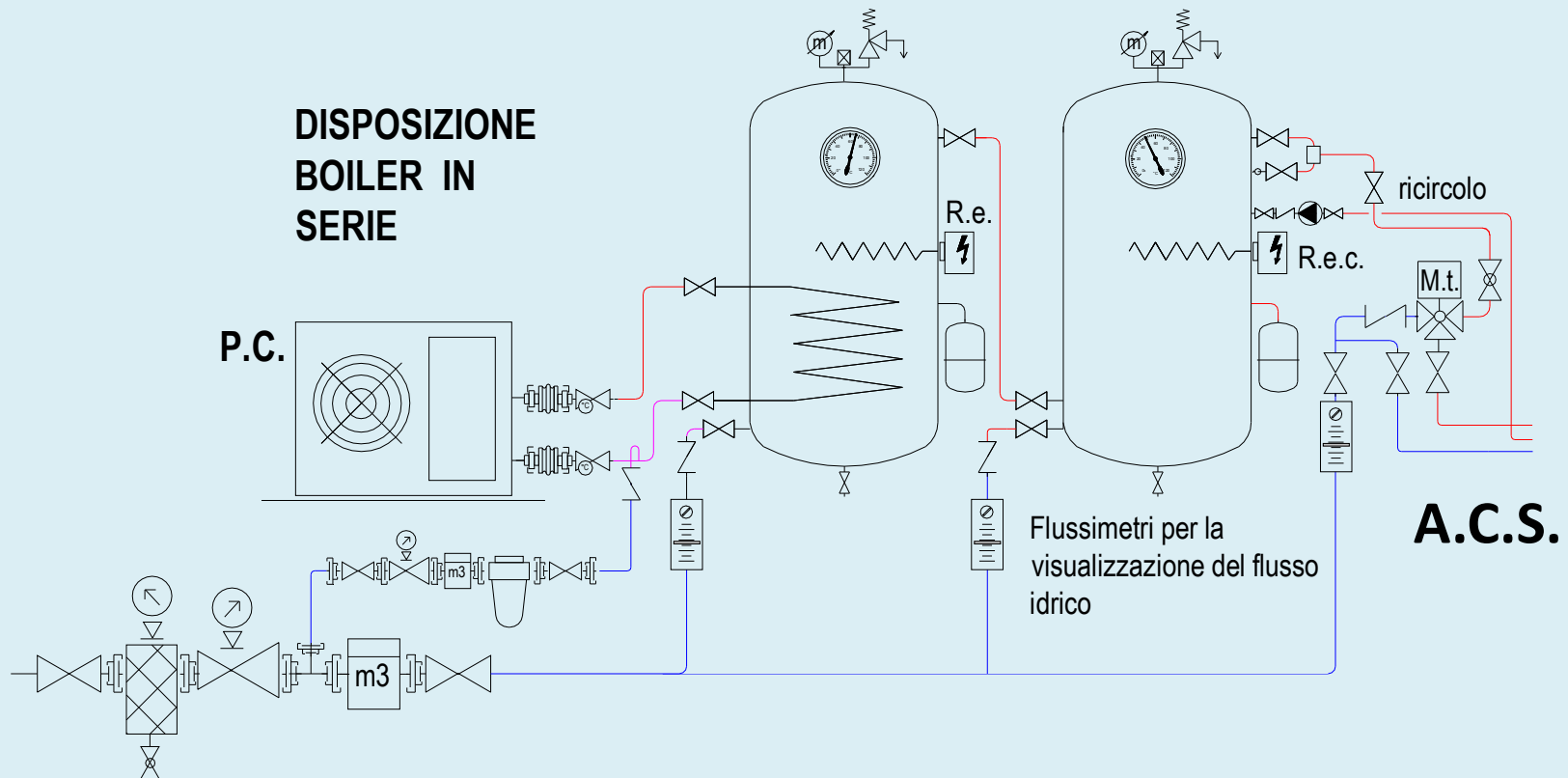
Alcune esemplificazioni

INTRODUZIONE ALLA POMPA DI CALORE

La pompa di calore è ben conosciuta nelle installazioni urbane nell'utilizzo del raffreddamento ambienti e, da alcuni decenni come gruppo energetico nel riscaldamento radiante nelle unità abitative, commerciali e industriali.



Un passo importante per conoscere meglio la pompa di calore è nella produzione dell'ACS



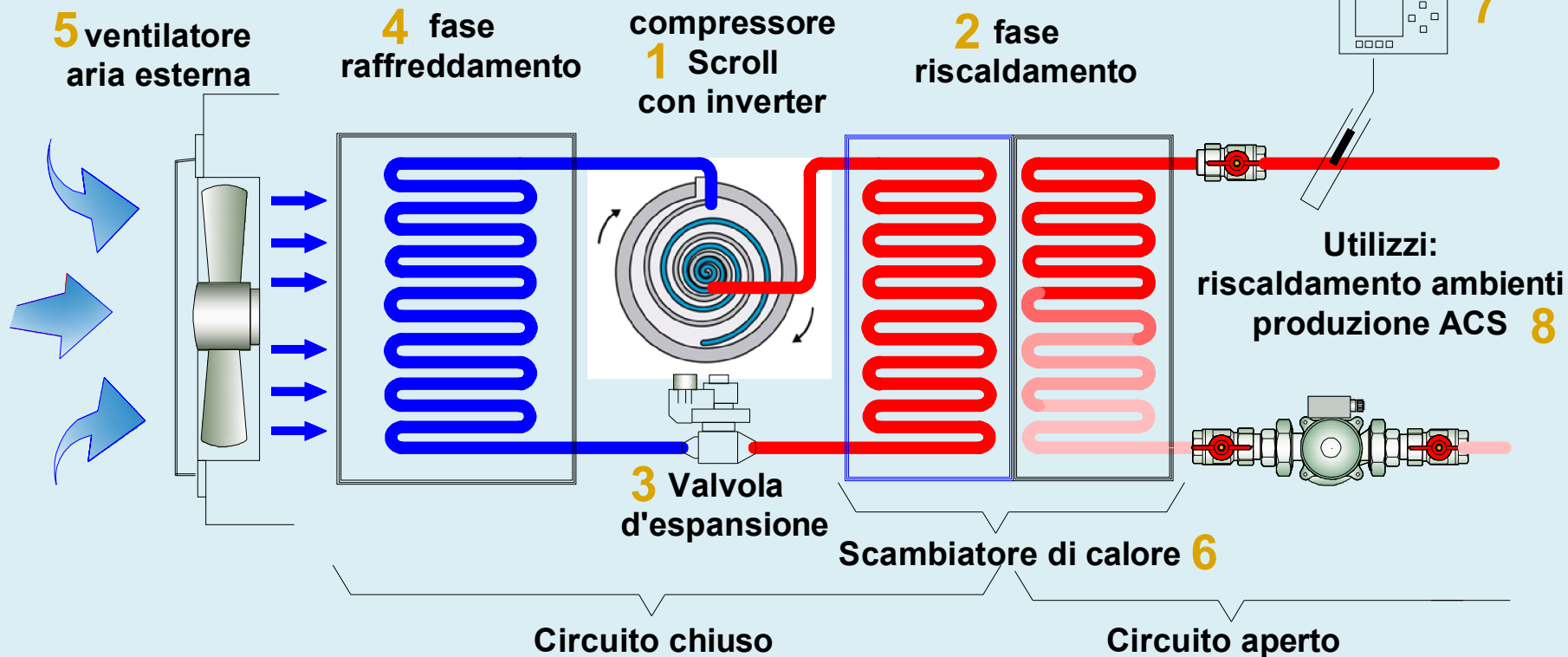
Preparazione accumulo e distribuzione ACS

SCHEMA FUNZIONALE POMPA DI CALORE



centralina
comando
inverter

7



IL COMPRESSORE

1

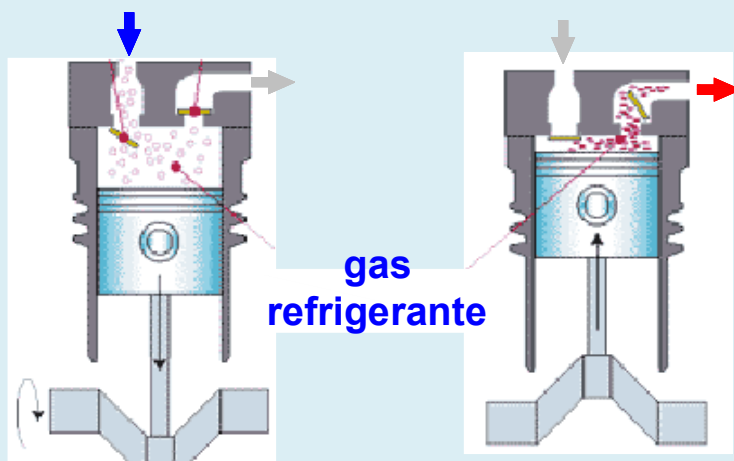
Nella tematica delle pompe di calore il cuore funzionante del sistema è il compressore, che si propone in diverse tipologie costruttive. Per le pompe di calore è indicato il **“compressore rotativo Scroll con inverter”**



compressore a pistone

fase
aspirazione

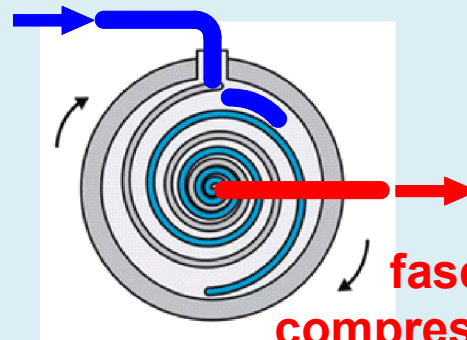
fase
compressione



compressore rotativo Scroll

fase
aspirazione

fase
compressione

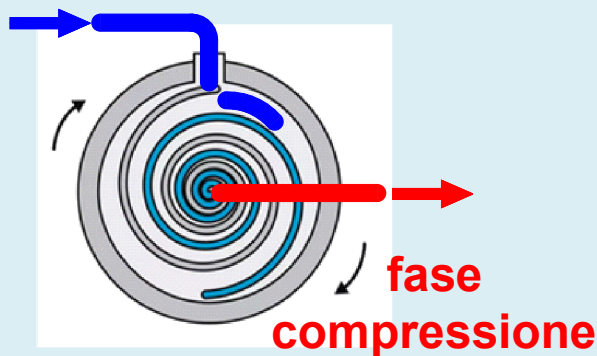


Per applicazioni industriali

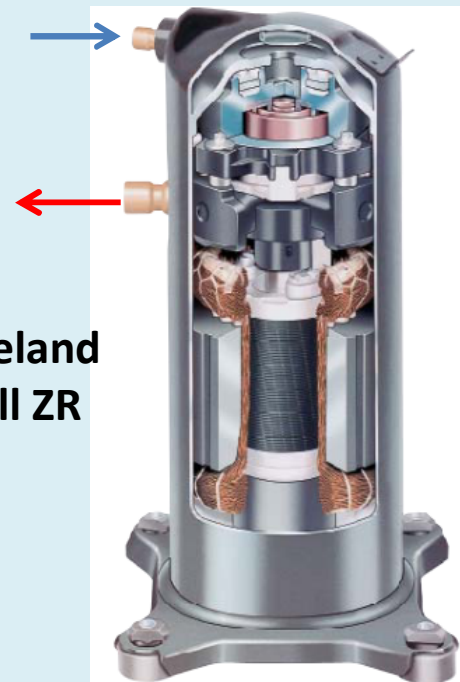
Il compressore scroll utilizza due spirali, una fissa e una mobile, per comprimere il fluido refrigerante. La spirale mobile ruota all'interno della fissa, creando un canale d'aria che si riduce progressivamente in volume fino al centro del dispositivo. Con questa riduzione di volume il gas tende a comprimersi.

compressore rotativo Scroll

**fase
aspirazione**



**Copeland
Scroll ZR**

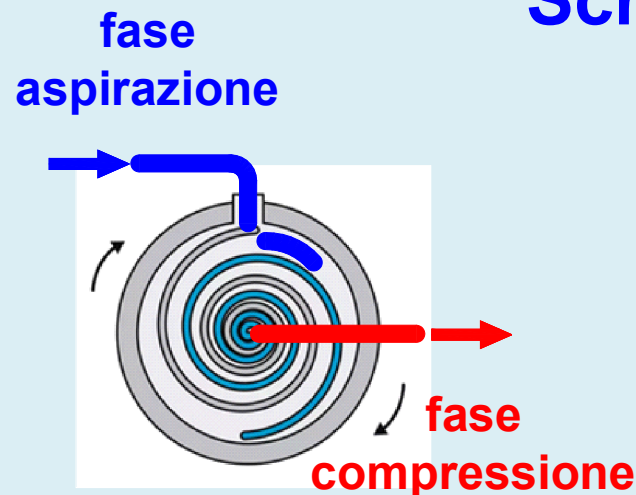


Questo procedimento avviene in modo continuo e **senza pulsazioni**, garantendo un funzionamento **silenzioso** e affidabile.

Mentre il condotto si restringe, il fluido aspirato dall'esterno viene compresso, e scaricato attraverso un'apertura centrale.

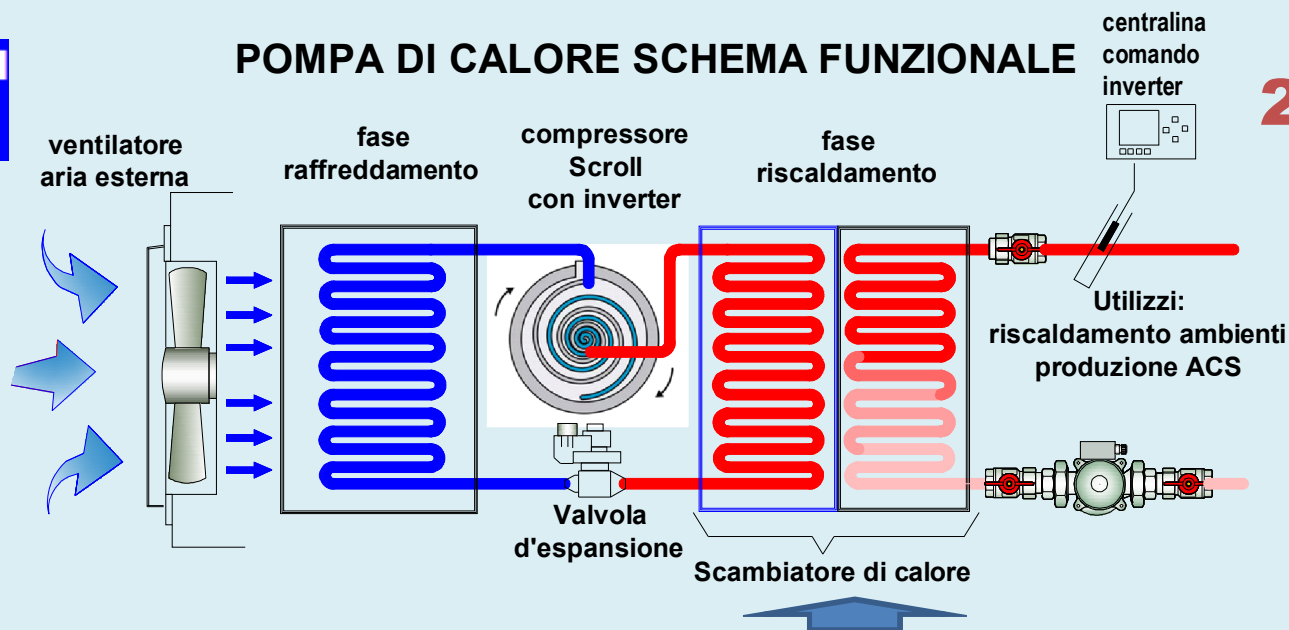
Il procedimento consente di raggiungere una pressione max di 8..10 bar e una temperatura di **50°C** quindi predisposizione per pompe di calore nel residenziale per la preparazione dell'**ACS** e altre attività connesse che ci porteremo a evidenziare.

compressore rotativo Scroll



Le moderne pompe di calore utilizzano i compressori di tipo modulante secondo la tecnologia a **“inverter”** ovvero a velocità variabile in relazione alle effettive esigenze dell'utenza a differenza delle pompe di calore tradizionali che sono a velocità fissa.

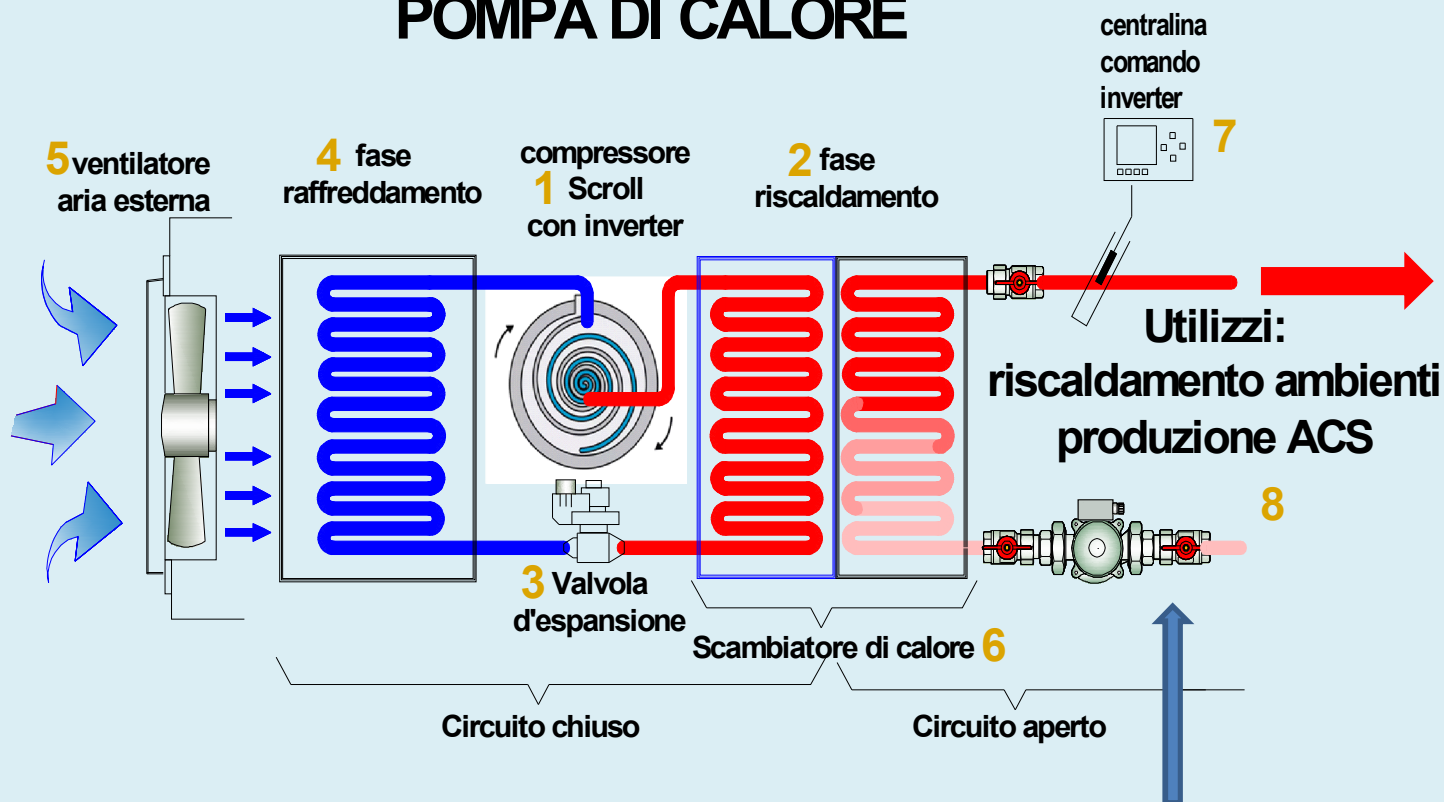
La tecnologia a inverter consiste in un dispositivo elettronico che converte la corrente elettrica alternata **“AC”** della rete pubblica in corrente continua **“DC”** e successivamente in corrente alternata ma con frequenza variabile, regolabile in automatico con la riduzione della richiesta termica . Quindi una corrente regolabile da un max a un min. con una portata anch'essa variabile.

POMPA DI CALORE SCHEMA FUNZIONALE

Condensazione: il fluido refrigerante dallo stato gassoso passa allo stato liquido conseguentemente all'aumento della pressione e della temperatura generata dal compressore.

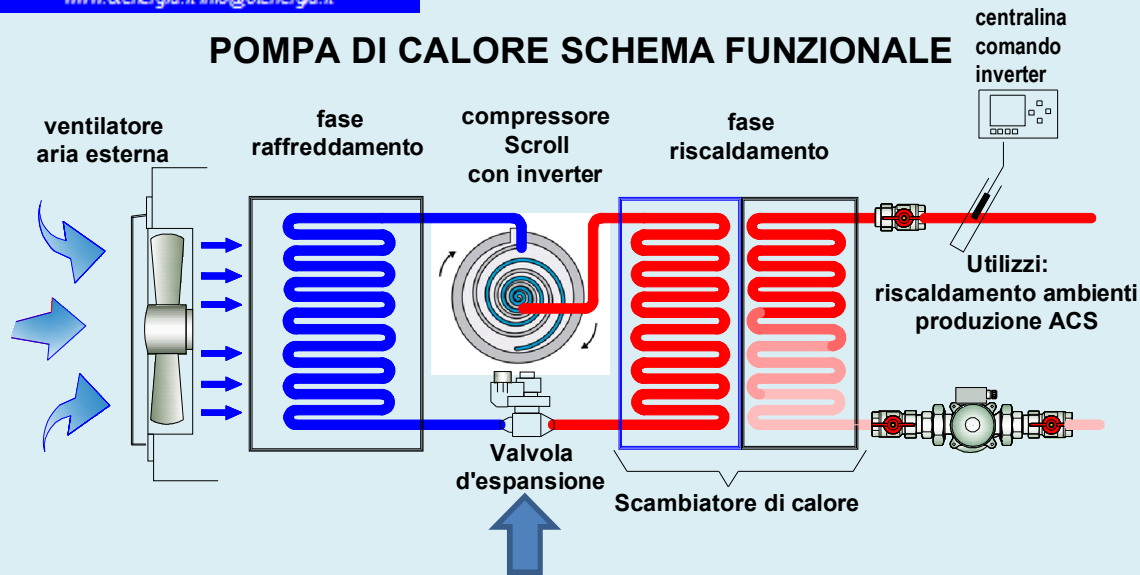
In questa fase il calore prodotto viene ceduto a un nuovo comparto abbinato ma distinto dal condensatore. L'insieme dei due comparti costituisce lo “**scambiatore di calore**”

SCHEMA FUNZIONALE POMPA DI CALORE

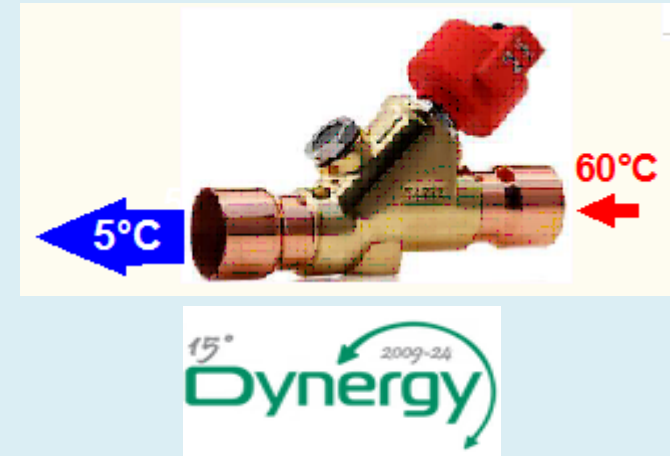


Sul lato opposto dello scambiatore, una pompa riprende da un bollitore dell'utenza l'acqua e la pone al riscaldamento per essere poi riinviata calda all'utenza.

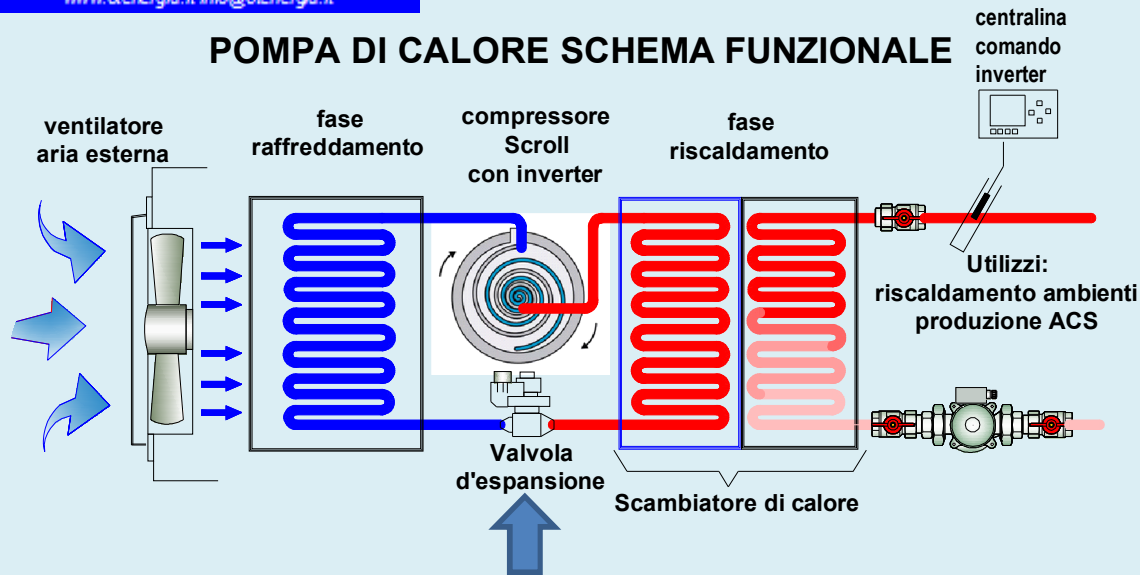
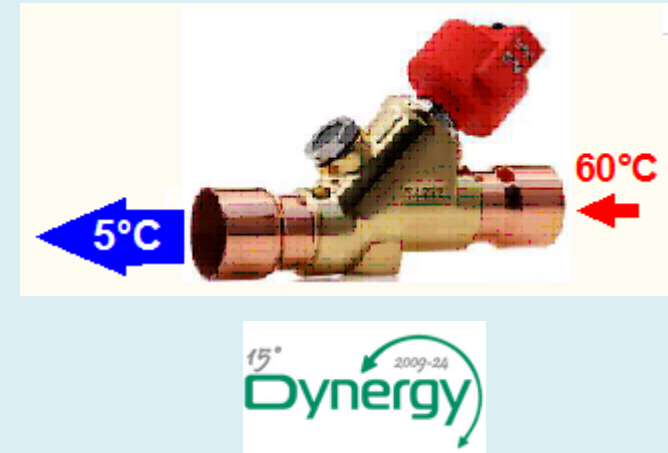
POMPA DI CALORE SCHEMA FUNZIONALE



Valvola d'espansione

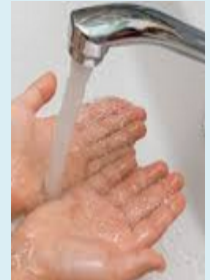
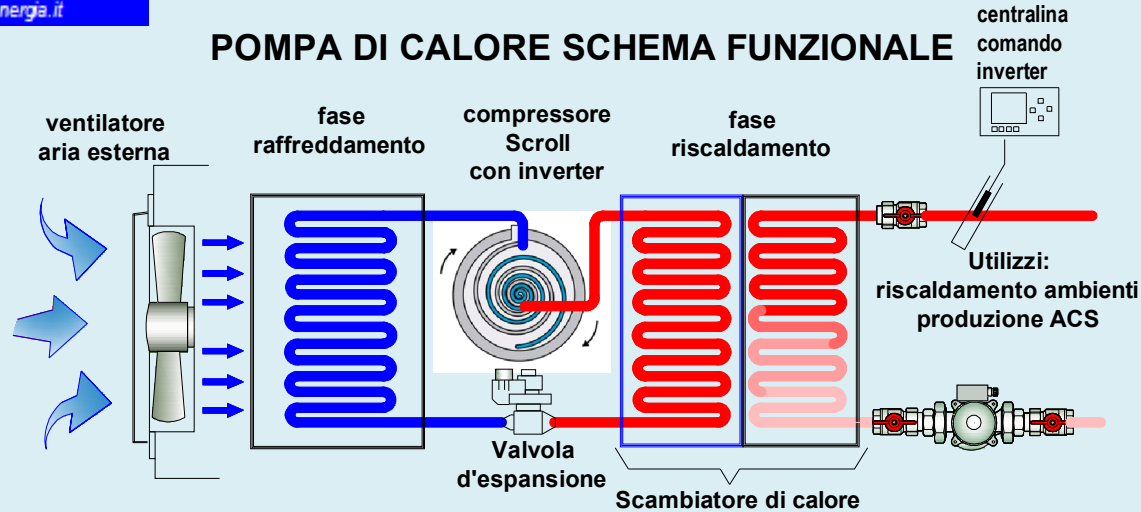


Valvola d'espansione: il sistema funzionale della pompa di calore è un circuito chiuso. Il fluido vettore è in continuo movimento passando dallo stato gassoso (bassa temperatura) allo stato liquido (alta temperatura). In questa nuova condizione deve passare attraverso una valvola d'espansione.

POMPA DI CALORE SCHEMA FUNZIONALE**Valvola d'espansione**

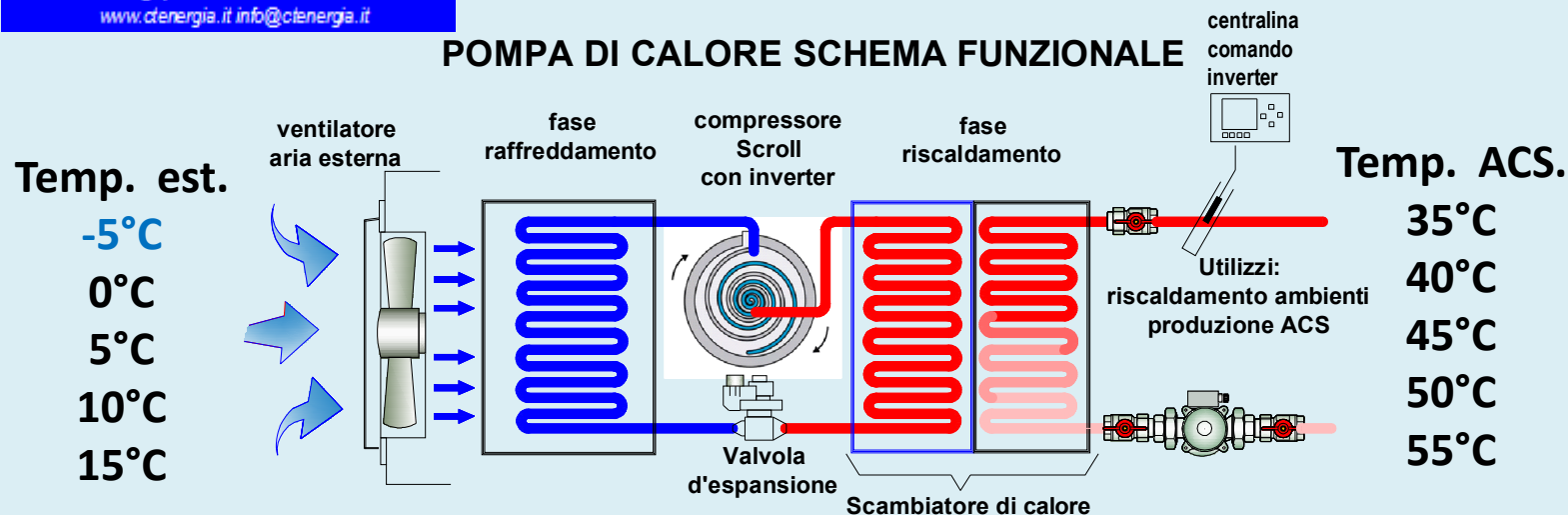
Il nuovo condotto è una strozzatura più o meno aperta (regolabile) dove il gas dallo stato liquido uscendo si espande, passando nella fase gassosa raffreddandosi rapidamente immettendosi ora in un nuovo circuito.

Il procedimento è simile a quello di una bomboletta spray dove aprendo il contenitore il liquido interno esce allo stato gassoso particolarmente freddo.

POMPA DI CALORE SCHEMA FUNZIONALE


Nella fase del raffreddamento del gas che si pone a circa **5°C** in questa fase d'espansione, il fluido ora entra in un nuovo circuito a serpentina aspirato in continuità dal compressore.

Un ventilatore posteriormente alla serpentina, riprendendo l'aria esterna, tende a riscaldare, nel limite possibile la serpentina fredda, innalzandone la temperatura di qualche grado.

POMPA DI CALORE SCHEMA FUNZIONALE

Maggiore si dimostra la temperatura esterna si accentua a sua volta l'apporto di calore al gas. Detta condizione facilita il compressore a innalzare la temperatura e a liquefare il gas nella fase successiva.

I valori riportati nello schema ne evidenziano gli incrementi.

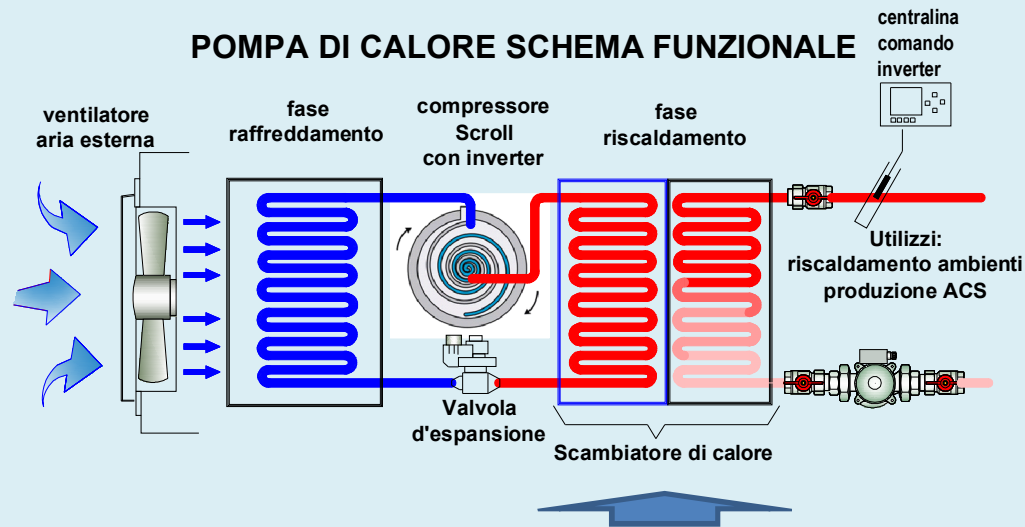
PER UN APPROFONDIMENTO

Perchè usare un gas frigorigeno e non l'aria nelle compressione:

Il gas utilizzato nelle pompe di calore è il **Di fluorometano (CH_2F_2)** sigla commerciale “**R32**”, **obbligatorio** per le P.C. Gas non tossico se utilizzato in condizioni normali.



La caratteristica di questo gas è che con la compressione il gas si liquefa a una pressione contenuta entro i 50 bar. elevandone la temperatura a **50..60°**

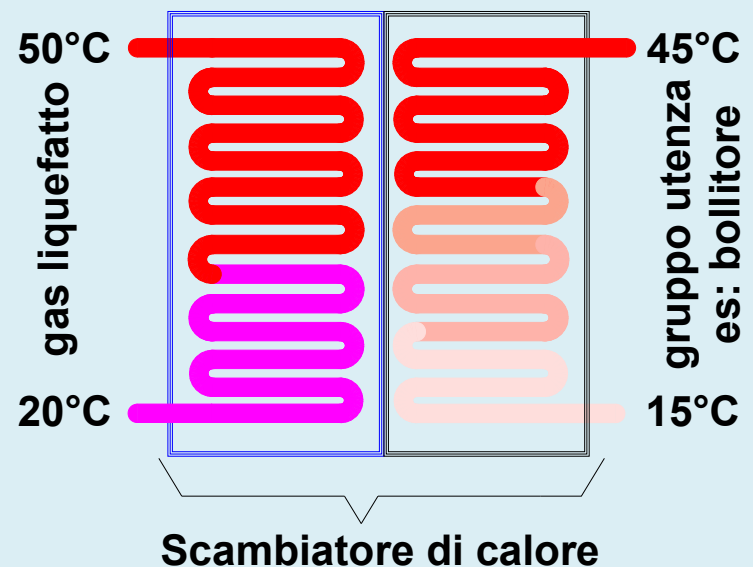
POMPA DI CALORE SCHEMA FUNZIONALE

Con l'alta temperatura raggiunta nella fase di compressione, la fase liquida presenta un'alta conduttività termica se a contatto con una struttura metallica. Nel nostro caso trattasi di uno **scambiatore di calore**. La conduttività termica è indicata con il valore “lamda λ ” che nel caso specifico assume il valore di:

$$\lambda = 0,135 \text{ W/mk},$$

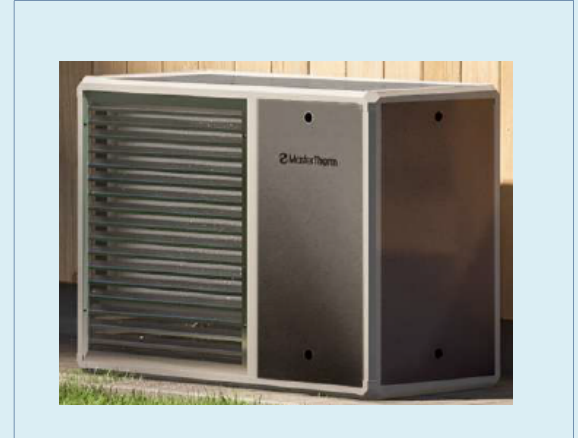
Valore superiore circa 8 volte quello dell'aria compressa alla medesima pressione.

Il valore λ rappresenta il coefficiente di conducibilità termica di un materiale. Questo valore sta a indicare la **quantità di calore** che, nell'unità di tempo, attraversa la sezione di un materiale con lo spessore di 1 m quando la differenza di temperatura tra le due facce è di 1 grado Kelvin. Un valore più alto di λ indica una maggiore capacità riscaldante del materiale. Nel caso specifico trattasi della struttura metallica dello scambiatore di calore.



Per il calcolo della potenzialità termica P.C.

In termini della resa termica della pompa di calore la potenza termica prodotta è circa 4 volte superiore alla corrente elettrica installata. Procediamo con un esempio:



BoxAir 261 Dynergy

Es. P.C. Dynergy: Potenza termica resa : Pt 7 kWh
Stabilito dal Produttore un **Cop** (rapporto potenza rmax
termica / potenza elettrica) = **4,29**

Avremo : Potenza elettrica $P_e = 7 / 4,29 = 1,63 \text{ kW}$

P.C. calcolo della quantità di acqua di riscaldamento:

Utilizzando la seguente formula potremo ottenere la quantità di ACS che può fornire la P.C.

$$Q = P_t \times 1000 \times 0,86 (T_{acs} - T_{af})$$

Con: P_t = potenza termica es. 7 kW

1000 = trasformazione da kW in W

0,86 = coefficiente trasformazione W in chilocalorie

T_{acs} = temperatura dell'acqua calda sanitaria es 40°C

T_{af} = temperatura acqua fredda es.: 12 °C

Avremo:

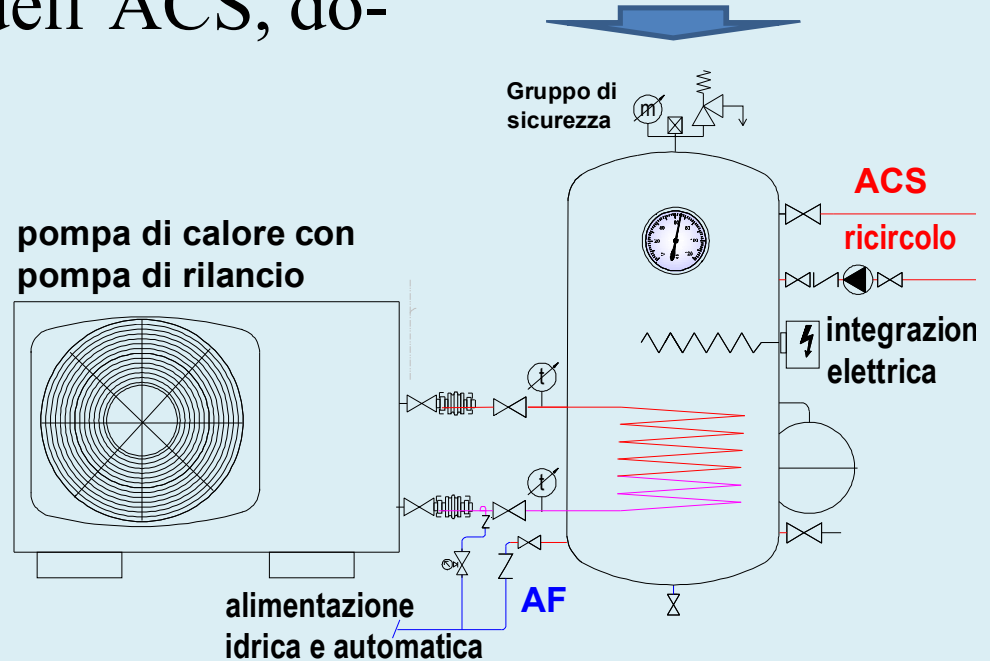
$$Q = 7 \times 0,86 \times 1000 / (40 - 12) = \mathbf{215 \text{ L/h}}$$

Il volano termico

Con l'utilizzo discontinuo dell'ACS, dovremmo avere continue accensioni e spegnimenti della P.C con un forte affaticamento della medesima.

Per evitare questo inconveniente è opportuno applicare un volume inerziale (boiler di accumulo) preventivato in **15 L/kW** es. Potenza termica kW=7 . Boiler di accumulo:

$$V_{\text{boiler}} = 7_{\text{kW}} \times 15_{\text{L/kW}} = 105 \text{ L (100 L)}$$



Il calcolo in funzione delle persone utilizzatrici

Per il calcolo dei consumi idrici in **ACS** per le diverse attività operative, sarebbe opportuno entrare nello specifico di ogni singola attività. Limitiamoci al riguardo nel considerare il residenziale secondo due percorsi:

A.- in funzione del numero delle persone utilizzatrici

B.- in funzione del numero delle apparecchiature presenti nei servizi igienici

Es. (**A**) Villa, occupanti: 6 persone; consumo medio giornaliero $Q = 6 \times 70 \text{ l.g/persona} = 420 \text{ L/g}$

Calcolo P.C. boiler produz. ACS (1)

Ripercorrendo i calcoli già trattati, dovremo considerati le seguenti voci

- .-Vc :Volume di accumulo da calcolare
- .-dp: durata della punta 2 h
- .-Qm: fabbisogno giornaliero **420 L/g**
- .-tm: temperatura di utilizzo dell' ACS 40°C
- .-tf: temperatura dell'acqua AFS 12°C
- .-tc: temperatura del boiler **55°C**
- .-Pr: durata del preriscaldamento 3 h

Applicheremo la seguente formula:

$$V_c = (((Q_m \times d_p \times (t_m - t_f) / (d_p + P_r))) \times ((p_r / (t_c - t_r)))$$

Calcolo P.C. boiler produz. ACS (2)

Procediamo riprendendo la formula di calcolo esposta:

$$V_c = (((Q_m \times d_p \times (t_m - t_f) / (d_p + P_r))) \times ((p_r / (t_c - t_r)))$$

avremo:

$$V_c = (((420 \times 2 \times (40 - 12) / (2 + 3))) \times ((3 / (55 - 12))) = \mathbf{328L}$$

(Si consiglia un boiler commerciale da 300L o max 400 L)

Le variabili come:

.-la temperatura della rete pubblica, variabile secondo il periodo della stagione: da 10°C inverno a 12..14 °C per il periodo estivo

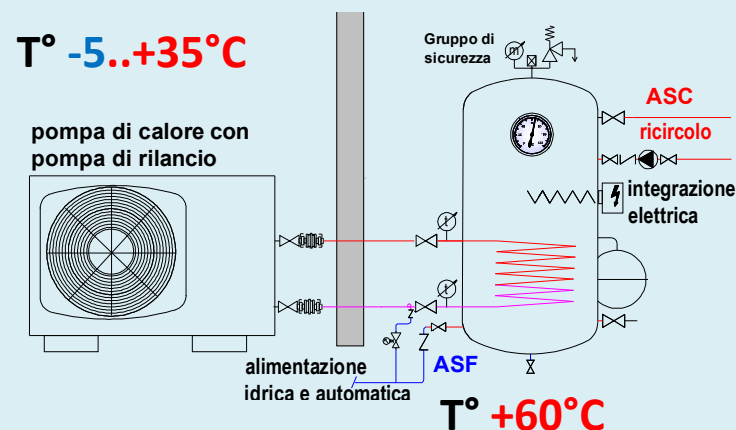
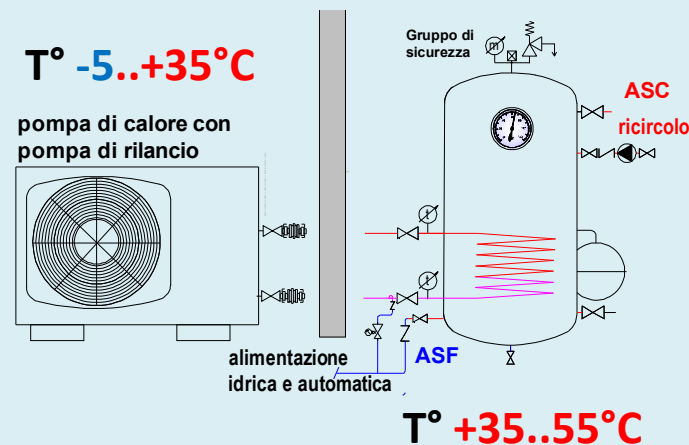
.- il periodo di punta nell'utilizzo sell'ACS e le ore di preparazione sono alquanto opinalibili a discrezione del Progettista;

Soluzioni costruttive produz. ACS (3)

L'energia termica fornibile dalla P.C. per la produzione A.C.S. si presenta con le seguenti soluzioni:

.-P.C. da esterni: è influenzata dalla temperatura stagionale che può incidere sulla resa termica della P.C. Argomento già trattato precedentemente.

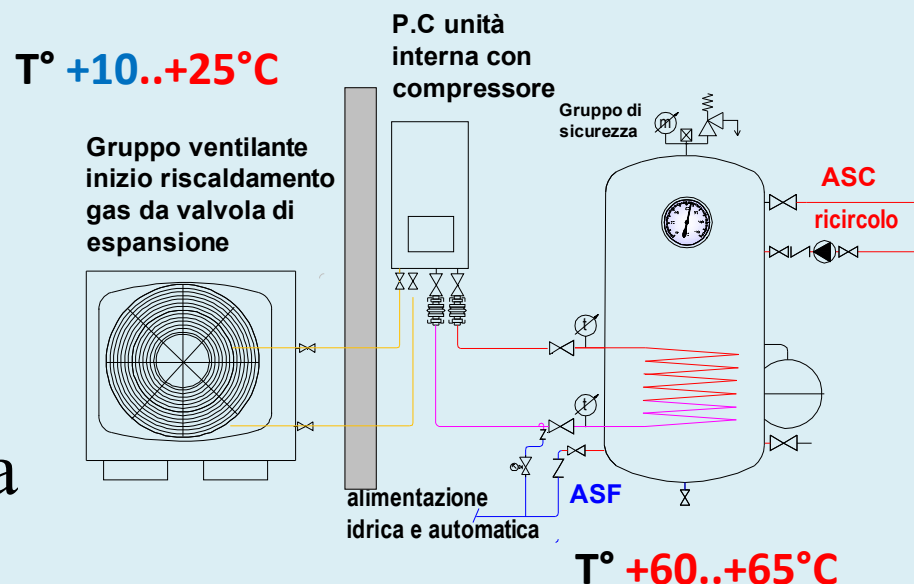
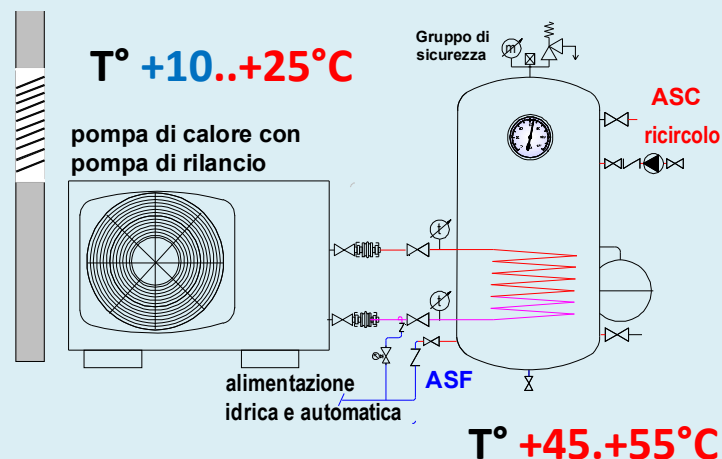
.-P.C. da esterni con resistenza elettrica: costituisce una integrazione termica pilotata da una sonda elettronica per mantenere costante la temperatura del boiler.



Calcolo boiler produz. ACS (4)

.-P.C. per esterni posta in un locale areato: è una soluzione che mantiene alto il rendimento della p.c. usufruendo per l'aria la temperatura ambiente del locale tecnico.

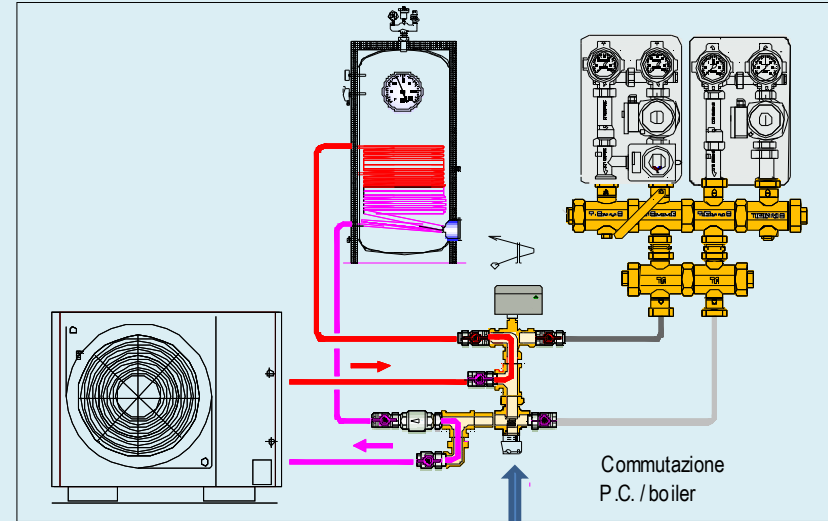
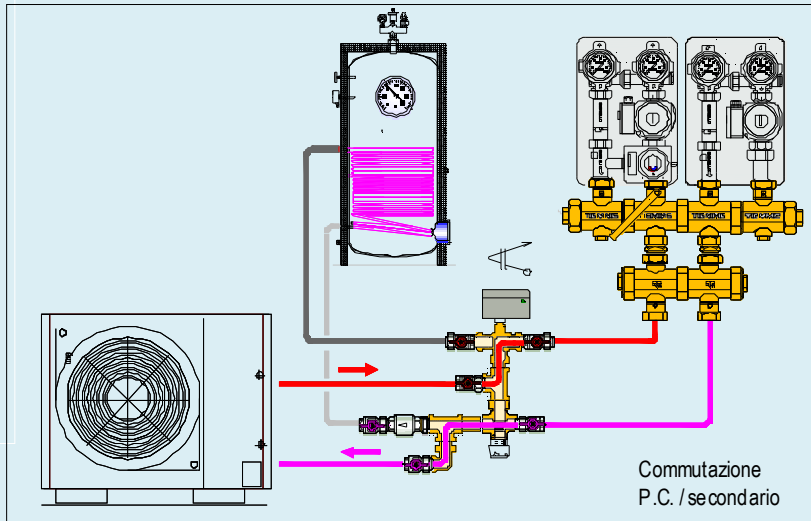
.-Pompa di calore da esterno con unità interna. Con compressore posto nella unità interna e resistenza elettrica, la resa termica si dimostra alquanto elevata.



P.C. funzionalità suppletive

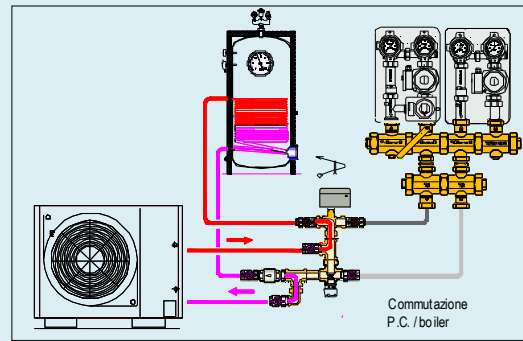
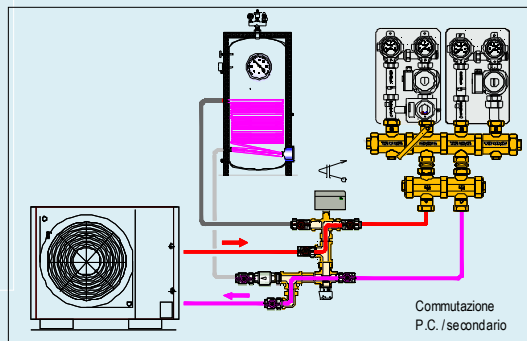
La pompa di calore nel suo costruttivo standard si presenta con le seguenti funzioni :

.- per il riscaldamento degli ambienti e produzione ACS



Con la pompa in fase riscaldamento, un gruppo idronico alterna le funzionalità tra riscaldamento ambienti e boiler

Calcolo boiler produz. ACS 1



**Gruppo
idronico**

TIEMME
ORIGINAL ITALIAN TRADEMARK

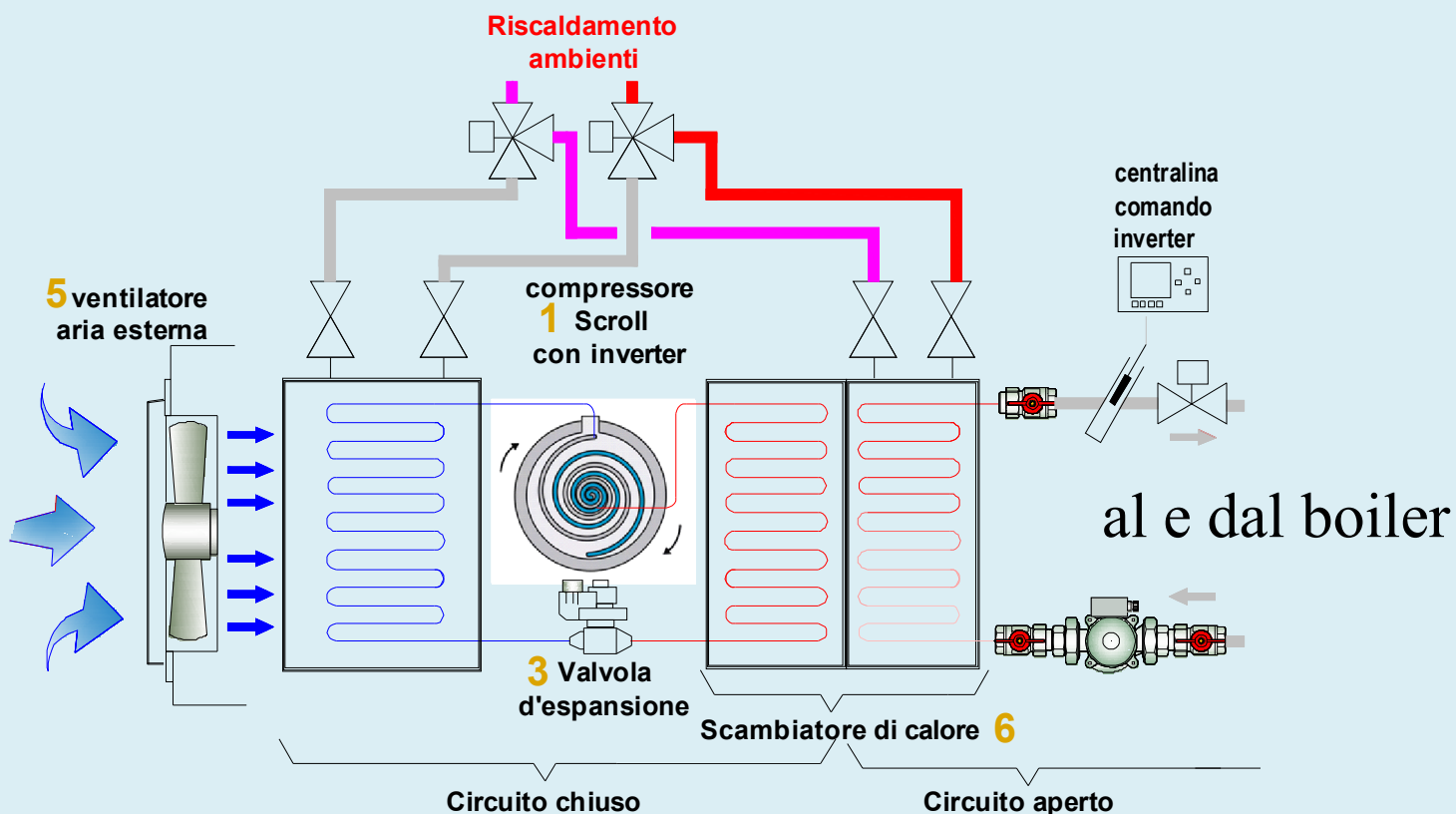
Con questa procedura il sistema di riscaldamento darà la priorità alla produzione dell'ACS.

Nella fase del riscaldamento sussistono tempi di spegnimento che non dovrebbero influire sul confort ambiente se contenuti entro un tempo di 15 minuti.

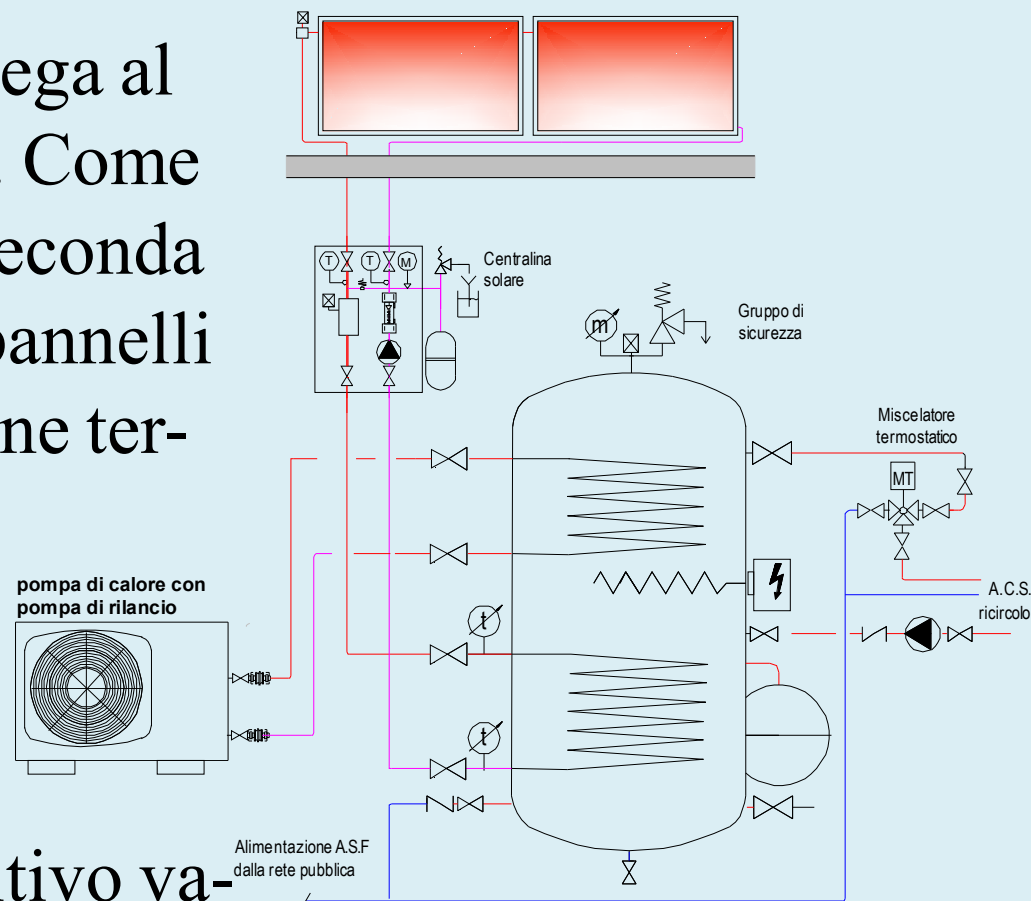
Questa condizione risulta possibile con un residenziale che rientra nella classe energetica "B..A" con riscaldamento radiante o ad aria calda , dove nello stallo, la perdita di calore ambiente risulta inferiore di 0,5°C

P.C. fase riscaldamento ambienti 1

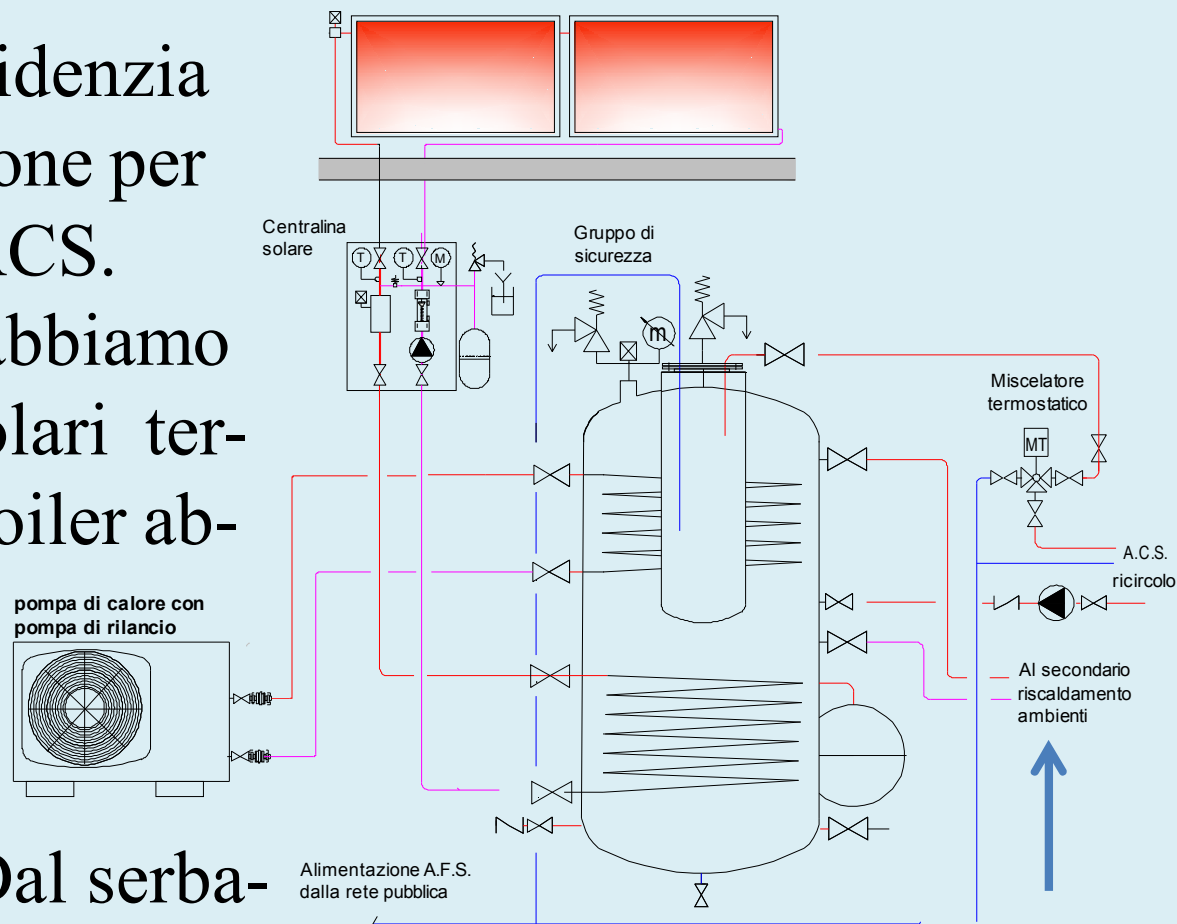
Nello schema viene evidenziato, la funzione riscaldamento degli ambienti con valvole a tre vie in collegamento con lo scambiatore di calore a valle del compressore.



La pompa di calore si collega al a una serpentina del boiler. Come Integrazione termica una seconda serpentina si si collega ai pannelli solari termici. L'integrazione termica è alquanto variabile tra il periodo invernale e Il periodo estivo e della latitudine. L'incremento si dimostra comunque positivo variabile da 20 % nel periodo invernale al 100% nel periodo estivo.



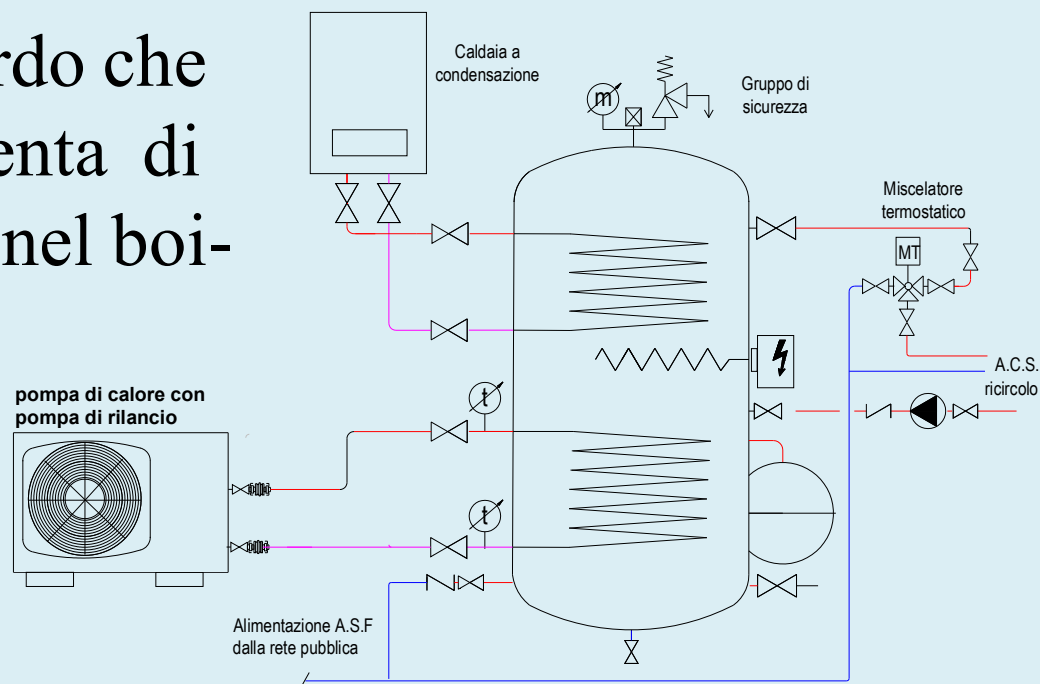
Nello schema si evidenzia una ulteriore soluzione per la produzione dell'ACS. Come integrazione abbiamo ancora i pannelli solari termici, mentre nel boiler abbiamo un secondo serbatoio. Da questo viene l'ACS è inviata all'utenza. Dal serbatoio base si presentano gli attacchi per il collegamento al secondario per la distribuzione del fluido caldo per il riscaldamento ambienti.



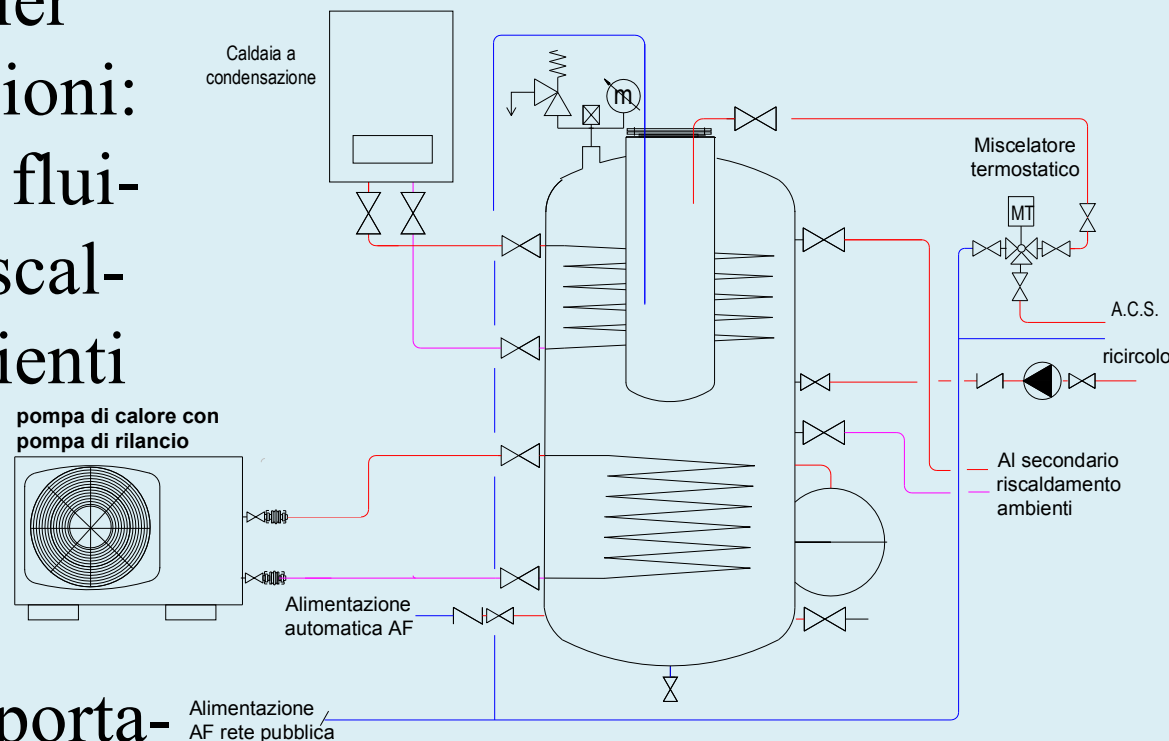
Questa soluzione prevede come integrazione per la produzione dell'ACS la presenza di una caldaia a condensazione.

E' prevedibile al riguardo che detta soluzione consenta di avere una temperatura nel boiler fino 65°C

E' una opportunità dove la temperatura invernale si presenta particolarmente rigida non consentendo l'utilizzo dei pannelli solari termici.



Con l'integrazione termica della caldaia a condensazione
 Al boiler viene inserito un secon serbatoio per la produzio-
 ne dell'ACS. Il boiler
 Ora segue due funzioni:
 Produzione ACS e flui-
 do termico ter il riscel-
 damento degli ambienti
 alimentando la li-
 nea del secondario.

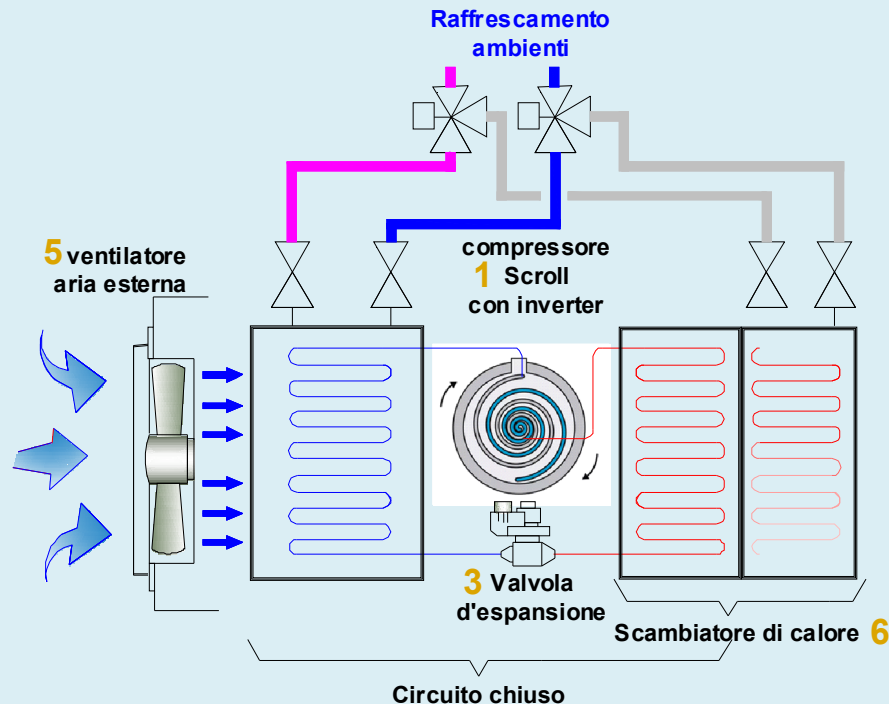


Nota: gli schemi riporta-
 ti includono l'essenziale degli elementi. Nella progettazio-
 ne andrebbero completati con accessori e sicurezze.

P.C. fase raffreddamento ambienti 6

Una funzione suppletiva della pompa di calore riguarda il raffreddamento degli ambienti. Detto passaggio si determina con l'inversione del ciclo di funzionamento

Nello schema viene evidenziato, la funzione raffreddamento degli ambienti con valvole a tre vie in collegamento con lo scambiatore di calore posto a monte del compressore.



In tutta la successione degli argomenti trattati la pompa di calore standard di tipo commerciale è abilitata a diversi funzioni sia nella condizione a sé stante che con accessori supplementari per la produzione ACS.

E' quindi da ritenersi che la pompa di calore da utilizzarsi per la sola produzione ACS si dimostra alquanto limitativa. Se si dovesse utilizzare solo nel sistema residenziale per singole unità abitative escludendo tutte le altre funzioni applicative, potrebbe essere accettabile ma certamente non conveniente.

Si ringrazia per l'attenzione

Nella seconda parte verranno trattate le pompe di calore per alte potenzialità termiche per la produzione dell'ACS nel residenziale autonomo e condominiale; commerciale e industriale