

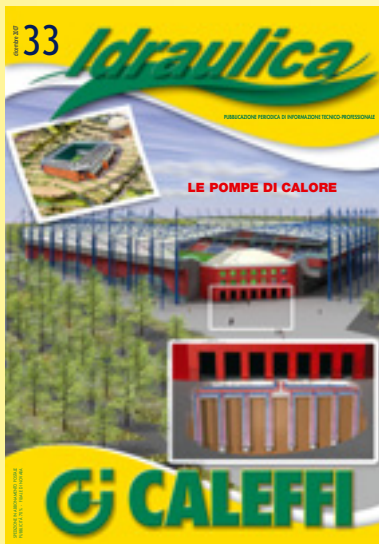
PUBBLICAZIONE PERIODICA DI INFORMAZIONE TECNICO-PROFESSIONALE



## LE POMPE DI CALORE



# G CALEFFI



In copertina:

Stadium Global Center Brescia

Progettisti:

Abba - Marai - Rovati - R.T.K.L. España

BRESCIA - Italia

Direttore responsabile:

Marco Caleffi

Responsabile di Redazione:

Fabrizio Guidetti

Hanno collaborato a questo

numero: Mario Doninelli

Marco Doninelli

Claudio Ardizzoia

Ezio Prini

Mario Tadini

Claudio Tadini

Giuseppe Carnevali

Renzo Planca

Idraulica

Pubblicazione registrata presso

il Tribunale di Novara

al n. 26/91 in data 28/9/91

Editore:

Poligrafica Moderna S.p.A. Novara

Stampa:

Poligrafica Moderna S.p.A. Novara

**Copyright Idraulica Caleffi. Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte della pubblicazione può essere riprodotta o diffusa senza il permesso scritto dell'Editore.**

**CALEFFI S.P.A.**

S.R. 229, N. 25

28010 Fontaneto d'Agogna (NO)

TEL. 0322-8491 FAX 0322-863305

info@caleffi.it www.caleffi.it

# Sommario

- 3 LE POMPE DI CALORE
- 4 TRASFERIRE CALORE DA BASSA AD ALTA TEMPERATURA
- 6 MACCHINE PER TRASFERIRE CALORE DA BASSA AD ALTA TEMPERATURA
- 8 PRESTAZIONI DELLE POMPE DI CALORE E DEI RELATIVI IMPIANTI
- 10 SORGENTI DI CALORE UTILIZZABILI
- 11 IMPIANTI DI RISCALDAMENTO UTILIZZABILI CON POMPE DI CALORE
- 12 RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO CON POMPE DI CALORE
- 14 TEMPERATURE MASSIME OTTENIBILI CON LE POMPE DI CALORE
- 15 PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA
- 16 BOLLITORI INTERPOSTI FRA POMPE DI CALORE E TERMINALI COMPONENTI DEI CIRCUITI CHIUSI CHE ALIMENTANO LE POMPE DI CALORE
- 18 MESSA IN OPERA DELLE POMPE DI CALORE
- 20 IMPIANTI A POMPA DI CALORE CON SORGENTE FREDDA AD ARIA
- 22 IMPIANTI A POMPA DI CALORE CON SORGENTE FREDDA AD ACQUA DI SUPERFICIE
- 24 IMPIANTI A POMPA DI CALORE CON SORGENTE FREDDA AD ACQUA DI FALDA
- 28 IMPIANTI A POMPA DI CALORE CON COLLETTORI ORIZZONTALI INTERRATI
- 32 IMPIANTI A POMPA DI CALORE CON SONDE GEOTERMICHE
- 36 IMPIANTI A POMPA DI CALORE CON PALI GEOTERMICI
- 38 DISAERATORE DEFANGATORE DISCALDIRT E DIRTCAL
- 39 COLLETTORI DI DISTRIBUZIONE IN ACCIAIO, PER IMPIANTI INDUSTRIALI
- 40 STABILIZZATORE AUTOMATICO DI PORTATA COMPATTO, CON CARTUCCIA IN POLIMERO
- 41 VALVOLE DI BILANCIAMENTO CON FLUSSOMETRO
- 42 KIT DI COLLEGAMENTO SOLARE-CALDAIA

## **CONTATORI DI CALORE CONTECA SERIE 7554 conformità direttiva MID**



Con riferimento ai contatori di calore CONTECA serie 7554, ci preghiamo di rendere noto il fatto che si è ultimato l'iter di valutazione di conformità ai requisiti della direttiva 2004/22/CE, meglio nota come direttiva MID (acronimo di Measuring, Instrument, Directive).

**Tale direttiva risulta cogente in Italia essendo stata recepita mediante il Decreto Legislativo 2 febbraio 2007 N. 22 che obbliga ad utilizzare sul mercato nazionale esclusivamente contatori di calore conformi alla MID.**

# LE POMPE DI CALORE

Marco e Mario Doninelli

Dopo aver preso in considerazione (ved. n. 29 e 32 di Idrraulica) gli impianti termici che utilizzano l'energia solare, qui cercheremo di esaminare gli impianti a pompe di calore: cioè gli impianti che utilizzano l'energia dell'ambiente esterno.

Conoscere questi impianti può servire a meglio mettere a fuoco e ad apprezzare le loro prestazioni, ma anche ad evitare gratuiti ottimismo, spesso favoriti da attestazioni incomplete e non coerenti (ved., a pag. 8, note sulle misure adottate da diversi Produttori Europei per difendersi da certificazioni improprie e quindi da forme di concorrenza sleale).

Inoltre, gli impianti a pompe di calore possono servire a rispettare l'obbligo (già citato nel numero 32 di Idrraulica) di utilizzare energie alternative per

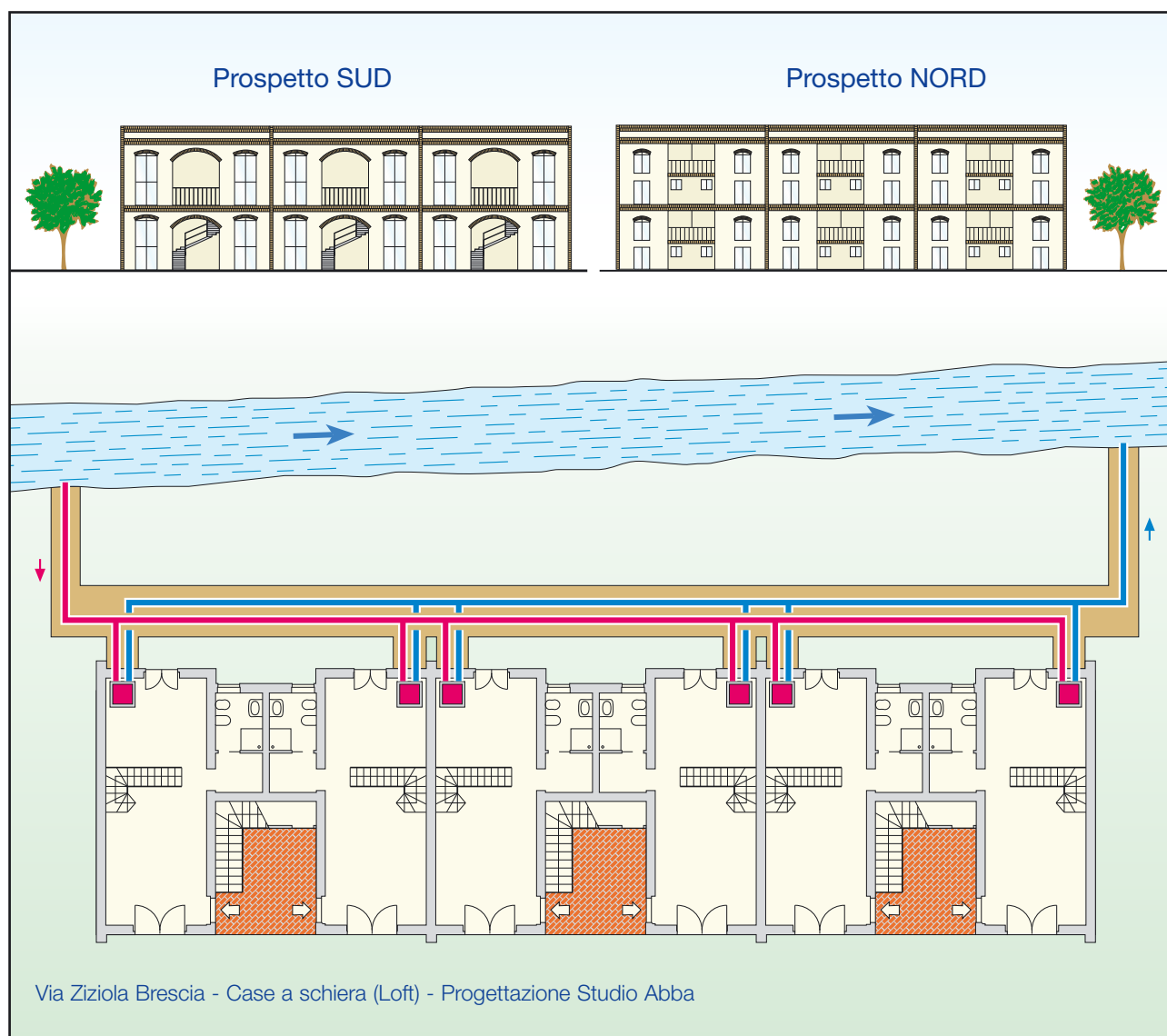
*“coprire almeno il 50% del fabbisogno annuo dell'energia primaria richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria ( D.L. 19.08.2006, n. 192)”. E a tale scopo possono servire soprattutto quando vincoli storici, architettonici o di rispetto del paesaggio non consentono di ricorrere al solare.*

La trattazione che segue è essenzialmente suddivisa in tre parti:

**nella prima** vedremo come funzionano le pompe di calore e quali prestazioni sono in grado di dare;

**nella seconda** considereremo le varie sorgenti da cui è possibile derivare calore;

**nella terza**, infine, proporremo possibili schemi realizzativi per impianti autonomi e centralizzati.



## TRASFERIRE CALORE DA BASSA AD ALTA TEMPERATURA

Ben sappiamo che, in natura, non è possibile trasferire calore da una sorgente esterna fredda ad un locale caldo.

Tuttavia sappiamo anche che la Tecnica (dal greco "l'arte del saper fare") può metterci a disposizione le nozioni teoriche e i mezzi pratici per fare ciò che in natura non è possibile.

In particolare, **la tecnica per trasferire calore da un fluido freddo ad uno caldo è nota ormai da più di 150 anni.**

Finora questa tecnica è stata utilizzata soprattutto per produrre macchine frigorifere: macchine che tolgono calore al fluido da raffreddare e lo cedono ad un fluido esterno più caldo.

La stessa tecnica è però utilizzabile anche per **produrre il caldo.** È così possibile, ad esempio, riscaldare ambienti **senza bruciare combustibili.**

Gli esempi che seguono servono ad illustrare come tutto ciò sia possibile. Dapprima vedremo come raffreddare un locale con aria più calda, poi come riscaldarlo con aria più fredda.

## Come raffreddare un locale con aria calda

L'esempio è suddiviso in tre fasi:

### Fase 1 – Acquisizione aria calda

Immaginiamo di racchiudere aria a 35°C in un cilindro con pistone mobile.

### Fase 2 – Espansione

Facciamo poi espandere quest'aria in modo che il volume da essa occupato superi del 20% quello iniziale. Ciò provoca un raffreddamento dell'aria in quanto:

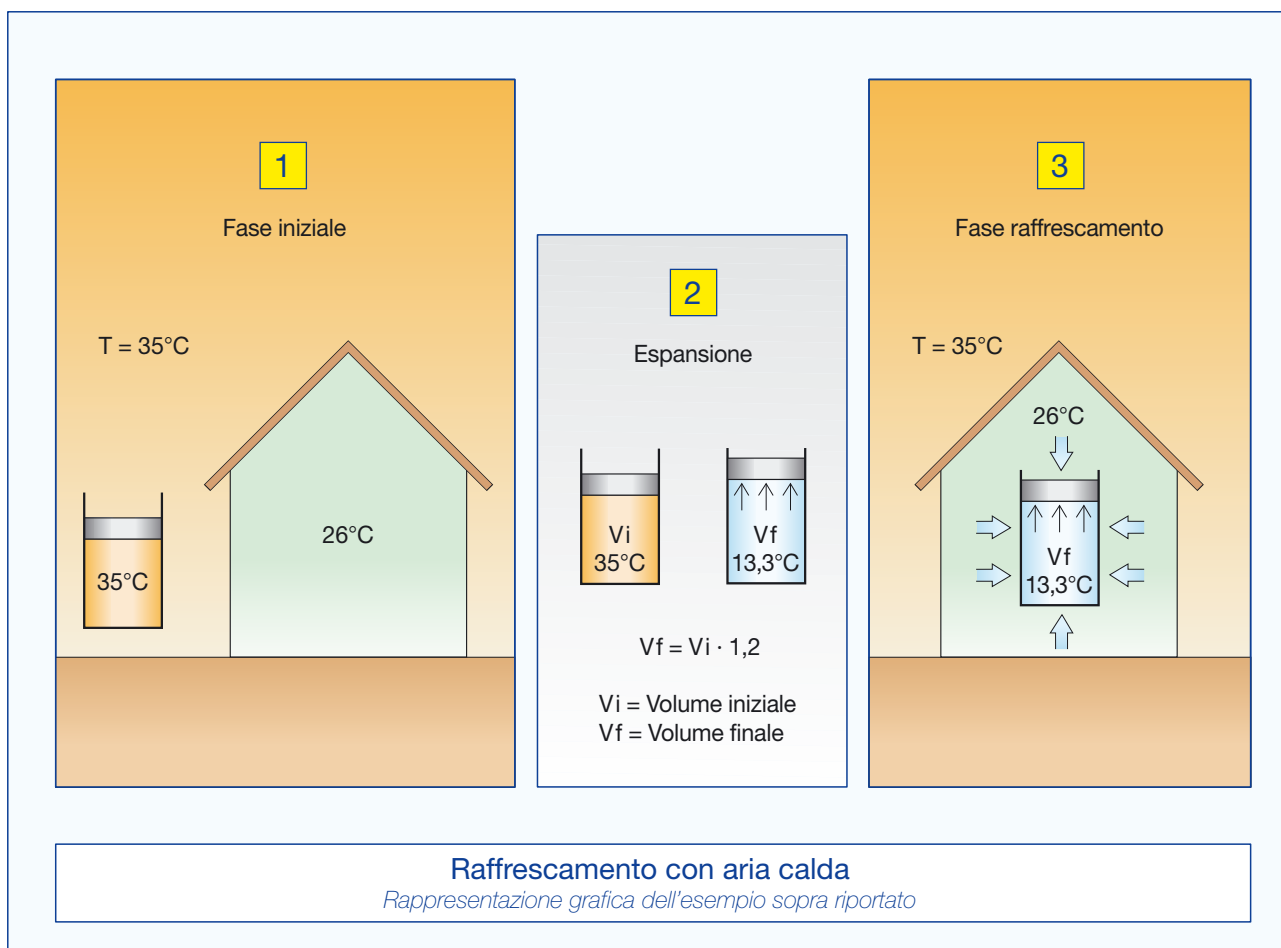
- dopo l'espansione, la quantità di calore iniziale deve riscaldare un volume d'aria più grande;
- l'energia che serve per l'espansione è sottratta all'aria contenuta nel cilindro (teoria dei fluidi).

In particolare, con l'aumento di volume ipotizzato, la temperatura dell'aria diminuisce da 35 a 13,3°C.

### Fase 3 – Raffrescamento

Spostiamo, infine, il cilindro con aria a 13,3°C in un locale con temperatura a 26°C. L'aria contenuta nel cilindro è in grado di raffreddare tale locale.

**L'esempio ci dimostra che è possibile raffreddare un locale ricorrendo all'artificio di far espandere e spostare una massa d'aria più calda.**



## Come riscaldare un locale con aria fredda

L'esempio è suddiviso in tre fasi:

### Fase 1 – Acquisizione aria fredda

Immaginiamo di racchiudere aria a 10°C in un cilindro con pistone mobile.

### Fase 2 – Compressione

Comprimiamo poi quest'aria in modo che il volume da essa occupato sia inferiore del 20% rispetto a quello iniziale. Ciò comporta un riscaldamento dell'aria in quanto:

- dopo la compressione, la quantità di calore iniziale riscalda un volume d'aria più piccolo;
- l'energia che serve per la compressione è ceduta all'aria contenuta nel cilindro (teoria dei fluidi).

In particolare, con la diminuzione di volume ipotizzata, la temperatura dell'aria cresce da 10 a 36,4°C.

### Fase 3 – Riscaldamento

Spostiamo, infine, il cilindro con aria a 36,4°C in un locale con temperatura a 20°C. L'aria contenuta nel cilindro è in grado di riscaldare tale locale.

**L'esempio ci dimostra che è possibile riscaldare un locale ricorrendo all'artificio di comprimere e spostare una massa d'aria più fredda.**

### Formule e calcoli relativi agli esempi considerati

Per determinare come varia la temperatura dell'aria negli esempi considerati si può utilizzare la seguente formula valida per i gas perfetti:

$$T_f = (T_i + 273) \cdot (V_i / V_f)^{0,4} - 273$$

dove:  $T_f$  = temperatura aria volume finale, °C

$T_i$  = temperatura aria volume iniziale, °C

$V_f$  = volume finale dell'aria, m<sup>3</sup>

$V_i$  = volume iniziale dell'aria, m<sup>3</sup>

In base a tale formula e ai valori considerati risulta:

**Primo esempio:**

$$T_i = 35^\circ\text{C}$$

$$V_i = V_i$$

$$V_f = V_i \cdot 1,2$$

$$T_f = (35 + 273) \cdot [V_i / (V_i \cdot 1,2)]^{0,4} - 273 = 13,3^\circ\text{C}$$

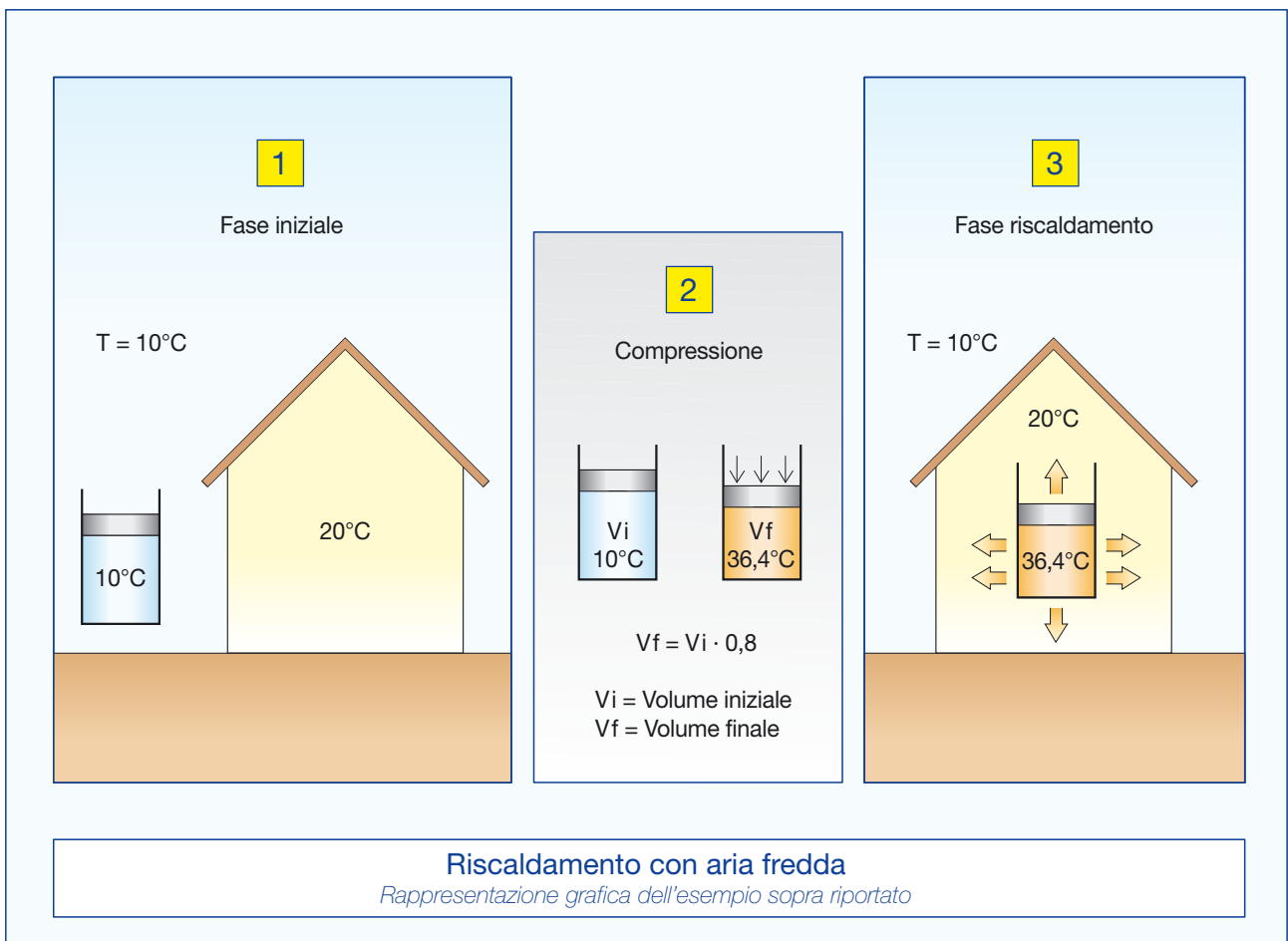
**Secondo esempio:**

$$T_i = 10^\circ\text{C}$$

$$V_i = V_i$$

$$V_f = V_i \cdot 0,8$$

$$T_f = (10 + 273) \cdot [V_i / (V_i \cdot 0,8)]^{0,4} - 273 = 36,4^\circ\text{C}$$



## MACCHINE PER TRASFERIRE CALORE DA BASSA AD ALTA TEMPERATURA

Per trasferire calore da bassa ad alta temperatura sono ormai disponibili macchine che si servono di processi fisici e chimici assai diversi fra loro.

**Tuttavia le macchine di gran lunga più diffuse sono proprio quelle che utilizzano i fenomeni prima considerati.**

Queste macchine sono essenzialmente costituite da un circuito chiuso entro cui viene **continuamente compresso e fatto espandere un apposito fluido**, chiamato **intermedio o frigorifero**.

Ad ogni compressione ed ad ogni espansione (cioè ad ogni ciclo di lavoro) **il fluido intermedio ruba un pò di calore al fluido freddo e lo cede a quello caldo**.

Quale fluido intermedio non si usa l'aria perché, pur essendo un fluido sicuro dal punto di vista ambientale e a costo nullo, **comporta cicli di lavoro con resa termica molto bassa**.

Si usano, invece, fluidi **che evaporano quando il calore viene assorbito e che condensano quando il calore viene ceduto**. Tali passaggi di stato fanno infatti aumentare notevolmente la quantità di calore che ogni ciclo di lavoro è in grado di assorbire e di cedere.

Invertendo i cicli di lavoro (ved. pag 12), queste macchine, possono essere utilizzate sia per **riscaldare** sia per **raffreddare**.

Nel primo caso sono chiamate **pompe di calore**, nel secondo **macchine frigorifere**. Tuttavia si tratta di una differenza solo nominale.

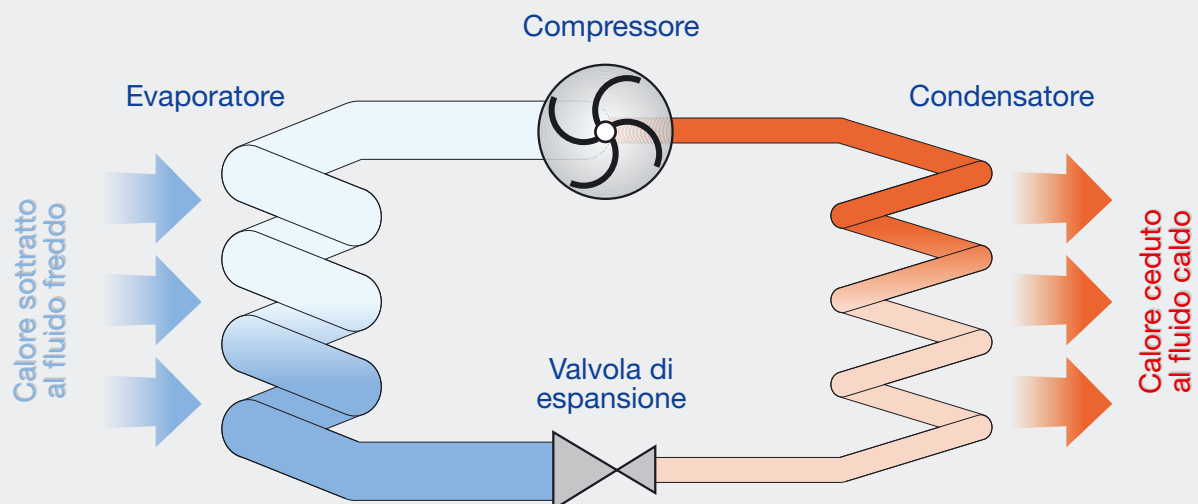
Il disegno sotto riportato **evidenzia i principali componenti di una pompa di calore**. Nella pagina a lato sono invece **descritte le funzioni di questi componenti**.

### Fluidi intermedi

*Le prime macchine frigorifere furono costruite utilizzando l'ammoniaca come fluido intermedio. Poi però l'ammoniaca è stata abbandonata per la sua tossicità e corrosività.*

*Per molti anni è stato utilizzato anche il Freon, ora vietato perché può compromettere lo strato di ozono atmosferico: strato protettivo che ripara le forme di vita sulla Terra dall'azione nociva dei raggi ultravioletti del sole.*

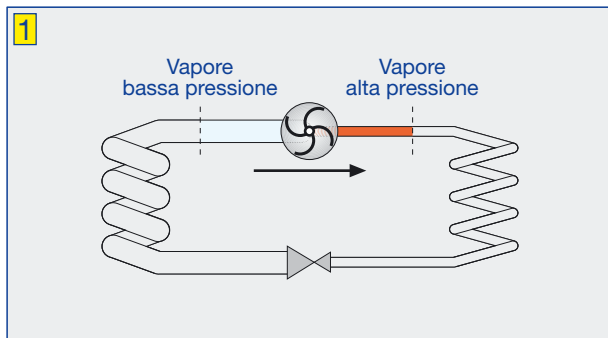
*Attualmente si ricorre soprattutto all'uso degli HCFC (cloro-fluoro-carburi idrogenati). È tuttavia ancora aperta la ricerca di nuovi fluidi. L'obiettivo è quello di minimizzare il loro impatto ambientale e incrementare le loro prestazioni termodinamiche.*



Schema funzionale pompa di calore

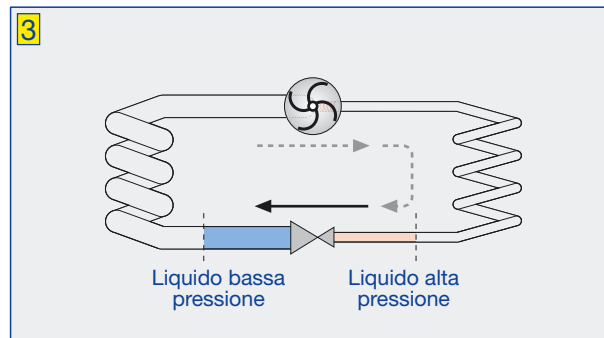
### Compressore:

comprime il fluido intermedio innalzandone la temperatura.



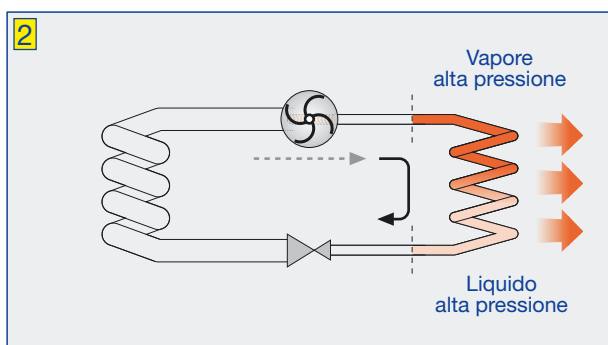
### Valvola di espansione:

fa espandere il fluido intermedio abbassandone la temperatura.



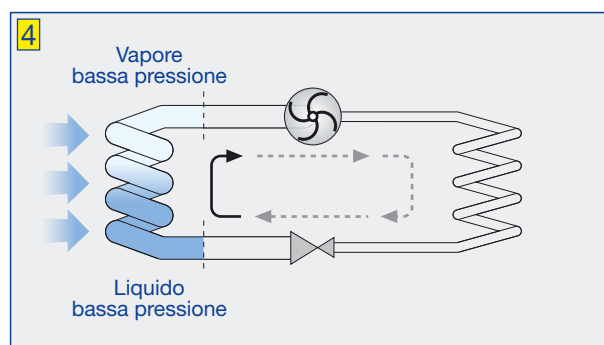
### Condensatore:

consente al fluido intermedio (che passa da vapore a liquido) di cedere calore al fluido caldo.



### Evaporatore:

consente al fluido intermedio (che passa da liquido a vapore) di assorbire calore dal fluido caldo.



#### Breve storia del freddo

L'uomo imparò a produrre il caldo fin dagli albori della sua storia. Riuscì, invece, a produrre il freddo solo verso la prima metà dell'Ottocento. E fu una conquista che migliorò in modo notevole le sue condizioni di vita.

Oggi, ormai, l'industria del freddo ha un ruolo insostituibile nella nostra vita quotidiana e in molti settori vitali della nostra civiltà.

Queste le principali tappe della sua storia:

1834: Jacob PERKINS, a Londra, costruisce la prima macchina frigorifera a compressione;

1859: Ferdinand CARRÉ, realizza il primo impianto per produrre il ghiaccio industrialmente;

1895: la prima nave frigorifera trasporta in Europa un carico di carne macellata in Argentina;

1911: Willis CARRIER presenta la prima macchina per condizionare l'aria. Famosa la sua frase: "Dobbiamo solo spostare il calore da dove dà fastidio a dove non lo dà".

#### Breve storia delle pompe di calore

È una storia che, in pratica, ha inizio solo **con la crisi petrolifera del 1973** che portò i costi dei combustibili a livelli molto elevati.

Fu questa crisi a ben evidenziare che, in certi casi, può convenire **derivare calore da una sorgente fredda piuttosto che produrlo direttamente**: cioè che può convenire **usare una pompa di calore piuttosto che una caldaia**.

Le pompe di calore si diffondono tuttavia in modo significativo **solo dopo i primi anni del 2000**: vale a dire solo quando, oltre al problema del costo dei combustibili, **cominciano ad entrare in gioco anche i problemi ambientali**: problemi connessi al fatto che bruciando i combustibili si immettono nell'atmosfera polveri sottili e sostanze tossiche pericolose per la nostra salute e quella del nostro pianeta. E tutto ciò ha indotto, e sta inducendo, diversi Paesi ad incentivare l'uso di impianti (per climatizzare ambienti e produrre acqua calda) alternativi a quelli con combustibili.

## PRESTAZIONI DELLE POMPE DI CALORE E DEI RELATIVI IMPIANTI

È questo un argomento da considerare con molta attenzione perché in merito è **facile trovare indicazioni poco chiare e anche fuorvianti** (ved. nota colonna a lato).

Di seguito esamineremo le prestazioni relative al riscaldamento. Per il raffrescamento, le grandezze in gioco sono sostanzialmente simili.

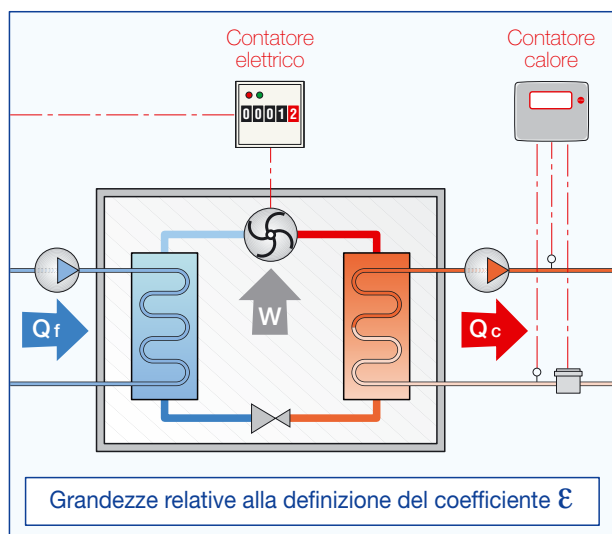
### PRESTAZIONI ISTANTANEE DELLE POMPE DI CALORE

Sono riferite a ben determinate condizioni di prova e individuate con i seguenti coefficienti:

#### Coefficiente [ $\epsilon$ ] relativo al solo compressore

È dato dal rapporto fra il **calore ceduto al fluido caldo** e l'**energia richiesta dal compressore**.

$$\epsilon = \frac{Q_c}{W_{\text{compressore}}}$$



In pratica, indica la **potenza termica ottenibile assorbendo 1 kW di elettricità** per far funzionare il compressore.

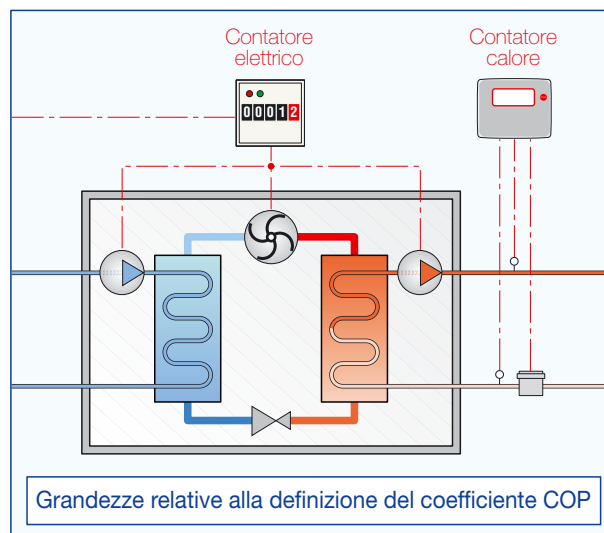
Ad esempio, se  $\epsilon$  è uguale a 4, vuol dire che da 1 kW elettrico se ne ottengono 4 di potenza termica.

I valori di  $\epsilon$  dipendono principalmente dal salto termico fra sorgente fredda e fluido caldo: **più piccolo è tale salto e maggiore è il valore di  $\epsilon$ , cioè la resa della pompa di calore**. Cosa d'altra parte assai ovvia in quanto è certamente più facile trasportare calore da 10 a 30°C, piuttosto che da 10 a 50°C.

#### Coefficiente [ $COP$ : Coefficient of performance] relativo al compressore e ai mezzi ausiliari

Il suo valore (definito dalla norma EN 255) è dato dal **rapporto fra calore ceduto al fluido caldo e l'energia richiesta sia dal compressore sia dai mezzi ausiliari integrati nella pompa di calore**: dispositivi antigelo, apparecchiature di regolazione e controllo, circolatori, ventilatori.

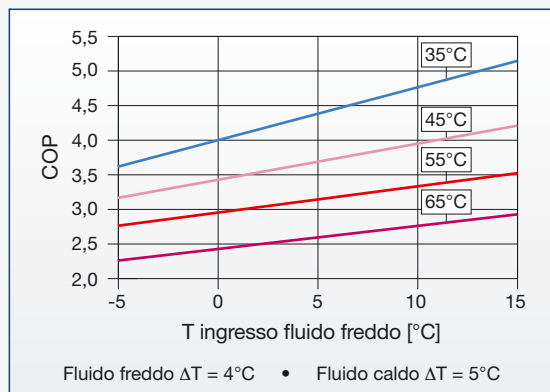
$$COP = \frac{Q_c}{W_{\text{compressore}} + W_{\text{mezzi ausiliari}}}$$



#### Note in merito ai valori di $\epsilon$ e COP

I valori di  $\epsilon$  e COP devono essere forniti dai Produttori delle pompe di calore. Il loro valore può essere dato anche mediante le due grandezze che li determinano indirettamente, vale a dire: l'energia utile e quella richiesta.

Il diagramma sotto riportato rappresenta i valori del COP relativi ad una pompa di calore acqua-acqua.



**Per evitare forme di concorrenza sleale, diversi Produttori Europei hanno adottato sistemi di prova comuni ed affidato le relative misure a laboratori indipendenti.**

## PRESTAZIONI ANNUALI DEGLI IMPIANTI A POMPA DI CALORE

Tali prestazioni sono individuate col coefficiente **COPA**, che significa **COP annuale**.

Il suo valore è dato dal rapporto fra **il calore ceduto al fluido caldo in un anno e l'energia totale richiesta per far funzionare l'impianto**.

$$COPA = \frac{Q_{\text{utile (annuale)}}}{W_{\text{totale consumata (annuale)}}$$

È quindi un coefficiente che dipende non solo dalle prestazioni della pompa di calore, ma anche dalle specifiche caratteristiche dei vari sistemi di regolazione e di distribuzione dell'energia termica. **Ed è questo, e solo questo, il coefficiente che va considerato nel calcolare i costi di gestione di un impianto a pompa di calore nonché i relativi tempi di ammortamento.**

Non è facile comunque determinare i valori del coefficiente **COPA** in quanto dipendono da diverse variabili spesso assai indefinite, quali ad esempio:

- le variazioni di temperatura della sorgente fredda;
- il sistema di distribuzione e i terminali utilizzati;
- il tipo di regolazione che gestisce l'impianto;
- il tipo di regolazione che gestisce la pompa di calore.

Ha un ruolo molto importante anche **il numero di attivazioni e disattivazioni del compressore.**

Nelle fasi di attivazione, infatti, la pompa di calore si comporta come un motore che deve scaldarsi. Pertanto, in tali fasi, i suoi COP sono assai inferiori a quelli di riferimento, ottenuti con prove di laboratorio svolte a regime e in condizione ideali.

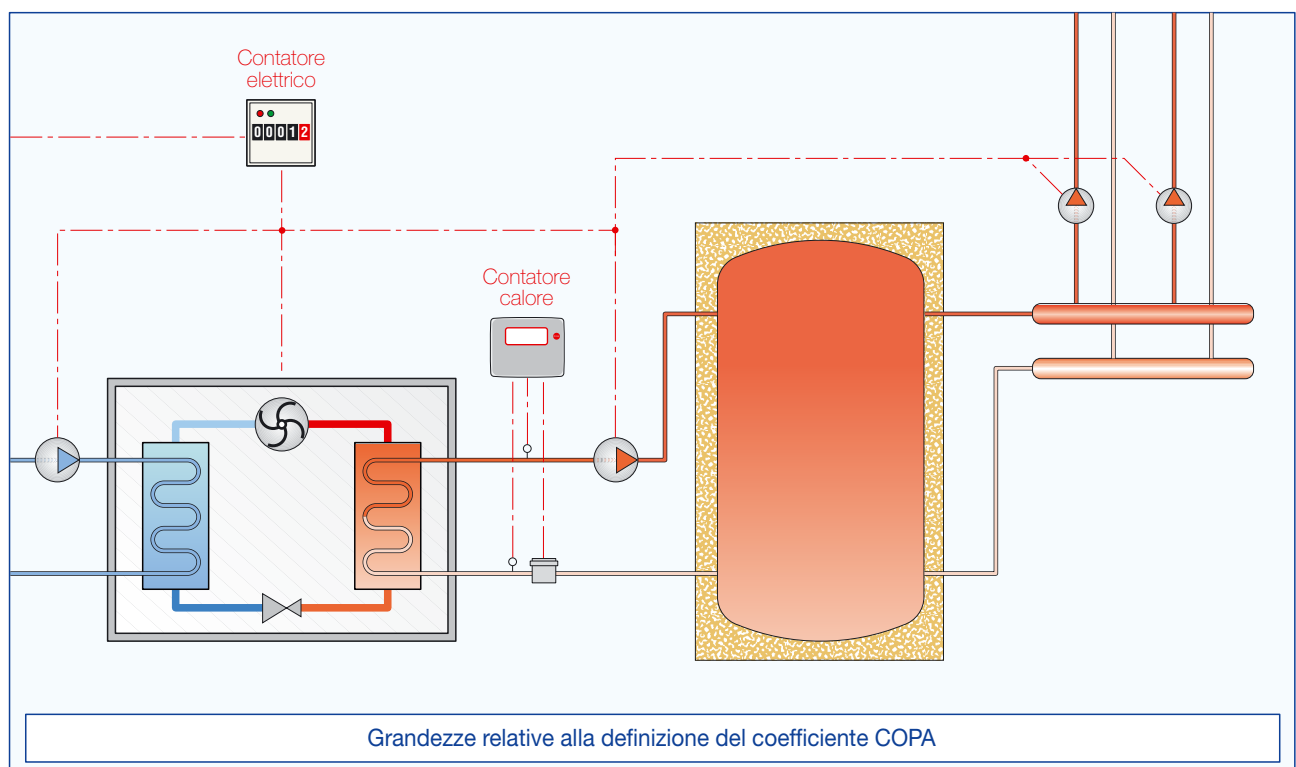
Per determinare i valori del coefficiente COPA sono attualmente disponibili formule e software che tuttavia qui non riporteremo per la loro complessità.

È auspicabile, in ogni caso, che presto si possa contare su un metodo di valutazione ufficialmente riconosciuto ed è **indispensabile per poter evitare valutazioni soggettive, e quindi contestabili, nel redigere la certificazione energetica degli edifici con pompe di calore.**

Per un approfondimento di questo tema, e nello stesso tempo per un salutare confronto con dati reali, può essere significativo consultare il sito *www.wallonie.be*: sito della Vallonia (regione del Belgio) dedicato all'uso razionale delle energie alternative.

In tale sito è possibile **trovare misure dirette e continuamente aggiornate di coefficienti COPA** relativi ad impianti di riscaldamento che servono complessi edilizi ad uso civile.

La campagna di misure, **condotta dalla Faculté Polytechnique di Mons**, è un ottimo esempio di didattica ancorata a problemi concreti ed attuali, nonché di collaborazione fra il mondo della scuola e quello del lavoro.



## SORGENTI DI CALORE UTILIZZABILI

Per alimentare il lato freddo delle pompe di calore si possono utilizzare diversi tipi di sorgente. La scelta **dipende essenzialmente dai seguenti aspetti e fattori:**

- le caratteristiche dell'ambiente esterno,
- le possibili limitazioni d'ordine normativo,
- le prestazioni richieste,
- il costo dell'impianto,
- i tempi di ritorno del maggior investimento.

Di seguito esamineremo le sorgenti normalmente utilizzate e le loro caratteristiche principali.

### ARIA

Come sorgente di calore può essere utilizzata sia l'**aria esterna** sia l'**aria interna di ricambio**.

L'**aria esterna** è sempre disponibile, non richiede mezzi di captazione costosi e per il suo uso non servono autorizzazioni. Tuttavia con temperature al di sotto dei 5-6°C, le prestazioni delle pompe di calore si abbassano molto e può essere necessario **adottare sistemi integrativi del calore**.

Per l'**aria di ricambio** (normalmente disponibile a circa 20°C) non esistono gli inconvenienti di cui sopra, è però disponibile solo in quantità limitate.

### ACQUE DI SUPERFICIE

Anche le acque del mare, dei laghi, dei corsi d'acqua e degli stagni possono essere utilizzate come sorgenti di calore. Va però considerato che, nei mesi più freddi, queste acque possono trovarsi a temperature molto basse e anche gelare.

Pertanto, come nel caso dell'aria esterna, **il loro uso può richiedere sistemi integrativi del calore**.

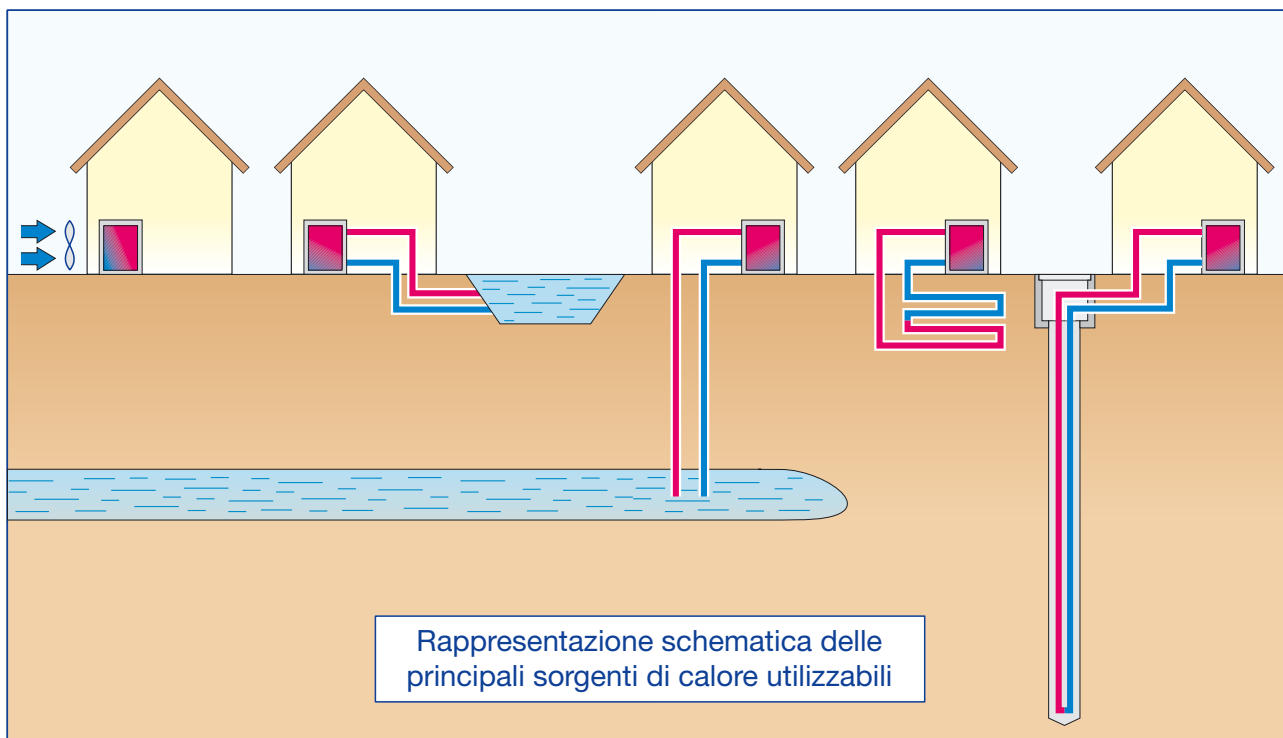
### SOTTOSUOLO

Nel sottosuolo si trova accumulata una notevole quantità di energia, di origine soprattutto solare e geotermica.

L'**energia solare** è accumulata a bassa profondità, mentre l'**energia geotermica** è prevalentemente accumulata nelle zone più profonde.

L'energia del sottosuolo può essere utilizzata con l'aiuto dei seguenti mezzi:

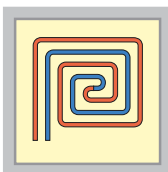
- ☐ **Acque di falda**
- ☐ **Collettori orizzontali**  
sono realizzati con tubi in materiale plastico e derivano calore da bassa profondità.
- ☐ **Sonde verticali**  
sono realizzate inserendo tubi in materiale plastico in fori profondi 100-200 m.
- ☐ **Pali energetici**  
sono realizzati inserendo tubi in materiale plastico nei pali di cemento delle fondazioni.



## IMPIANTI DI RISCALDAMENTO UTILIZZABILI CON POMPE DI CALORE

Abbiamo già visto che le prestazioni delle pompe di calore aumentano col diminuire della differenza di temperatura fra la sorgente fredda e il fluido caldo. **Pertanto è bene riscaldare con basse temperature.** In relazione a tale aspetto, i normali impianti di riscaldamento presentano i seguenti vantaggi e svantaggi:

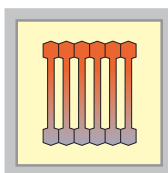
### Impianti a pannelli radianti



Sono impianti che consentono un buon utilizzo delle pompe di calore in quanto **funzionano a basse temperature.**

È bene comunque abbassare il più possibile tali temperature. Il che si può ottenere adottando pannelli con piccoli interassi (10-15 cm).

### Impianti a radiatori



Sono impianti adottabili **dove non è possibile utilizzare i pannelli.**

Può essere, ad esempio, il caso di ristrutturazioni o di interventi di tipo conservativo.

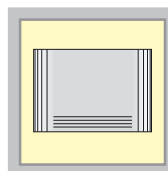
Il principale limite degli impianti a radiatori è dovuto al fatto che per poter funzionare

a basse temperature **richiedono soluzioni molto ingombranti.**

Ad esempio, se un radiatore a 80°C (temperatura media) emette 1.000 kcal/h, a 45°C ne emette solo 320, il che porta a notevoli sovradimensionamenti.

**Un altro limite è dovuto all'impossibilità di raffreddare coi radiatori.**

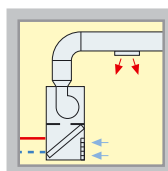
### Impianti a ventilconvettori



Questi impianti sono normalmente utilizzati per climatizzare uffici, negozi, alberghi, case di cura.

I ventilconvettori usati con pompe di calore devono essere comunque **in grado di poter funzionare a basse temperature** (40-45°C). Inoltre, se installati in camere, vanno adottati modelli con ventilatori a bassa rumorosità.

### Impianti ad aria



Sono impianti che possono essere **realizzati con pompe di calore aria-aria o aria-acqua.**

Nel primo caso la pompa di calore **alimenta direttamente i canali di distribuzione interna dell'aria.**

Nel secondo caso, invece, la pompa di calore fornisce l'acqua calda che **serve ad alimentare una centrale di trattamento aria.**

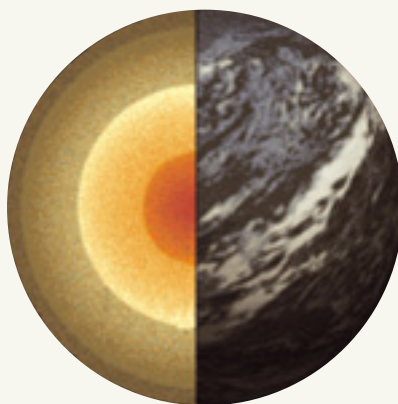
## GEOTERMIA

È la scienza (dal greco terra e calore) che si occupa del calore accumulato nel sottosuolo: calore che ha origine principalmente **dal decadimento di sostanze radioattive presenti nelle rocce.**

Questo calore è in grado di mantenere, all'interno della terra, temperature che mediamente crescono con la profondità di circa 30°C ogni 1.000 m e che, **nel nucleo centrale, superano i 6.500°C.**

Le variazioni di temperatura con la profondità non sono tuttavia sempre costanti, **specie se le configurazioni geologiche del terreno sono come quelle che danno origine alle acque termali, alle fumarole e ai soffioni caldi.**

L'energia geotermica può essere utilizzata in vari modi ed è normalmente così classificata:



### Geotermia ad alta energia

Utilizza acqua surriscaldata e vapori a più di 180°C e serve a produrre direttamente energia elettrica.

Il primo impianto di questo tipo è stato realizzato a Larderello (Pisa) nel 1906.

### Geotermia a media energia

Utilizza acqua surriscaldata e vapori a temperature comprese fra 100 e 180°C. Con l'aiuto di un fluido intermedio serve a produrre energia elettrica.

### Geotermia a bassa energia

Utilizza calore a temperature comprese fra 30 e 100°C.

Serve per il teleriscaldamento, per stabilimenti termali e per processi tecnologici.

### Geotermia a energia molto bassa

Utilizza calore a temperature inferiori a 30 °C e serve soprattutto ad alimentare pompe di calore.

## RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO CON POMPE DI CALORE

Gli impianti a pompa di calore possono essere **utilizzati non solo per riscaldare ma anche per raffrescare.**

Il raffrescamento può essere ottenuto sia con **pompe di calore reversibili** sia con **sistemi diretti**: vale a dire con sistemi che consentono di utilizzare direttamente le sorgenti fredde.

### POMPE DI CALORE REVERSIBILI

Sono pompe che consentono di invertire il **senso di circolazione del fluido intermedio** e quindi il **senso del flusso di calore scambiato.**

Sono pertanto pompe in grado di **produrre sia il caldo che il freddo.**

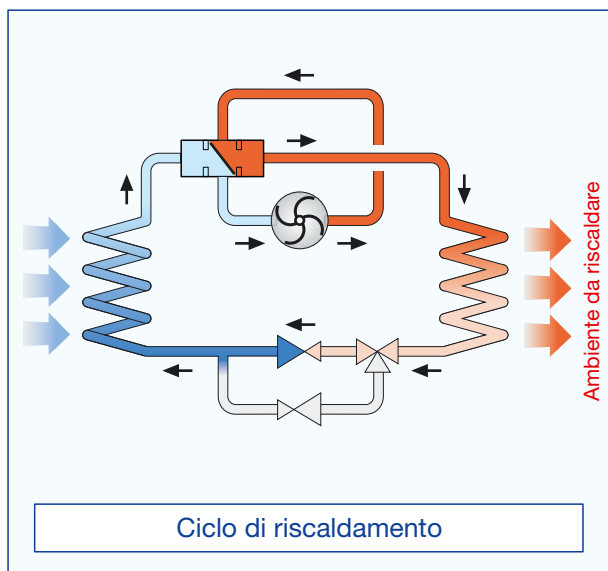
Il senso di circolazione è invertito con l'aiuto dei seguenti componenti:

- una **valvola deviatrice a 4 vie** posta a monte del compressore;
- una **valvola deviatrice a 3 vie** posta sul tratto di circuito dove viene fatto espandere il fluido;
- una **seconda valvola di espansione.**

Tali componenti agiscono nel seguente modo:

#### Attivazione del ciclo di riscaldamento

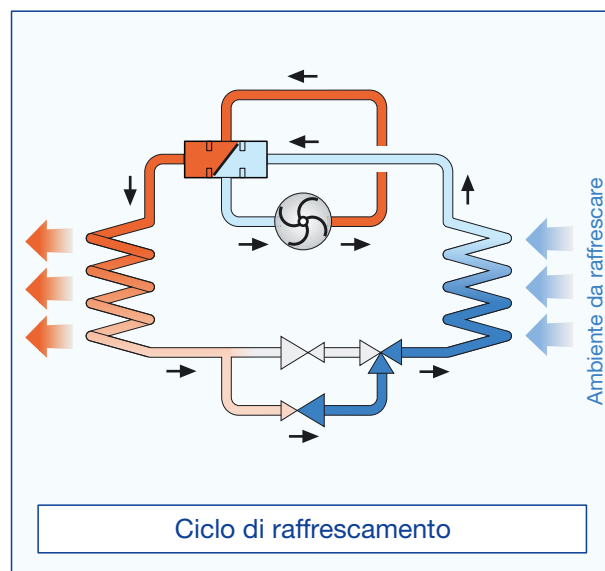
Le valvole deviatrici, a 3 e a 4 vie, mandano in apertura le vie che consentono un ciclo di lavoro simile a quello in precedenza descritto a pagina 7. Con tale ciclo **il fluido intermedio toglie calore alla sorgente fredda e lo cede al fluido caldo.**



#### Attivazione del ciclo di raffrescamento

Le valvole deviatrici, a 3 e a 4 vie, mandano in apertura le vie che consentono (pur mantenendo inalterato il senso di rotazione del compressore) di invertire il ciclo di lavoro attuato nella fase di riscaldamento.

In questo caso, **il fluido intermedio toglie calore al fluido dell'impianto di raffrescamento e lo cede alla sorgente esterna.**



### RAFFRESCAMENTO DIRETTO

È realizzabile con le sorgenti esterne (ad esempio quelle geotermiche o ad acqua di superficie) **che nel periodo estivo si trovano a temperature relativamente basse.**

I disegni della pagina a lato rappresentano un possibile modo di riscaldare con pompa di calore e di raffrescare direttamente con la sorgente fredda.

#### Fase di riscaldamento

La valvola A devia il fluido proveniente dalla sorgente fredda verso la pompa di calore, mentre la valvola B apre le vie che collegano la pompa di calore ai terminali dell'impianto.

#### Fase di raffrescamento

La valvola A devia il fluido proveniente dalla sorgente fredda verso lo scambiatore di calore, mentre la valvola B apre le vie che collegano lo scambiatore di calore ai terminali dell'impianto. Naturalmente, in questa fase, **l'impianto deve poter contare su adeguati sistemi di regolazione e di deumidificazione.**



## TEMPERATURE MASSIME OTTENIBILI CON LE POMPE DI CALORE

Le pompe di calore ad uso civile possono essere suddivise in due classi: la prima comprende pompe in grado di funzionare fino a 55°C, la seconda fino a 65°C.

### Temperatura massima = 55°C

La maggior parte delle pompe di calore attualmente disponibili presenta questo limite, dovuto essenzialmente alle caratteristiche fisiche e chimiche dei fluidi intermedi utilizzati.

È un limite che non comporta problemi negli impianti dove i terminali funzionano a bassa temperatura e dove l'acqua calda sanitaria è richiesta a non più di 48-50°C.

Lo stesso limite, invece, non consente soluzioni (a meno di ricorrere a sistemi integrativi del calore) nelle ristrutturazioni dove i terminali sono stati dimensionati a temperature medio-alte.

Non consente soluzioni neppure dove sono richieste temperature dell'acqua sanitaria oltre i 52-53°C: ad esempio per servire le cucine e le lavanderie di comunità, oppure per effettuare trattamenti termici antilegionella.

In questi casi può essere conveniente ricorrere a pompe di calore appositamente realizzate per funzionare fino a 65°C.

### Temperatura massima = 65°C

Questo limite può essere conseguito con l'aiuto di due artifici: il primo ottenibile con un prelievo e una successiva reiniezione di vapore nel normale ciclo di lavoro (il sistema è detto **EVI** *Enhanced Vapour Injection*), il secondo effettuando due cicli di lavoro fra loro collegati in cascata.

#### Sistema EVI

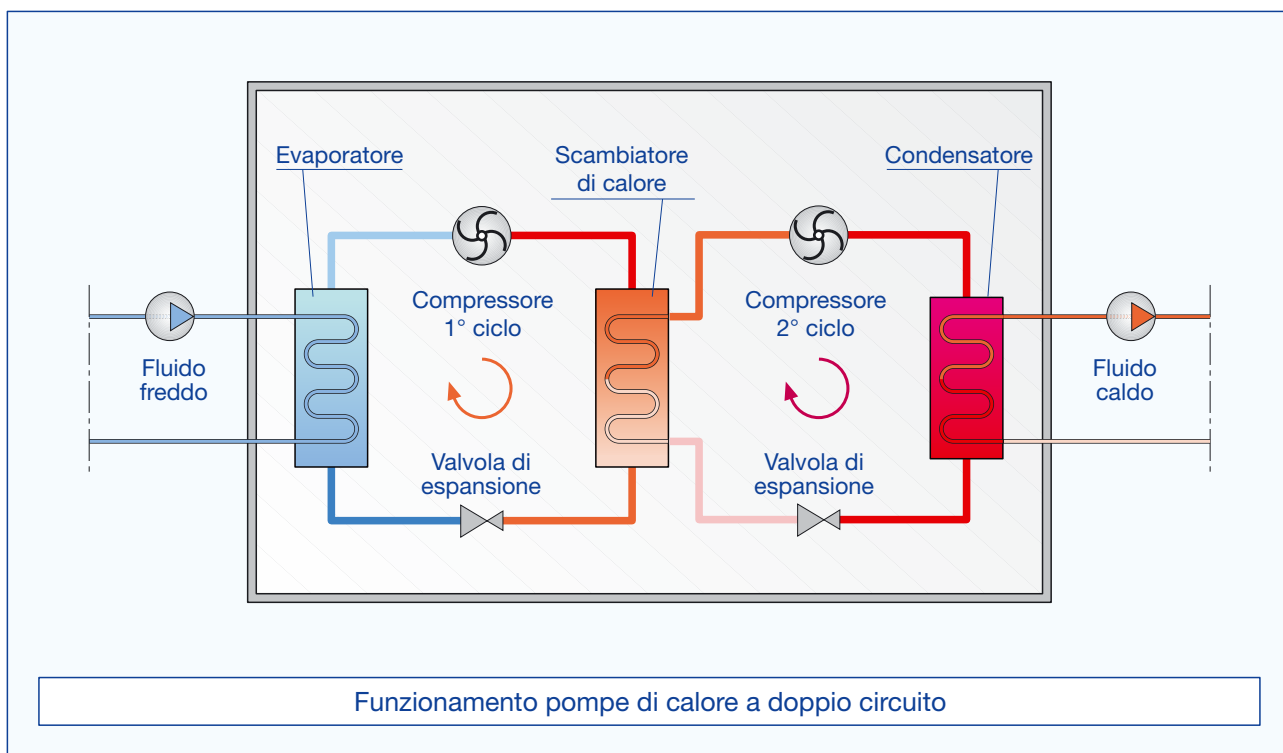
Si realizza prelevando una piccola parte del fluido intermedio a valle del condensatore. Questo fluido è dapprima fatto espandere e poi fatto passare attraverso uno scambiatore supplementare. Infine è immesso direttamente nel compressore.

Un simile artificio fa aumentare il salto termico del fluido intermedio e quindi la temperatura a cui è possibile portare il fluido caldo.

#### Sistema a doppio ciclo di lavoro

Il doppio circuito di lavoro è ottenuto con due circuiti semplici fra loro collegati come nel disegno sotto riportato.

In pratica, così disposti, i due circuiti si dividono il compito di incrementare il salto termico fra la sorgente e il fluido caldo.



## PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

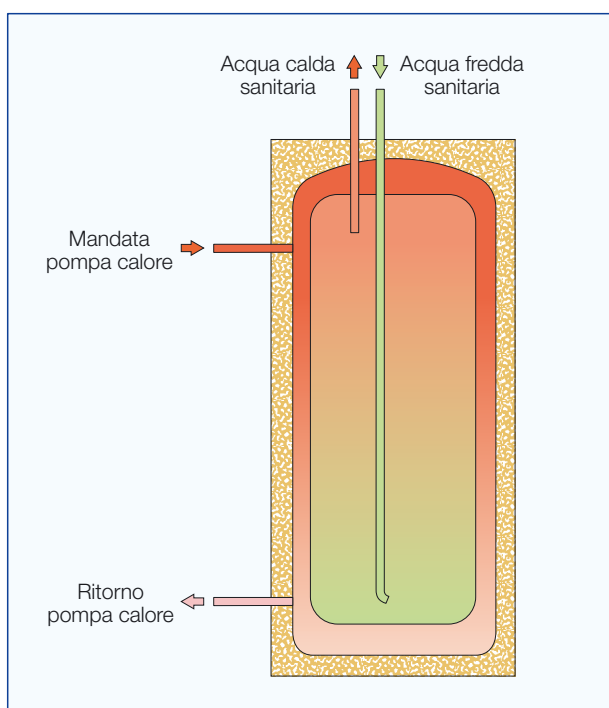
In merito, gli aspetti più importanti da considerare sono questi:

- la **necessità di produrre acqua calda con bassi salti termici del fluido primario**, specie con pompe di calore che non superano i 55°C;
- l'**esigenza di evitare continue attivazioni e disattivazioni** del compressore;
- la **possibilità di sfruttare in modo adeguato le fasce orarie a tariffa ridotta**.

Aspetti questi che portano a privilegiare l'uso di bollitori con **elevate superfici di scambio**.

### Bollitori a camicia

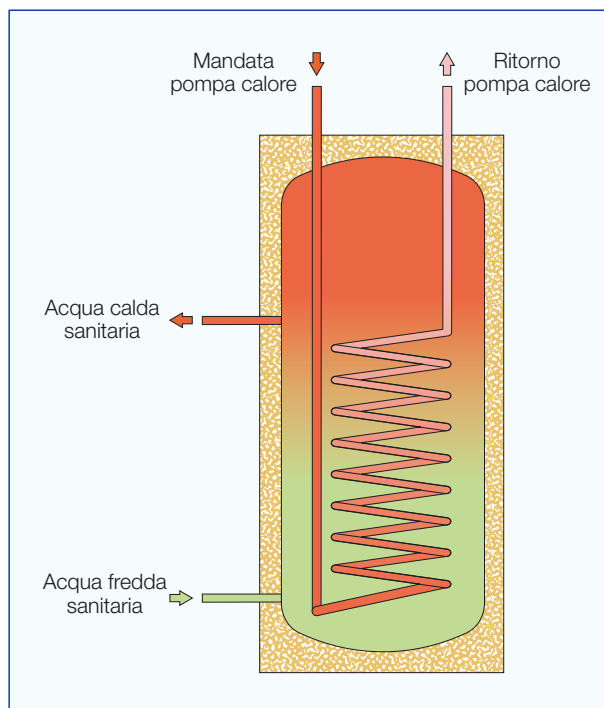
Sono **bollitori a doppio serbatoio** (da non confondersi con quelli ad intercapedine) **che garantiscono un'ampia superficie di scambio termico**.



### Bollitori a serpentini con elevata superficie

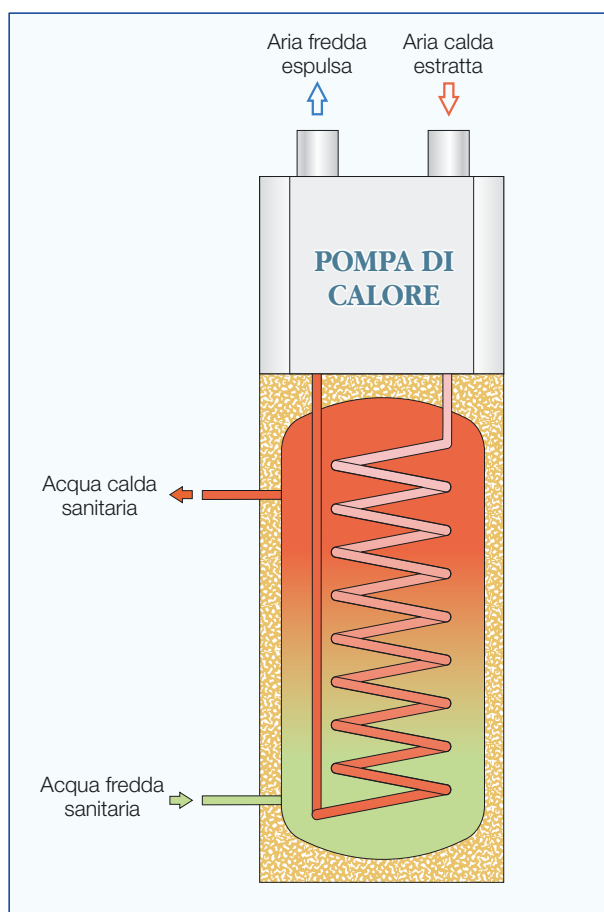
In pratica sono gli stessi bollitori usati per il **solare**. Anche per gli impianti solari, infatti, c'è l'esigenza di scambiare calore con bassi salti termici.

Per evitare soluzioni con perdite di carico troppo elevate è consigliabile evitare bollitori i cui serpentini sono realizzati con tubi troppo piccoli.



### Bollitori con pompa di calore integrata

Per la produzione di acqua calda sanitaria sono disponibili anche bollitori direttamente abbinati a pompe di calore ad aria, in genere estratta dai locali di servizio.



## BOLLITORI INTERPOSTI FRA POMPE DI CALORE E TERMINALI

Questi bollitori, più brevemente chiamati **bollitori tampone**, hanno essenzialmente due funzioni: quella di **separazione idraulica** e quella di **volano termico**.

La **separazione idraulica** serve a rendere fra loro indipendenti le portate della pompa di calore da quelle dei terminali.

Pompe di calore e terminali, possono infatti avere esigenze termiche ed idrauliche assai diverse fra loro, specie quando la regolazione dei terminali è del tipo a portata variabile.

La funzione **volano termico** serve, invece, a ridurre gli avviamenti delle pompe di calore. Serve quindi a migliorare le loro prestazioni e a ridurre l'usura dei vari componenti.

I **bollitori tampone** possono essere dimensionati considerando:

20÷25 l per ogni kW fornito dalla pompa di calore per impianti a **pannelli radianti**

40÷45 l per ogni kW fornito dalla pompa di calore per impianti a **radiatori e ventilconvettori**

Specie se sovradimensionati, questi bollitori **possono servire anche ad accumulare calore nelle fasce orarie a tariffa ridotta**.

## COMPONENTI DEI CIRCUITI CHIUSI CHE ALIMENTANO LE POMPE DI CALORE

È bene realizzare i circuiti chiusi che alimentano le pompe di calore con i seguenti componenti:

### Collettori del fluido freddo

Possono essere installati sia all'esterno (in appositi pozzetti ispezionabili) sia all'interno. Se non ci sono problemi di spazio, l'installazione interna è da preferire in quanto rende più facili i controlli ed eventuali interventi di manutenzione.

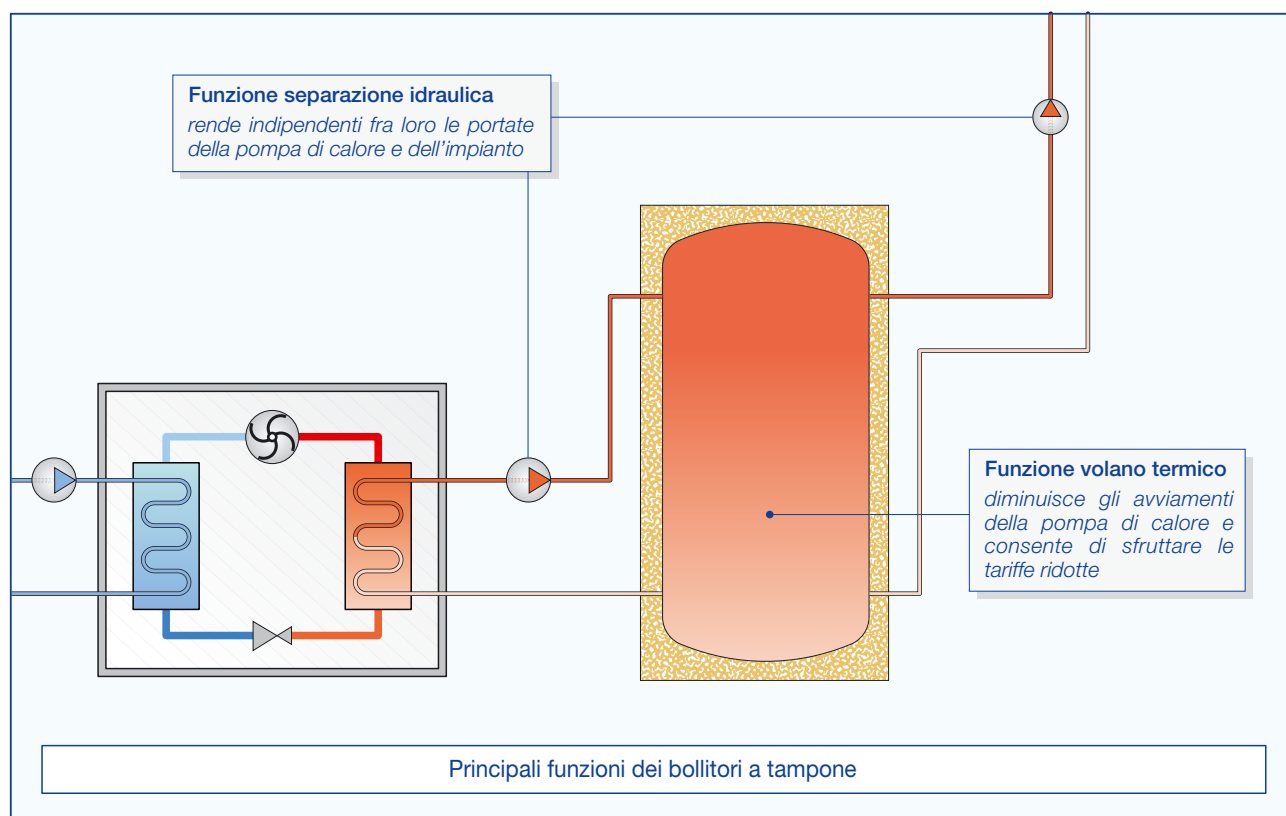
**Ogni derivazione esterna collegata a questi collettori deve essere intercettabile e dotata di regolatori di portata.**

### Termometri

Servono a verificare la temperatura del fluido derivato dalla sorgente e il salto termico indotto dalla pompa di calore.

### Idrometri

**Servono a verificare la pressione del circuito e le perdite di carico dell'evaporatore e del filtro.** Se tali perdite sono troppo elevate l'evaporatore, il filtro o entrambi questi componenti devono essere puliti.



### Vaso di espansione

Serve per mantenere entro limiti accettabili i possibili aumenti di pressione dovuti a variazioni di temperatura del fluido.

### Valvola di sicurezza

Serve per evitare l'insorgere di pressioni troppo elevate nei circuiti: pressioni che potrebbero pregiudicare l'integrità e la funzionalità dei vari componenti.

### Separatore d'aria

**È richiesto per eliminare i pericoli connessi alla presenza di aria immessa nel circuito in fase di riempimento dell'impianto.**

Ad esempio 1 m<sup>3</sup> d'aria, a 10°C e 2 bar, contiene in esso disciolti 45 litri d'aria. A 20°C ne contiene solo 35, gli altri 10 sono liberati sotto forma microbolle. E in merito va considerato che per **eliminare le microbolle non bastano le normali valvole di sfogo**. Servono bensì dispositivi capaci sia di favorire la formazione di microbolle sia la loro aggregazione fino a formare bolle eliminabili con le valvole di sfogo a galleggiante.



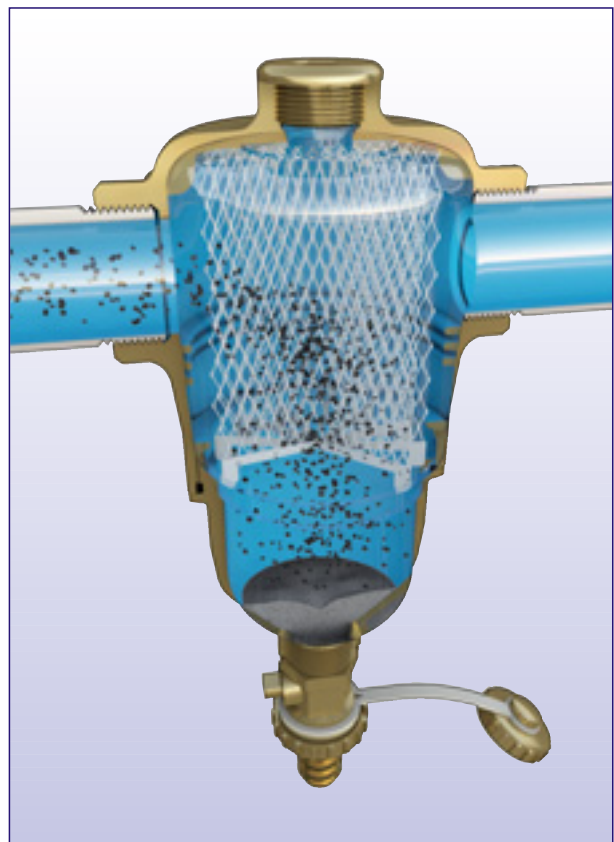
Una pompa di calore che funziona senza disaeratore può essere rumorosa e provocare una forte usura dei circolatori. Ma soprattutto può limitare la capacità di scambio dell'evaporatore, **compromettendone il funzionamento.**

### Separatore d'impurità

È richiesto soprattutto per **evitare l'accumulo di impurità nell'evaporatore**. A tal fine possono essere utilizzati **sia filtri ad Y sia separatori a gravità**.

I filtri ad Y hanno **elevate perdite di carico e difficoltà ad eliminare le piccole particelle sospese**. Inoltre si **sporcano facilmente** e per la loro pulizia **richiedono lo smontaggio del filtro stesso**.

**I separatori a gravità** (detti anche **defangatori**) hanno invece basse perdite di carico, possono eliminare particelle sospese anche molto piccole, e possono essere puliti semplicemente aprendo il loro rubinetto di fondo.



### Altri componenti

- **Rubinetto di carico e scarico,**
- **Valvole di intercettazione,**
- **Giunti antivibranti** per impedire la trasmissione di vibrazioni dalla pompa di calore al circuito.

### Isolamento dei tubi e dei principali componenti

Per le **basse temperature in gioco è necessario realizzare un adeguato isolamento termico** di tutti quei componenti che possono dar luogo a **formazione di condensa.**

## MESSA IN OPERA DELLE POMPE DI CALORE

I principali aspetti da considerare riguardano la rumorosità e l'ubicazione della pompa di calore.

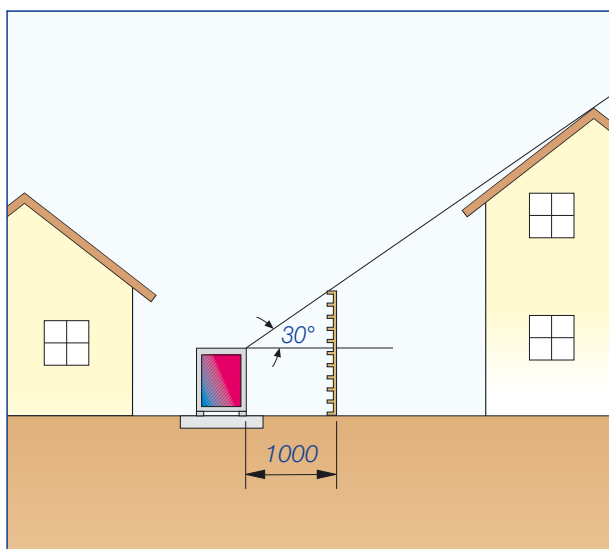
### Rumorosità delle pompe di calore

Va considerato che le pompe di calore possono essere molto rumorose, specie **quelle ad aria e quelle previste per installazioni esterne**. Pertanto possono recar disturbo sia all'edificio servito sia agli edifici vicini.

I rumori possono trasmettersi per **via solida** e per **via aerea**.

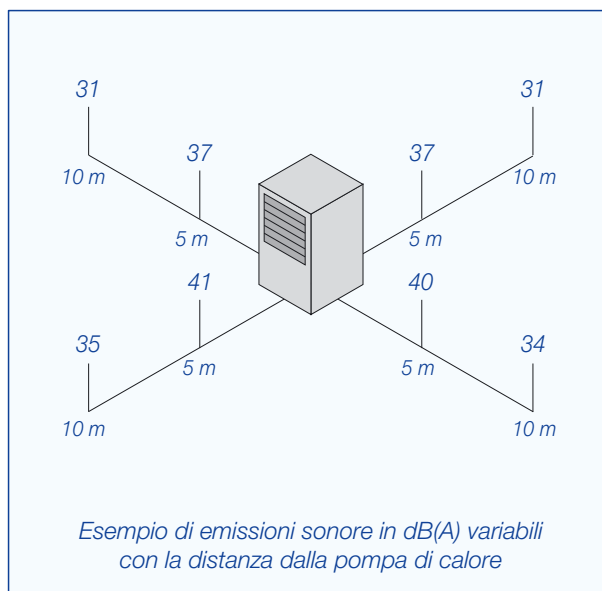
Per limitare i **rumori trasmessi per via solida** si possono installare le pompe di calore con supporti elastici e con collegamenti (ai tubi del circuito e ai canali d'aria) a giunti antivibranti.

Per quanto riguarda i **rumori trasmessi per via aerea**, vanno considerati i valori di pressione sonora forniti dai Produttori e, se necessario, devono essere adottate **misure** (ad esempio mettendo in opera barriere fonoassorbenti) **in grado di mantenere la rumorosità entro i limiti fissati dalle norme**.



In merito ai valori di pressione sonora, alcuni Produttori **danno valori variabili in relazione all'orientamento della pompa di calore e alla distanza dalla stessa**. E questo senz'altro facilita il lavoro del Progettista.

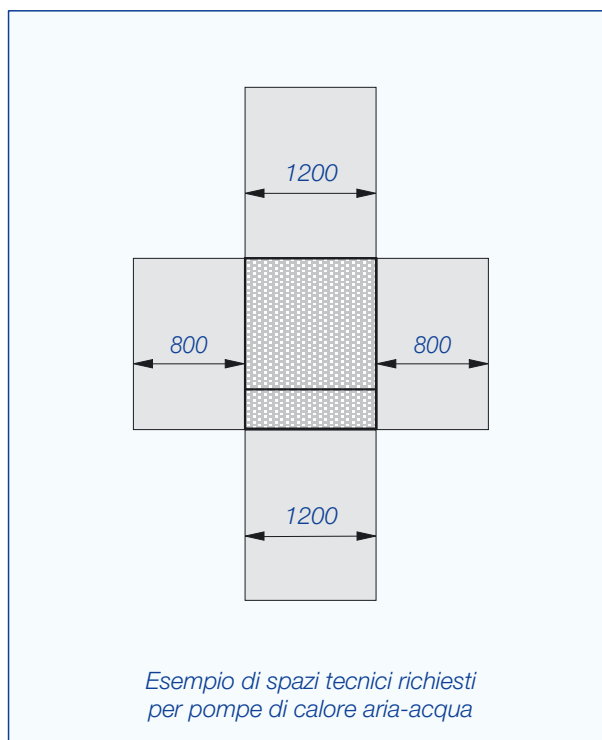
Se viene, invece, fornito un solo dato bisogna applicare le leggi che consentono di determinare come le pressioni sonore variano con la diffusione in aria libera.



### Installazione esterna

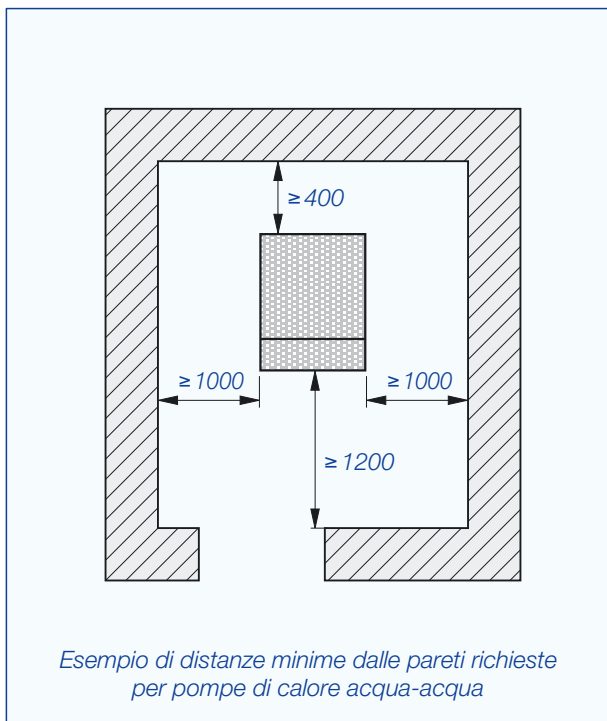
È un tipo di installazione quasi esclusivamente riservato alle pompe di calore del tipo aria-aria e aria-acqua, specificatamente realizzate per questo tipo di installazione.

Le pompe di calore da esterno devono essere **poste in opera, con supporti antivibranti, su superfici piane e rigide**, rispettando gli spazi tecnici minimi richiesti dal costruttore.

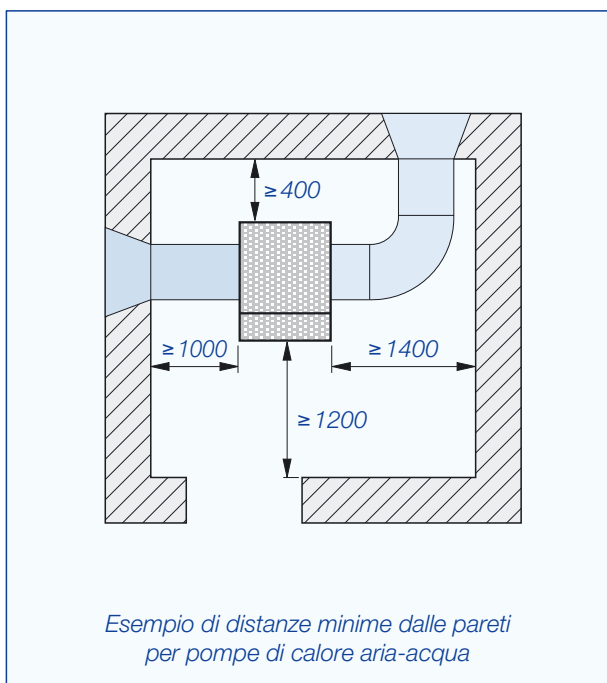


### Installazione in locali tecnici

I locali tecnici riservati alle pompe di calore devono essere **protetti dal gelo ed assicurare un accesso agevole** nonché il rispetto degli spazi richiesti dal Costruttore.



Con pompe di calore che utilizzano l'aria esterna, le bocche di ripresa e di espulsione **non vanno poste sulla stessa parete del locale** per evitare cortocircuitazioni dell'aria. Se ciò non è possibile vanno adottati particolari accorgimenti.

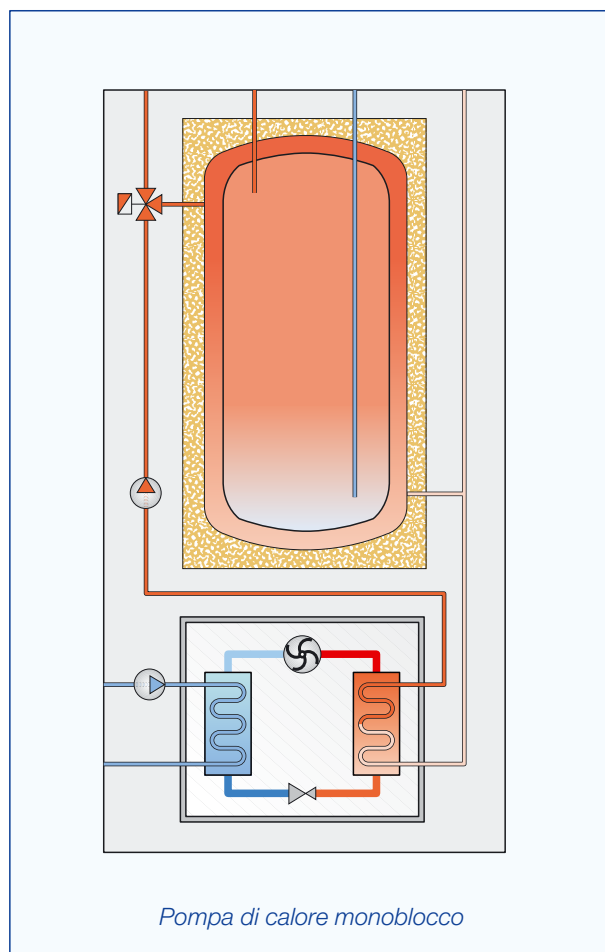


Le pareti e i solai del locale tecnico possono essere isolati con pannelli fonoassorbenti nel caso in cui l'indice di rumorosità della pompa di calore sia troppo elevato.

### Installazione in locali interni

Nei locali interni (ad esempio cucine e vani di servizio) **possono essere poste in opera solo pompe di calore espressamente realizzate per questo tipo di installazione.**

In genere sono pompe di calore preassemblate con un bollitore che serve da tampone e per produrre acqua calda sanitaria.



In genere è bene evitare di porre in opera queste pompe in locali che confinano con le camere. Comunque, se non ci sono alternative, si può ricorrere all'isolamento acustico dei muri o delle tramezze.

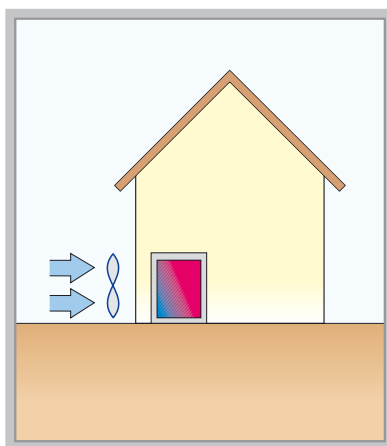
# IMPIANTI A POMPA DI CALORE CON SORGENTE FREDDA AD ARIA

Gli impianti che derivano energia termica dall'aria possono essere realizzati con **pompe di calore aria-aria e aria-acqua**.

Queste pompe, a meno di modelli speciali ad elevato isolamento acustico, sono **assai rumorose in quanto devono trattare elevate quantità d'aria**: un fluido che non trasporta bene il calore.

Ad esempio, a pari salto termico, per derivare il calore ottenibile da 1 m<sup>3</sup> d'acqua sono necessari circa 3.500 m<sup>3</sup> di aria.

Bisogna quindi considerare molto attentamente questo aspetto, e, se è necessario, prevedere barriere fonoassorbenti (ved. pag.18).



Dato il limitato costo delle pompe di calore ad aria e il fatto che **esse non richiedono mezzi impegnativi per la captazione del calore**, va anche considerata la possibilità di **trasformare i normali impianti a radiatori in sistemi bivalenti**, ad esempio in casi di ristrutturazione.

Naturalmente ciò può convenire solo quando la pompa di calore può sfruttare un campo di lavoro sufficientemente ampio.

Il disegno sotto riportato indica

come è possibile determinare, per via grafica, l'estensione di tale campo in funzione delle variabili:

- $t_e$  temperatura di progetto aria esterna,
- $t_c$  temperatura di progetto corpi scaldanti,
- $t_p$  temperatura di funzionamento pompa calore.

In particolare, nel caso considerato la pompa di calore può lavorare in modo autonomo da 20 a circa 8°C.

## IMPIANTI AD ARIA ESTERNA

Come già accennato, **se la temperatura dell'aria esterna scende sotto i 5-6°C**, i fattori di resa, e quindi la potenza disponibile, delle pompe di calore diminuiscono sensibilmente. In relazione a tale limite, si possono adottare i seguenti tipi d'impianto:

### Impianti monovalenti

Il fabbisogno termico è dato **solo dalla pompa di calore**. Sono impianti realizzabili in zone con temperature esterne di progetto superiori a 5-6°C.

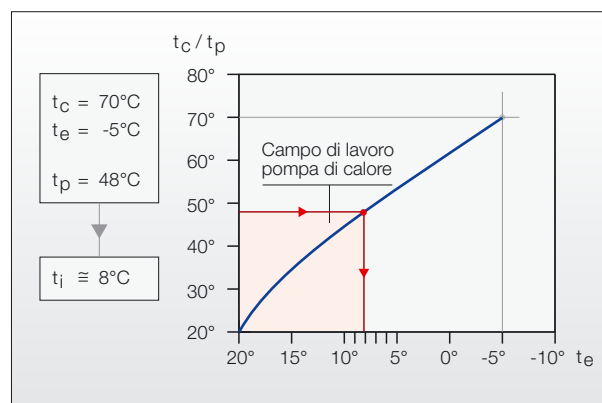
### Impianti monoenergetici

Il fabbisogno termico è dato **da una pompa di calore e da una resistenza elettrica**. Sono impianti realizzabili in zone con temperature esterne di progetto superiori a 2-3°C.

### Impianti bivalenti

Il fabbisogno termico è dato dalla **pompa di calore e da una caldaia di supporto**. Sono impianti realizzabili in zone con temperature esterne di progetto inferiori a 2-3°C.

La caldaia è regolata in modo da intervenire solo quando la temperatura dell'aria esterna scende al di sotto di 5-6°C. Quando è attivata la caldaia è bene disattivare la pompa di calore per evitare che essa lavori con fattori di resa troppo bassi.



## IMPIANTI CON ARIA DI RINNOVO

Attualmente questi impianti, per il poco calore ricavabile dall'aria di rinnovo, servono soprattutto **per produrre acqua calda sanitaria**.

Tuttavia è probabile che, in futuro, possano provvedere da soli **al fabbisogno termico delle case passive**: vale a dire delle case con dispersioni termiche inferiori a 10 W/m<sup>2</sup>.

## Impianto bivalente a pompa di calore aria-acqua

(schema funzionale)

L'impianto è costituito essenzialmente da:

- una pompa di calore aria-acqua,
- una caldaia murale,
- un bollitore a camicia,
- un circuito per servire i terminali.

Il bollitore a camicia è utilizzato **sia come tampone sia per produrre acqua calda sanitaria**.

I terminali sono serviti da un circuito la cui pompa è asservita ad un termostato ambiente.

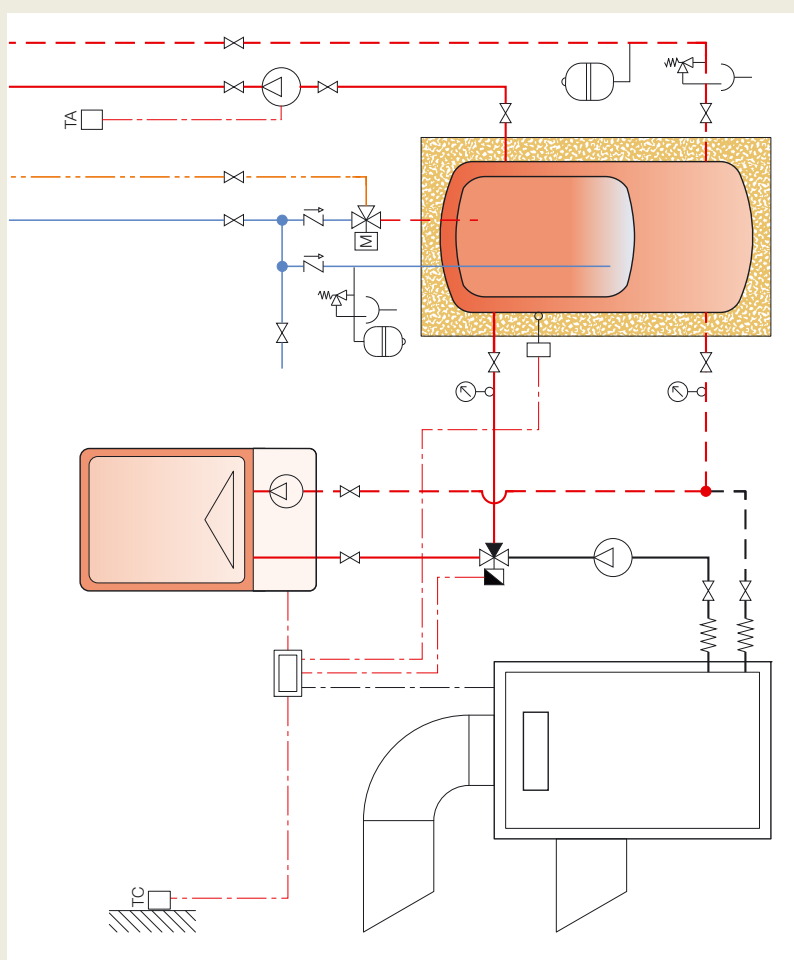
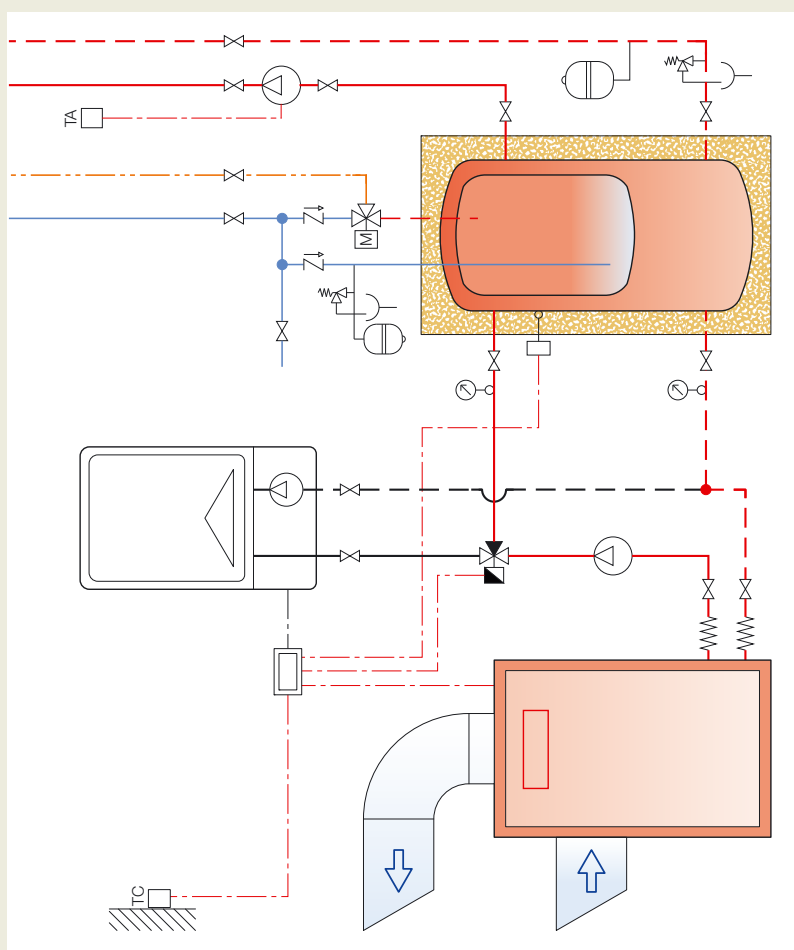
L'impianto funziona con **pompa di calore attivata** e caldaia disattivata, quando la temperatura dell'aria

esterna (rilevata dal termostato di commutazione) **supera il valore impostato**. In tale fase, la valvola deviatrice apre la via che collega direttamente la pompa di calore al bollitore.

Per contro l'impianto funziona con **caldaia attivata** e pompa di calore disattivata, quando la temperatura dell'aria esterna **è inferiore al valore impostato**. In tale fase, la valvola deviatrice apre la via che collega direttamente la caldaia al bollitore.

Il **miscelatore termostatico** serve a regolare la temperatura dell'acqua calda sanitaria quando è prodotta dalla caldaia.

	Valvola deviatrice		Giunzione antivibrante
	Miscelatore		Valvola di ritegno
	Termostato ad immersione		Valvola di intercettazione
TC	Termostato commutazione		Valvola di sicurezza
TA	Termostato ambiente		Vaso di espansione
	Termometro		



# IMPIANTI A POMPA DI CALORE CON SORGENTE FREDDA AD ACQUA DI SUPERFICIE

Sono impianti che possono essere soggetti a vincoli di varia natura. Pertanto, se necessario, **vanno richieste e ottenute le necessarie autorizzazioni.**

Anche l'acqua di superficie, come l'aria esterna, può scendere sotto temperature che fanno diminuire sensibilmente i fattori di resa e la potenza termica ottenibili dalle pompe di calore.

In questi casi, è possibile ricorrere a soluzioni di tipo monoenergetico o bivalente (ved. pag. 20).

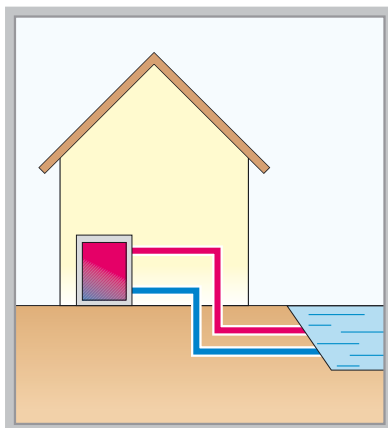
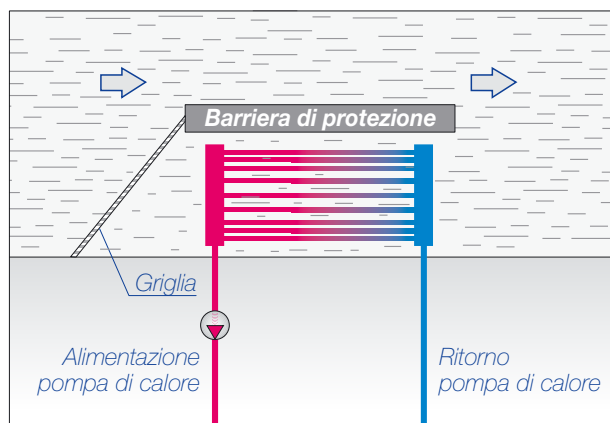
**Se l'acqua di superficie è a basse temperature, sussiste anche il pericolo di gelo nella zona dell'evaporatore,** dato che con l'espansione il fluido intermedio è portato a temperature inferiori a 0°C.

Per evitare un simile pericolo è **consigliabile interporre uno scambiatore fra la sorgente fredda e la pompa di calore,** in modo che la pompa di calore possa essere alimentata con un fluido costituito da acqua e antigelo.

## Scambiatori di calore intermedi

Con funzione antigelo possono essere utilizzati **scambiatori di calore direttamente annegati nei corsi d'acqua oppure posti in centrale termica.**

Nel primo caso si usano **scambiatori di calore del tipo a fascio tubiero,** ancorati e protetti nel letto dei corsi d'acqua.

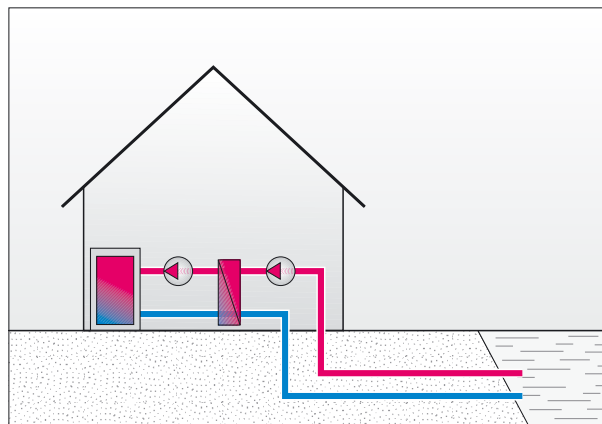


È una soluzione che assicura **bassi consumi delle pompe di circolazione ed evita il blocco degli scambiatori di calore** per impurità (temibili soprattutto nei periodi di maltempo) contenute nelle acque di superficie.

Per contro può richiedere **opere troppo costose o non ammesse** su spazi pubblici.

Nel caso, invece, di **scambiatori posti in centrale,** si utilizzano prevalentemente **scambiatori a piastre.**

Tuttavia, con acque poco pulite, può convenire anche in questo caso adottare scambiatori del tipo a fascio tubiero.



## Portate richieste

Possono essere determinate con le formule e la tabella relative alle acque di falda riportate a pag. 26.

## Impianto bivalente a pompa di calore acqua-acqua (sorgente fredda acqua di superficie)

(schema funzionale)

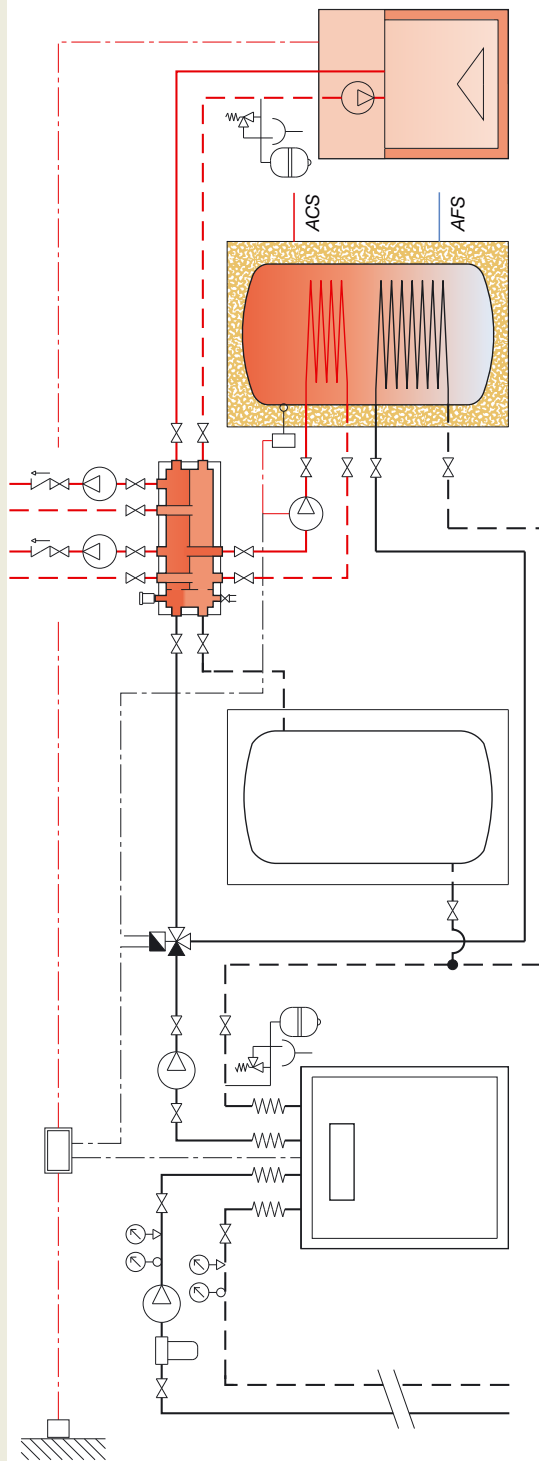
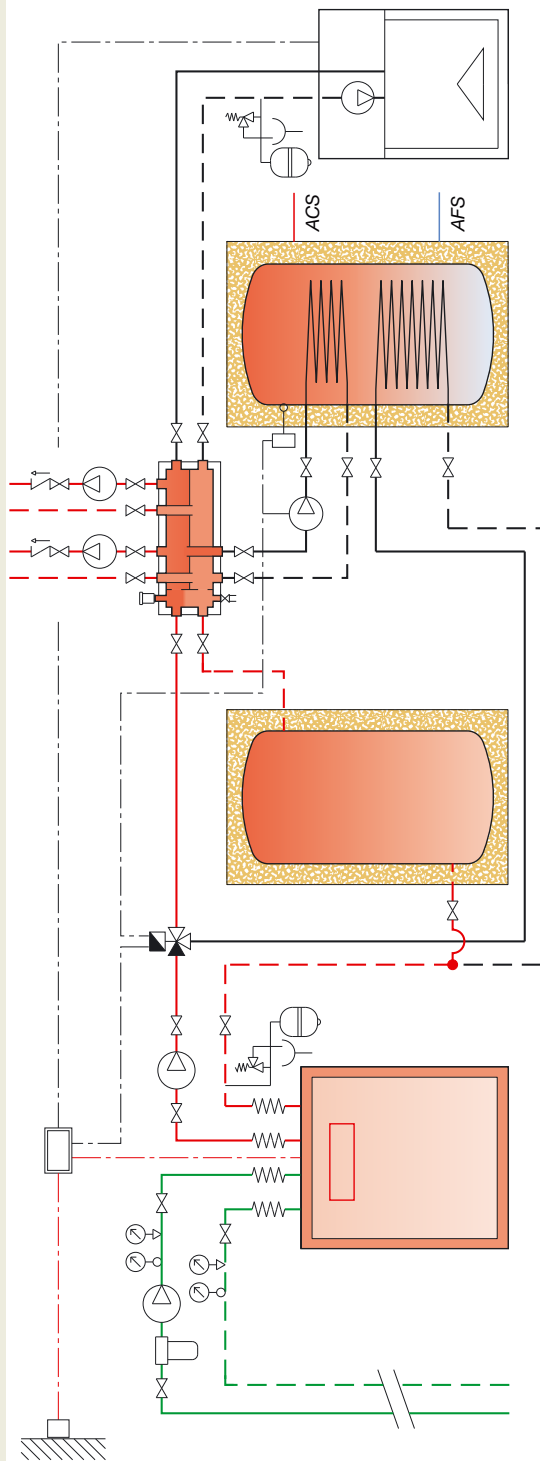
I principali componenti di questo impianto sono:

- una pompa di calore acqua-acqua,
- una caldaia a terra,
- due bollitori,
- due circuiti per terminali.

La pompa di calore e la caldaia (come schema pag. 21) sono attivate e disattivate da un termostato esterno di commutazione.

Il bollitore dell'acqua calda sanitaria è a doppio serpentino: il più grande è utilizzato dalla pompa di calore, l'altro dalla caldaia.

I terminali sono serviti da circuiti con pompa asservita a termostati ambiente.



	Valvola deviatrice
	Termostato commutazione
	Termostato ad immersione
	Termometro
	Manometro
	Filtro
	Giunzione antivibrante
	Valvola di ritegno
	Valvola di intercettazione
	Valvola di sicurezza
	Vaso di espansione

# IMPIANTI A POMPA DI CALORE CON SORGENTE FREDDA AD ACQUA DI FALDA

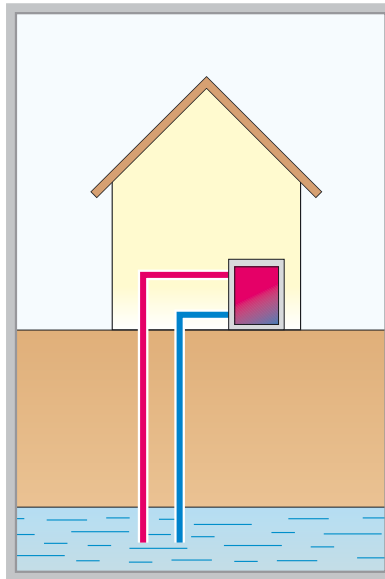
Gli impianti che derivano energia termica dall'acqua di falda sono in genere soggetti a vincoli che riguardano sia il prelievo sia lo smaltimento delle acque.

Pertanto, se necessario, **vanno richieste e ottenute le necessarie autorizzazioni.**

**L'acqua di falda è normalmente disponibile** (nel corso di tutto l'anno) **a temperature variabili da 8 a 12°C.** Gli impianti che utilizzano quest'acqua non hanno pertanto bisogno di soluzioni monoenergetiche o binomie: cioè di soluzioni atte ad integrare la potenza termica ottenibile con la sola pompa di calore.

**Prima di iniziare la stesura del progetto** è bene consultare **le mappe geologiche della zona o altri documenti inerenti le specifiche caratteristiche locali dell'acque di falda.**

Se non sono disponibili dati sufficienti e affidabili va consultato un Geologo.



Inoltre, se necessario, devono essere effettuate trivellazioni e prove di pompaggio.

In particolare serve conoscere o determinare:

- la profondità della falda,
- la stabilità del livello,
- la direzione e il senso del flusso,
- la qualità delle acque.

Bisogna anche sapere se **sono possibili infiltrazioni d'acqua superficiali.** Tali infiltrazioni, infatti, potrebbero far abbassare sensibilmente la temperatura di alimentazione della pompa di calore, e quindi non consentire le prestazioni previste.

È molto importante anche la qualità dell'acqua che va verificata in base ai valori della tabella sotto riportata. Se l'acqua supera i limiti indicati per il ferro e il manganese, possono **formarsi composti insolubili in grado di ostruire sia i pozzi che gli scambiatori.**

## Valori limite di accettabilità dell'acqua di falda

Descrizione della sostanza	Limite	Annotazioni
Temperatura	< 20°C	
Valore PH	7,9 - 9	Possibile corrosione dell'acciaio inox con valore troppo alto
O <sub>2</sub>	< 2 mg/l	
Conducibilità	< 500 μS/cm	Possibile corrosione dell'acciaio inox con valore troppo alto
Ferro	< 2 mg/l	Comporta la formazione di composti insolubili
Manganese	< 1 mg/l	Comporta la formazione di composti insolubili
Nitrato	< 70 mg/l	
Solfato	< 70 mg/l	Possibile corrosione dell'acciaio inox con valore troppo alto
Composti di cloro	< 300 mg/l	Possibile corrosione dell'acciaio inox con valore troppo alto
Anidride carbonica radicale libera	< 10 mg/l	
Ammonio	< 20 mg/l	

I composti di ferro e manganese possono formarsi più facilmente se c'è apporto di ossigeno nella zona dove l'acqua viene reimpressa in falda. Per tale ragione i tubi che riportano l'acqua in falda **devono immergersi almeno 50-60 cm sotto il livello della falda stessa.**

Con percentuali troppo alte del PH, invece, il solfato e i composti di cloro possono diventare molto aggressivi e corrodere le piastre degli scambiatori.

In questi casi, è necessario verificare i limiti d'uso in base ai quali i Produttori garantiscono il corretto funzionamento degli scambiatori con cui sono prodotte le loro pompe di calore.

Se si superano tali limiti è consigliabile porre in opera, a monte delle pompe di calore, **scambiatori in acciaio inox.** In questo modo è possibile proteggere gli scambiatori interni, semplificando in ogni caso le operazioni di pulizia ed eventuale sostituzione delle piastre.

L'acqua di falda può essere prelevata con sistemi che prevedono due o un solo pozzo.

#### Sistemi di prelievo a due pozzi

Un pozzo (detto di **pescaaggio**) serve a prelevare l'acqua di falda, l'altro (di **drenaggio**) serve a rinviarla in falda.

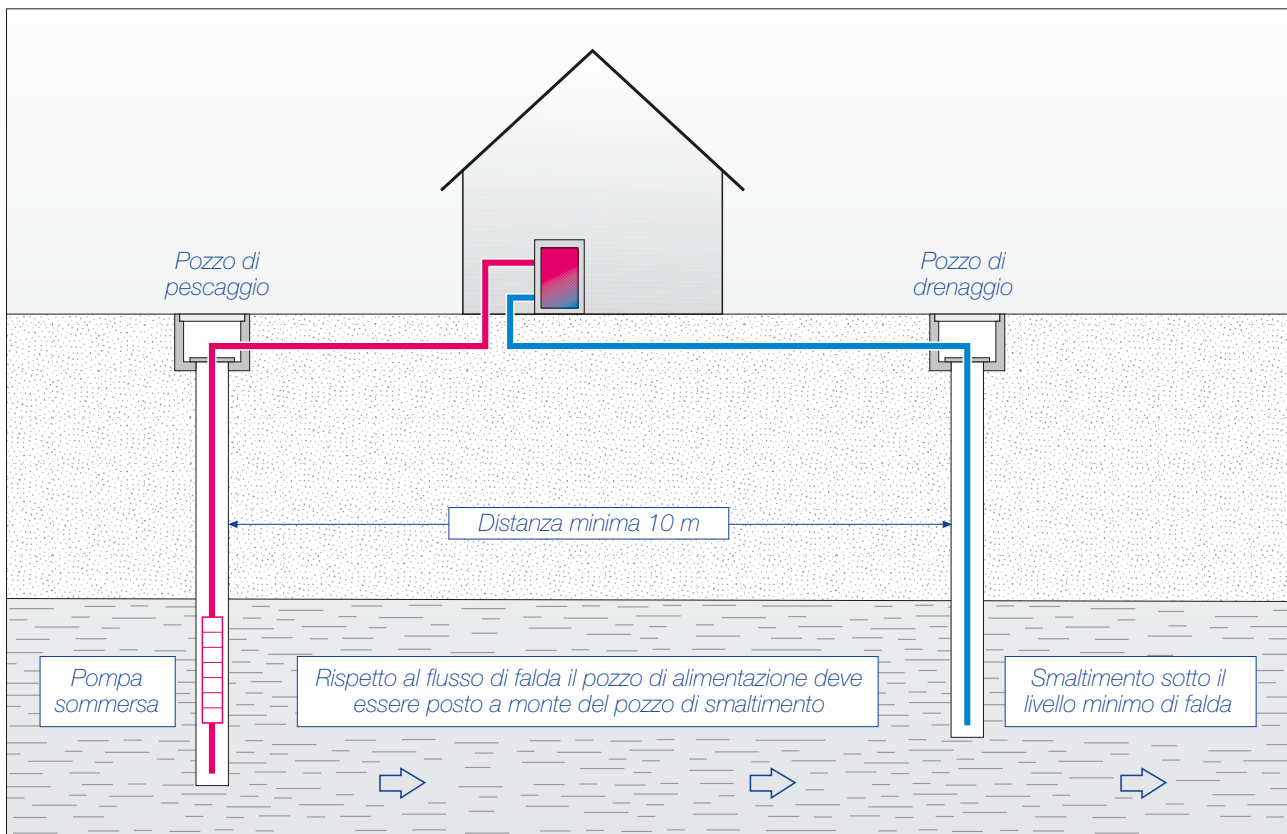
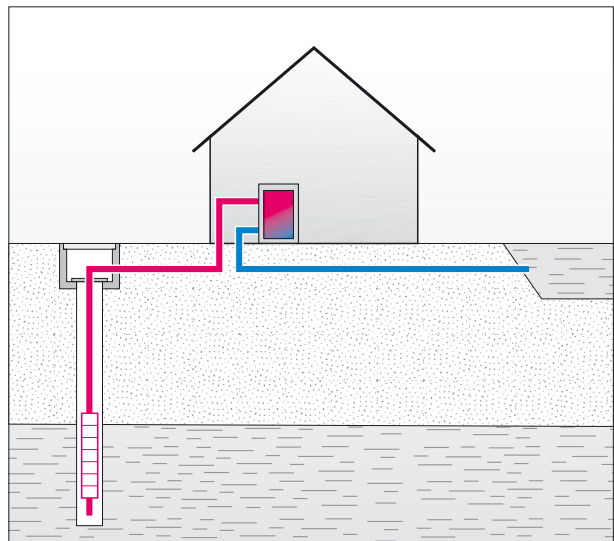
Per la realizzazione di questi pozzi e il collegamento alla pompa di calore va considerato che **la distanza**

**fra i pozzi di pescaaggio e quelli di drenaggio non deve essere inferiore a 10 m.**

Inoltre, in relazione al flusso dell'acqua di falda, il pozzo di pescaaggio va posto a monte rispetto a quello di drenaggio per evitare la cortocircuitazione dell'acqua immessa.

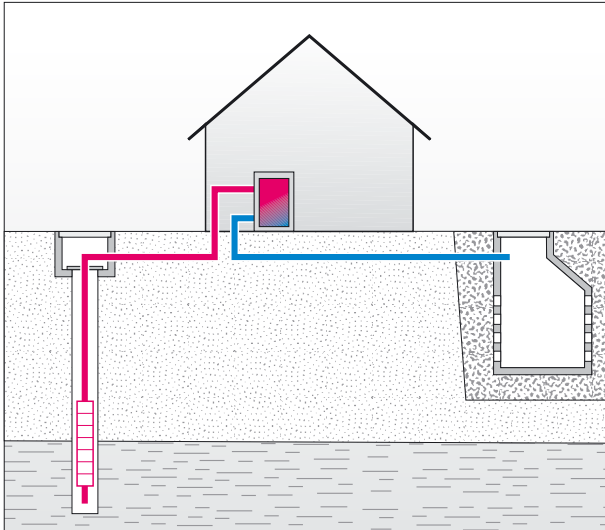
#### Sistemi di prelievo ad un solo pozzo

Con questi sistemi si realizza **solo il pozzo di pescaaggio.** L'acqua usata può essere poi smaltita in diversi modi: ad esempio **in corsi d'acqua, oppure in stagni, nei laghi e nel mare.**

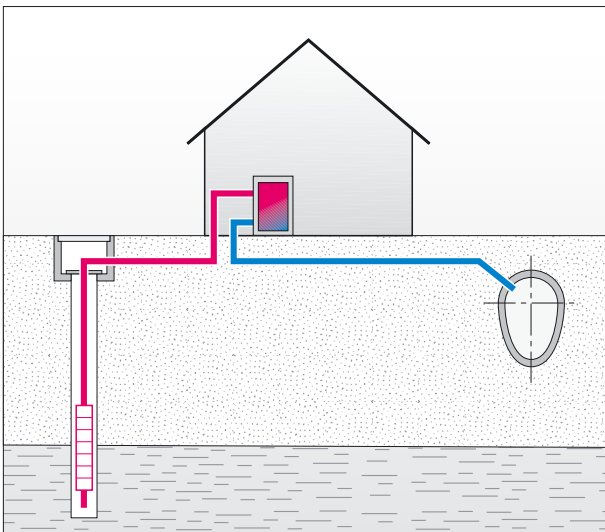


L'acqua usata può essere smaltita anche con i **normali sistemi a perdere utilizzati per le acque piovane.**

In tal caso, in relazione al flusso dell'acqua di falda, il sistema disperdente deve essere posto a valle del pozzo di pescaggio per evitare il continuo raffreddamento dell'acqua di falda.



Sussiste anche la possibilità (che in ogni caso richiede una specifica concessione) di smaltire l'acqua usata attraverso **la rete fognaria delle acque piovane.**



## Portate richieste

In relazione ai valori noti, possono essere calcolate con la seguenti formule:

$$G = \frac{(Q_{pc} - W_{com}) \cdot 860}{\Delta T}$$

$$G = \frac{(\varepsilon - 1) \cdot 860}{\Delta T} \cdot \frac{Q_{pc}}{\varepsilon}$$

dove:

$G$  = Portata dell'acqua di falda [l/h]

$Q_{pc}$  = Potenza termica della pompa di calore [kW]

$W_{com}$  = Potenza assorbita dal compressore [kW]

$\Delta T$  = Salto termico acqua di falda in genere 3-4°C

$\varepsilon$  = Coefficiente di resa istantaneo

In base ai valori del coefficiente di resa  $\varepsilon$  e del salto termico considerato, le portate possono essere determinate anche con la seguente tabella:

**Portate  $G$  [l/h] per ogni kW di potenza termica resa dalla pompa di calore**

	$\varepsilon = 3,0$	$\varepsilon = 3,5$	$\varepsilon = 4,0$	$\varepsilon = 4,0$
$\Delta T = 2,5$	229	246	258	268
$\Delta T = 3,0$	191	205	215	223
$\Delta T = 3,5$	164	176	184	191
$\Delta T = 4,0$	143	154	161	167

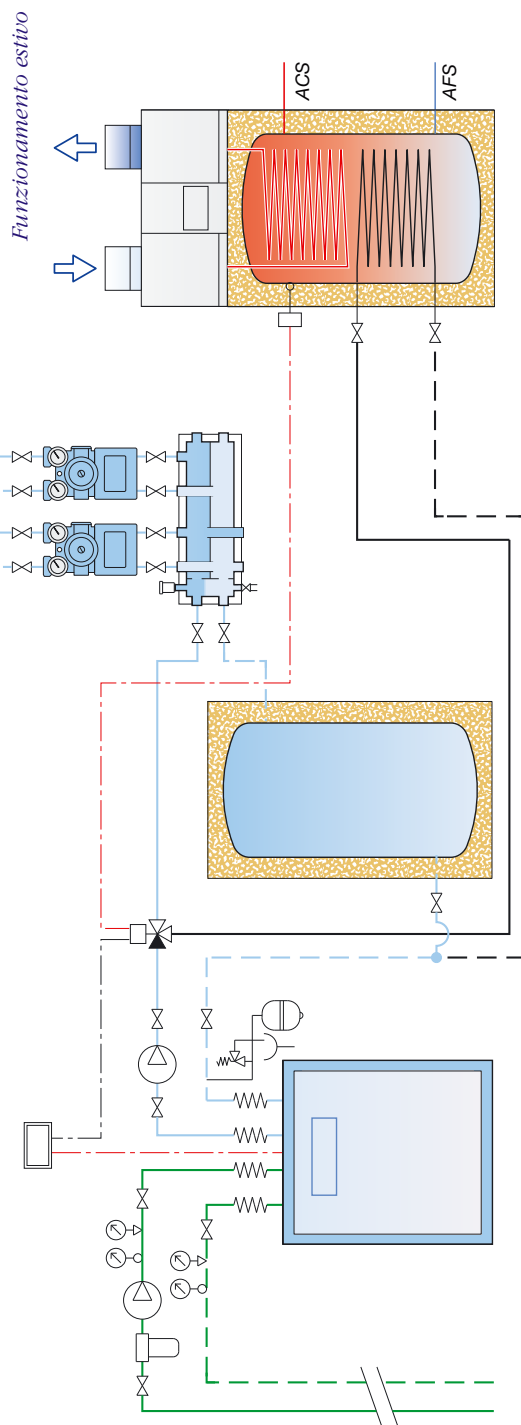
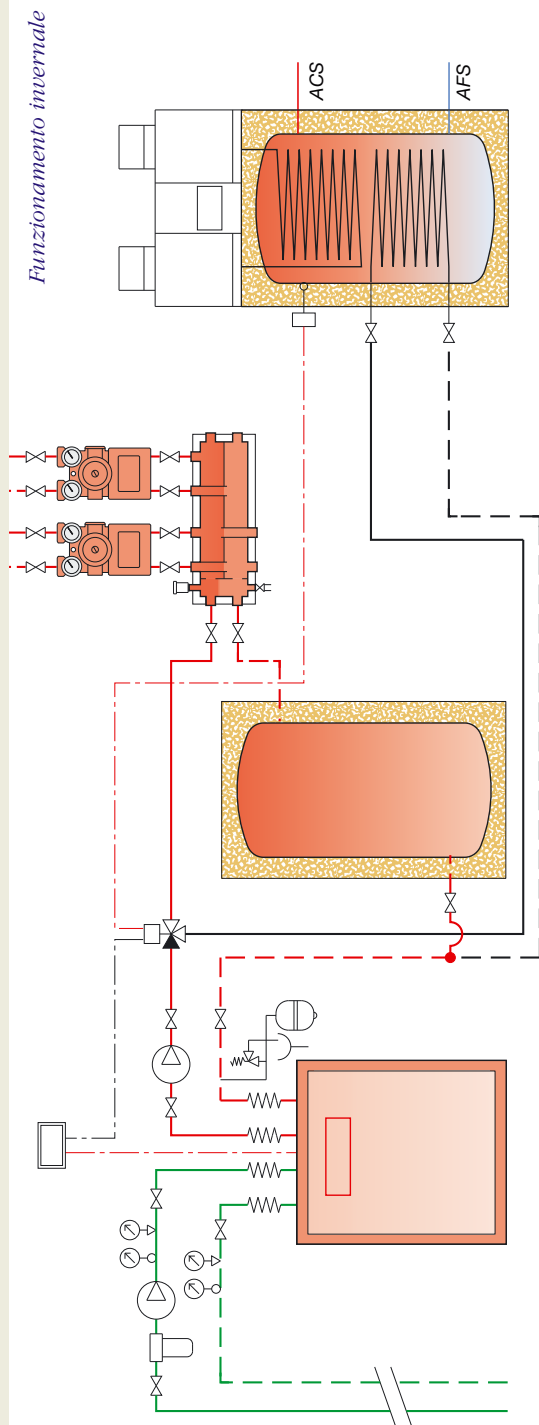
## Impianto bivalente a pompa di calore acqua-acqua (sorgente fredda acqua di superficie)

(schema funzionale)

- I principali componenti di questo impianto sono:
- una pompa di calore acqua-acqua di tipo **reversibile**,
  - una pompa di calore aria-acqua,
  - una caldaia a terra,
  - un bollitore.

**Nel periodo invernale**, la pompa di calore acqua-acqua, serve a riscaldare e a produrre acqua calda sanitaria. **Nel periodo estivo** serve invece solo a raffrescare. In tale periodo l'acqua calda sanitaria è prodotta dalla pompa di calore aria-acqua.

I circuiti dei terminali sono dotati di regolazione climatica con sonde anticondensa.

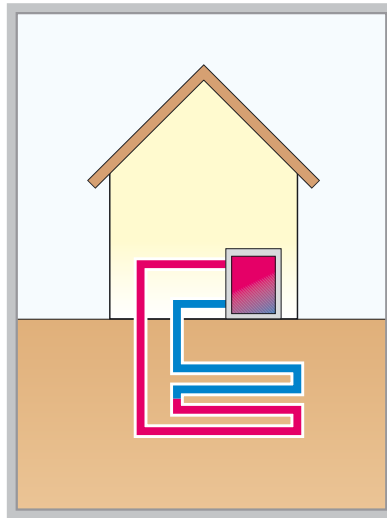


	Valvola deviatrice
	Termostato ad immersione
	Termometro
	Manometro
	Filtro
	Giunzione antivibrante
	Valvola di ritegno
	Valvola di intercettazione
	Valvola di sicurezza
	Vaso di espansione

# IMPIANTI A POMPA DI CALORE CON COLLETTORI ORIZZONTALI INTERRATI

Sono impianti che utilizzano il **calore che si trova accumulato negli strati più superficiali della terra**: calore che, fino ad una profondità di 5 metri, si trova disponibile a temperature variabili da 8 a 13°C (ved. diagramma sotto riportato).

**Questo calore deriva soprattutto dal sole e dalle piogge.** Infatti, fino ad una profondità di 5 metri, **l'energia geotermica** non dà alcun contributo significativo, in quanto apporta **meno di 1 caloria** ogni 10 metri quadrati di terreno.

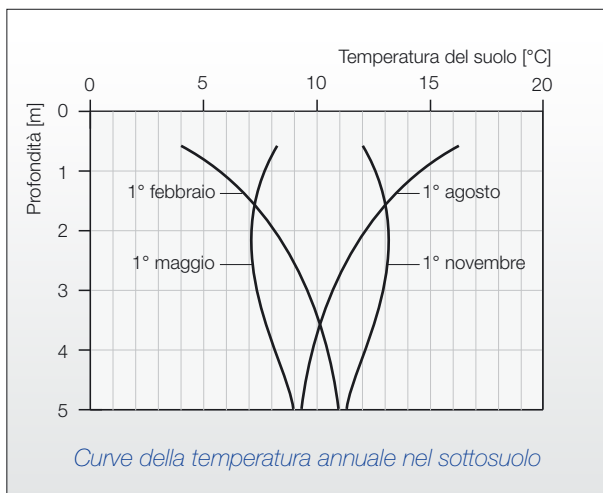


il calore proveniente dal sole e dalle piogge.

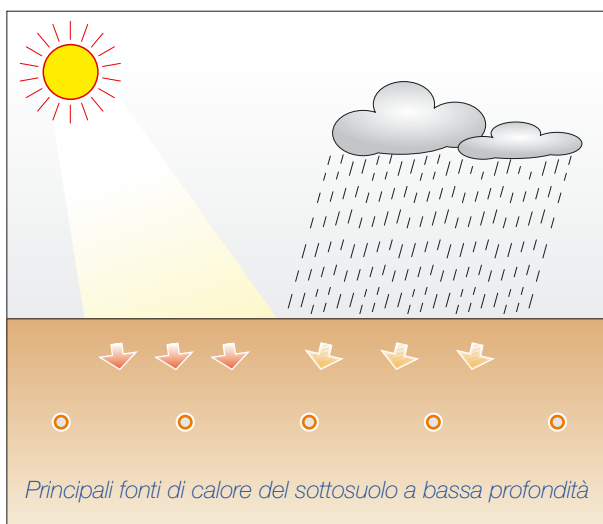
A tal fine, **non si deve coprire il terreno** sotto cui sono posti i collettori con costruzioni (garages, prefabbricati, porticati) e neppure con pavimenti impermeabilizzati o con terrazze.

Si deve anche evitare che piante, siepi o altri arbusti possano creare **significative zone d'ombra**.

Questi collettori possono essere realizzati con tubi in polietilene, polipropilene o polibutilene, posti in opera **ad una profondità variabile da 0,8 a 2,0 m**.



Pertanto bisogna installare di questi collettori in zone dove **può arrivare, senza alcun impedimento,**



Nei tubi è fatto circolare un fluido composto da acqua e antigelo.

Lo sviluppo dei collettori può essere del tipo a **serpentine o ad anelli** e deve rispettare **le seguenti distanze minime**:

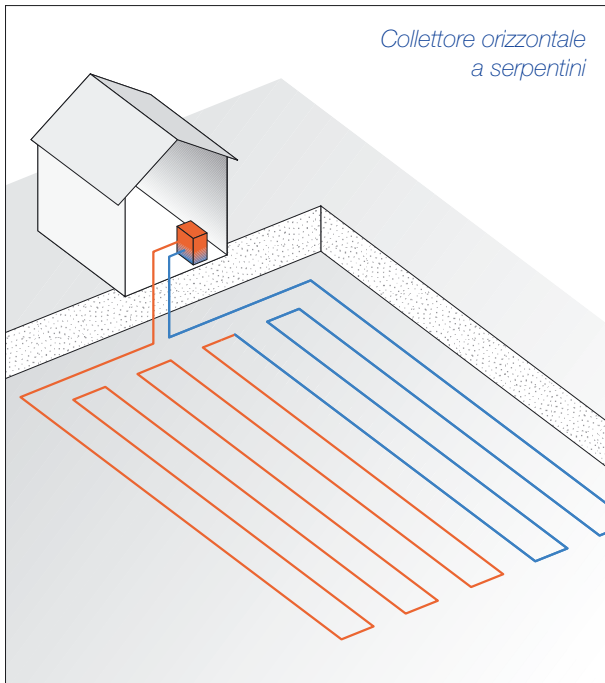
- 2,0 m dalle zone d'ombra indotte da edifici confinanti, muri di cinta, alberi, siepi o altri impedimenti;
- 1,5 m dalle reti degli impianti interrati di tipo non idraulico: reti elettriche, del telefono e del gas;
- 2,0 m dalle reti degli impianti interrati di tipo idraulico: reti dell'acqua sanitaria, delle acque di scarico e piovane;
- 3,0 m da fondazioni, recinzioni, pozzi d'acqua, fosse settiche, pozzi di smaltimento e simili;

Nel progettare i sistemi di captazione del calore **bisogna evitare non solo sottodimensionamenti, ma anche sovradimensionamenti**: cioè, **bisogna evitare soluzioni che possono rubare troppo calore al sottosuolo**.

Un **raffreddamento eccessivo del terreno** può infatti provocare gravi conseguenze, **sia per il funzionamento della pompa di calore** sia per la **vegetazione**, specie nel caso di congelamento delle radici.

## COLLETTORI A SERPENTINI

Sono normalmente posti a profondità variabili da 0,8 a 1,2 metri. Se realizzati con tubi in PE-X, si utilizzano i diametri 20/16 e 25/20,4.



### Potenza termica specifica derivabile dal sottosuolo con collettori orizzontali a serpenti

Tipo sottosuolo	Superficie W/m <sup>2</sup>	Tubo W/m
Terreno sabbioso secco	10-15	4-6
Terreno sabbioso umido	15-20	6-8
Terreno argilloso secco	20-25	8-10
Terreno argilloso umido	25-30	10-12
Terreno saturo d'acqua	30-40	12-16

I dati sono basati sulle seguenti ipotesi:

- Interasse dei serpenti 40 cm
- Ore operative annuali 1.800
- Coefficiente di lavoro COP uguale a 4
- Superficie del terreno libera
- Superficie del terreno non impermeabilizzata

Sono collettori che **richiedono ampie superfici da lasciare a prato**, equivalenti a circa due o tre volte la superficie da riscaldare.

**Per non raffreddare troppo il terreno, i serpenti vanno realizzati con ampi interassi: da 40 a 50 cm.**

Il dimensionamento di questi collettori si effettua in base alla resa termica del terreno, che è influenzata soprattutto dalla **sua compattezza** e dalla **quantità d'acqua che in esso si ritrova** (ved. tabella riportata nella colonna a lato).

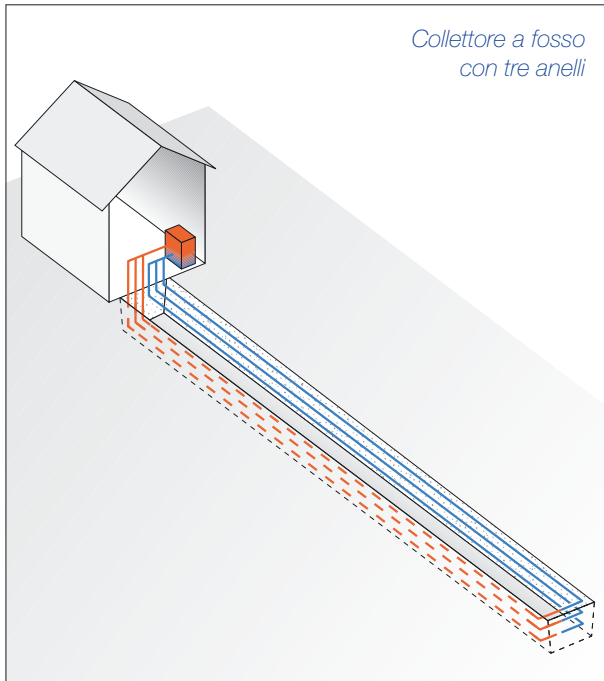
È consigliabile considerare **salti termici di 3-4°C**. Inoltre è bene **non superare lunghezze di 100 metri con i singoli serpenti**, per evitare **perdite di carico troppo alte**: cioè per non ridurre troppo la **resa globale dell'impianto**.

Nel determinare le perdite di carico va considerata sia la **temperatura di lavoro del fluido** sia **gli incrementi connessi all'uso di antigelo** (ved. 1° Quaderno Caleffi).

**Con una pompa di calore che ha in dotazione il circolatore per la sorgente fredda**, perdite di carico e portata dei collettori devono essere compatibili con le prestazioni di tale circolatore.

## COLLETTORI AD ANELLI

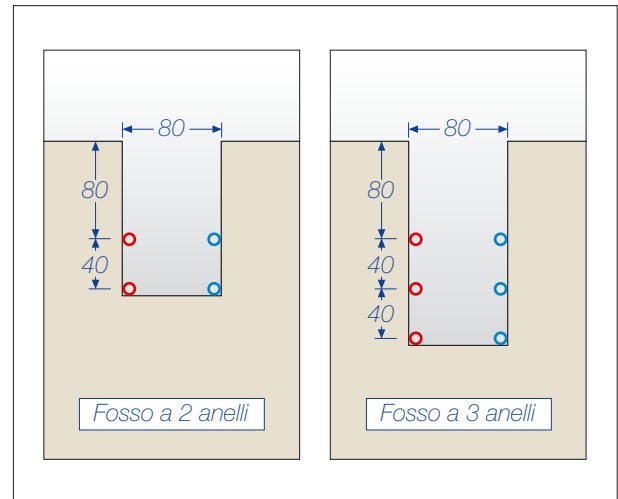
Sono posti su più piani e a profondità variabili da 0,6 a 2,0 metri. Se realizzati con tubi in PE-X, si utilizzano i diametri 20/16 e 25/20,4.



Rispetto ai collettori con serpentine, **occupano minor superficie di terreno e richiedono minor movimenti di terra.**

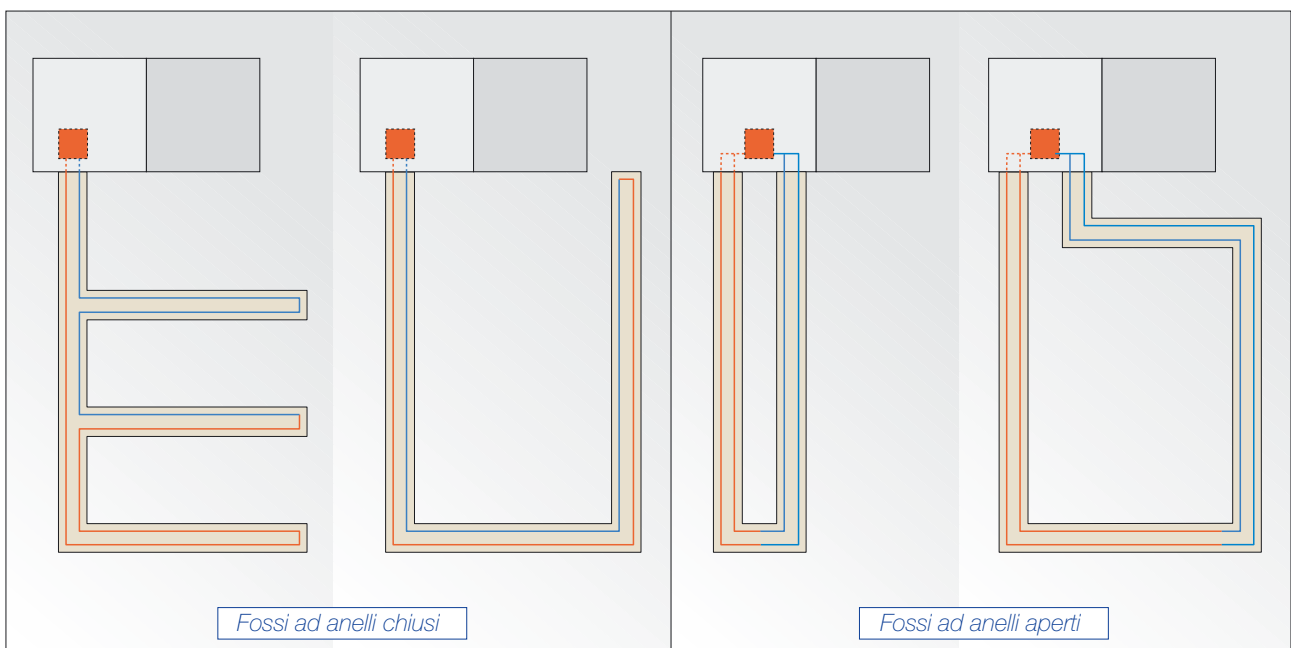
Gli anelli possono essere **chiusi o aperti**. Mentre i **fossi possono svilupparsi con geometrie molto varie**, in relazione al tipo e all'estensione del terreno disponibile.

Con fossi del tipo sotto rappresentato, i collettori ad anelli devono **svilupparsi su piani** (in genere 2, 3 o 4) **fra loro distanti non meno di 40 cm** e **il calore asportabile da ogni metro di tubo** può considerarsi uguale a quello riportato nella tabella relativa ai collettori con serpentine.



Anche il dimensionamento degli anelli è in pratica uguale a quello dei serpentine.

Va tuttavia considerato che la lunghezza degli anelli è correlata a quella dei fossi e quindi può superare anche i 100 m. In tali casi si devono adottare tubi con diametri in grado di mantenere le **perdite di carico entro limiti accettabili**: vale a dire entro limiti non troppo penalizzanti per la resa globale dell'impianto.



## *Impianto a pompa di calore acqua-acqua (collettori esterni a serpentine)* (schema funzionale)

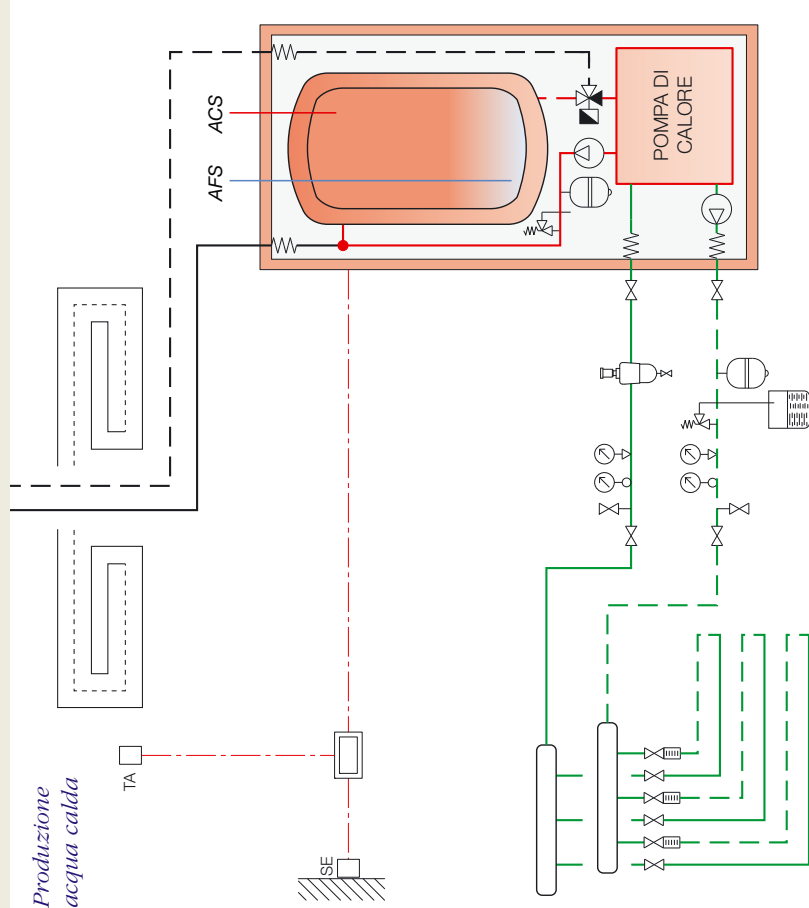
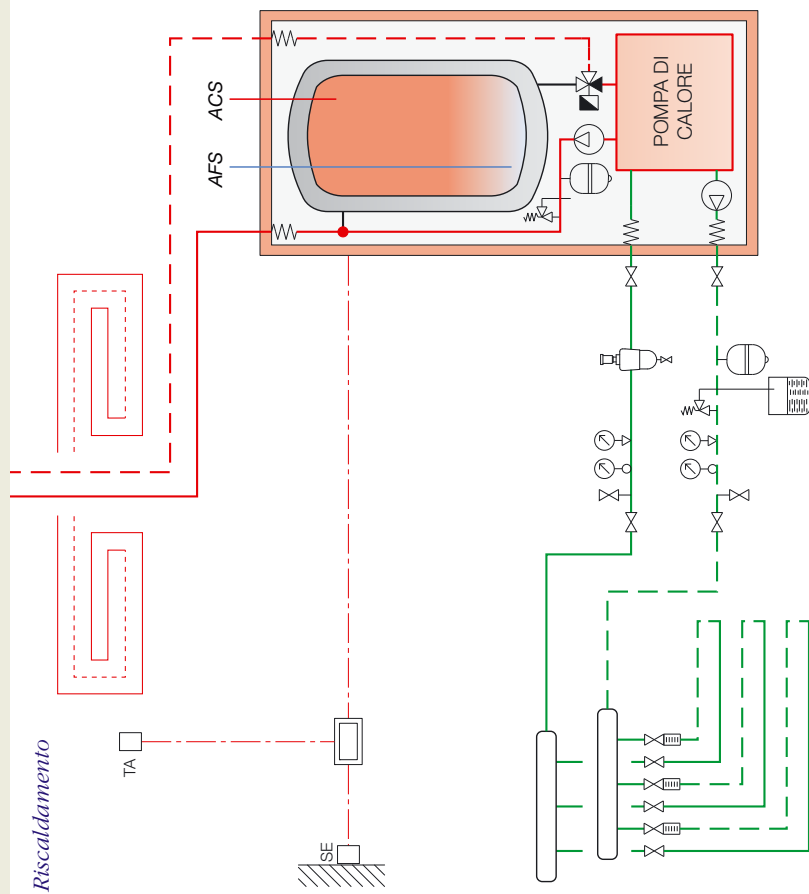
L'impianto è essenzialmente costituito da una **pompa di calore monoblocco acqua-acqua** nel cui involucro sono posti:

- un bollitore a camicia,
- un circolatore per i collettori esterni,
- una circolatore per i terminali e il bollitore,
- una valvola deviatrice a tre vie,
- apparecchi e strumenti per la regolazione, l'espansione e la sicurezza dell'impianto,
- giunti e supporti antivibranti.

La circolazione del fluido che serve l'impianto di riscaldamento è comandata da un termostato ambiente, mentre la circolazione del fluido che serve per la produzione di acqua calda sanitaria è attivata da una sonda interna.

Il dimensionamento dei collettori esterni e dell'impianto di riscaldamento deve essere fatto in base alle caratteristiche dei relativi circolatori in dotazione alla pompa di calore.

SE	Sonda esterna		Rubinetto carico/scarico
TA	Termostato ambiente		Valvola di sicurezza
	Termometro		Vaso di espansione
	Manometro		Defangatore/Disaeratore
	Valvola di intercettazione		



# IMPIANTI A POMPA DI CALORE CON SONDE GEOTERMICHE

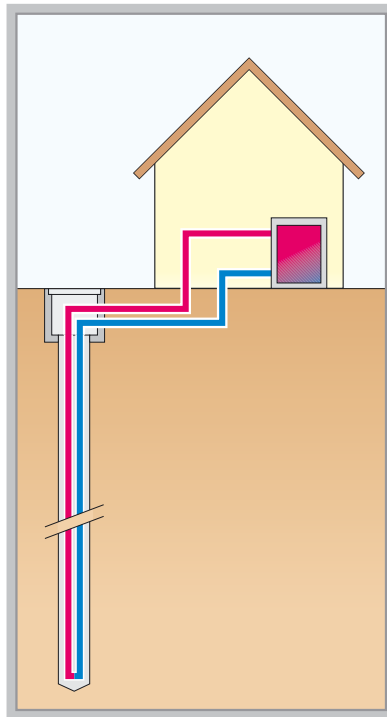
Sono impianti che **utilizzano il calore disponibile nel sottosuolo fino ad una profondità di 200 metri e anche oltre.**

Tale calore, fino a 15 metri, è fornito essenzialmente dal sole e dalle piogge.

Poi, dai 15 ai 20 metri, questi apporti si riducono fino quasi ad annullarsi, ed inizia a dare un significativo **contributo l'energia geotermica.**

Infine, sotto i 20 metri, è in pratica solo quest'ultima forma di energia a rifornire di calore il sottosuolo, facendone **aumentare la temperatura di circa 3°C ogni 100 metri di profondità.**

Il disegno sotto riportato serve ad evidenziare i contributi delle varie forme di energia.

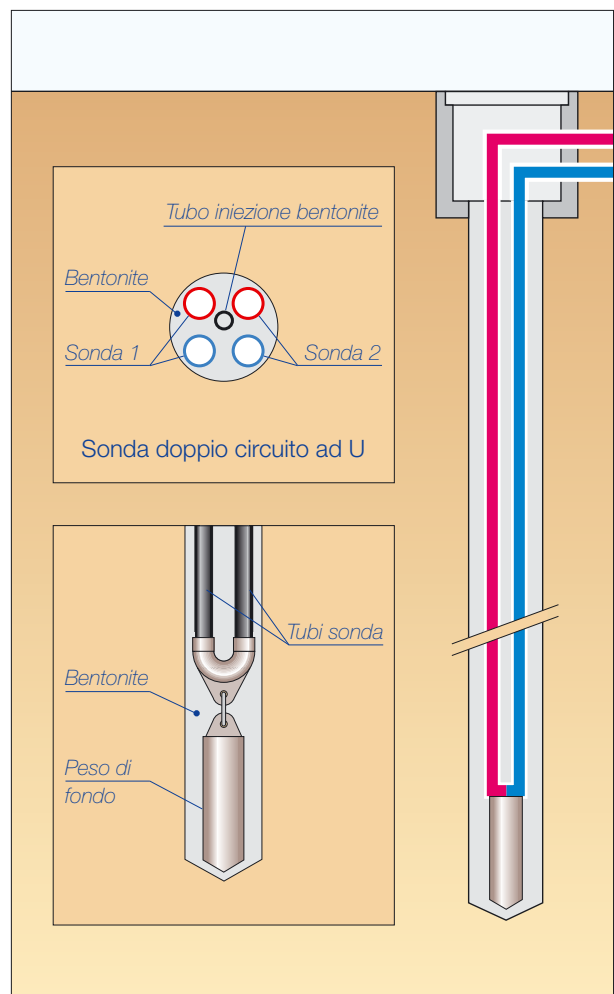
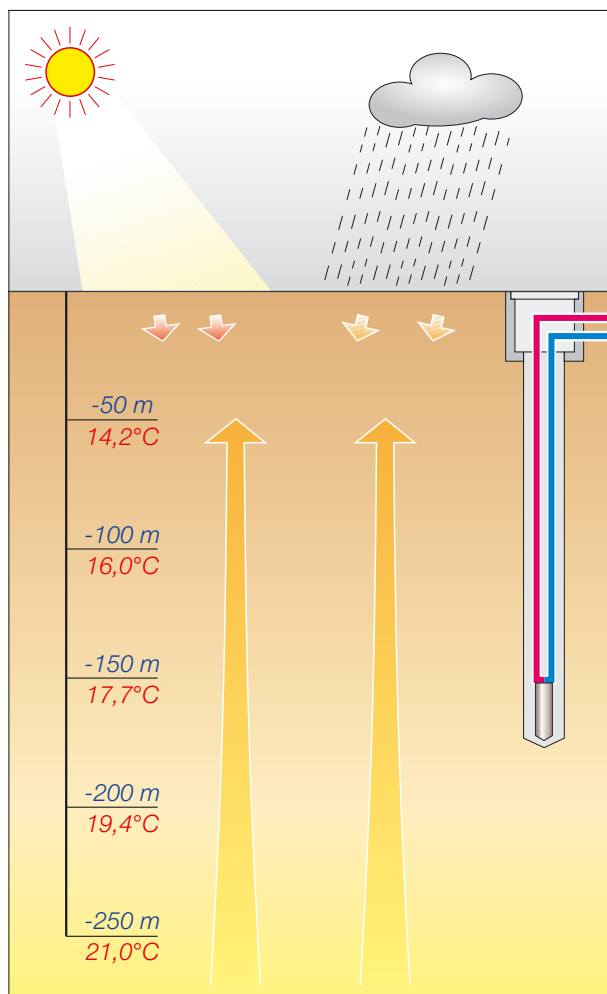


Le sonde geotermiche (cioè le sonde che derivano dal sottosuolo **calore di natura essenzialmente geotermica**) sono realizzate con perforazioni il cui diametro varia da 100 a 150 mm.

Nei fori, vengono poi inseriti **uno o due circuiti ad U**, realizzati con tubi in **PE ad alta resistenza** (in genere con diametri **DN 32 e DN 40**) **specifici per applicazioni geotermiche.**

Per facilitare il loro inserimento nei fori, questi circuiti sono zavorrati con appositi pesi a perdere di 15-20 Kg.

Dopo la posa dei circuiti, **il vuoto che sussiste tra le pareti dei fori e i tubi dei circuiti** è riempito con una sospensione a base di cemento e sostanze inerti.



Per poter ottenere un riempimento in grado di assicurare un buon contatto, e quindi un buon scambio termico, fra il sottosuolo e i tubi delle sonde in genere si ricorre ad una soluzione di cemento e bentonite. **La soluzione è iniettata dal basso verso l'alto con l'aiuto di un tubo supplementare** inserito nel foro della sonda (ved. relativo disegno).

Nei circuiti è infine fatto circolare un fluido composto da acqua e antigelo.

Le sonde devono essere realizzate ad una **distanza minima dall'edificio di 4-5 m** (eventualmente da far verificare ad un Geologo) per evitare danni alle fondazioni.

**Se si realizzano più sonde bisogna prevedere fra loro una distanza di almeno 8 m**, per evitare interferenze termiche: cioè per evitare che le sonde si rubino vicendevolmente calore, diminuendo così la loro resa termica globale.

Per realizzare queste sonde vanno comunque adottate tecniche e precauzioni che **esigono l'intervento di imprese specializzate**. Bisogna inoltre attenersi alle prescrizioni che riguardano il rispetto del sottosuolo.

Il dimensionamento delle sonde si effettua in base alla resa termica del sottosuolo (ved. tabella riportata nella colonna a lato). In genere si può considerare una resa termica media di 50 W per ogni metro di sonda.

È consigliabile prevedere **salto termici di 3-4°C** e scegliere diametri dei circuiti interni che non comportano perdite di carico troppo elevate.

Nel determinare le perdite di carico va considerata sia la **temperatura di lavoro del fluido** sia **gli incrementi connessi all'uso di antigelo** (ved. 1° Quaderno Caleffi).

**Con una pompa di calore che ha in dotazione il circolatore per la sorgente fredda**, perdite di carico e portata delle sonde devono essere compatibili con le prestazioni di tale circolatore.

<b>Potenza termica specifica derivabile dal sottosuolo con sonde geotermiche</b>	
<i>Tipo sottosuolo</i>	<i>Sonda W/m</i>
<i>Sedimenti secchi</i>	20
<i>Roccia o terreno umido</i>	50
<i>Roccia ad alta conducibilità</i>	70
<i>Ghiaia, sabbia (asciutta)</i>	< 20
<i>Ghiaia, sabbia (satura d'acqua)</i>	55-65
<i>Argilla, limo umido</i>	30-40
<i>Roccia calcarea</i>	45-60
<i>Arenaria</i>	55-65
<i>Granito</i>	55-70
<i>Basalto</i>	35-55

I dati sono basati sulle seguenti ipotesi:

- Sonda con doppio circuito ad U
- Ore operative annuali 1.800
- Coefficiente di lavoro COP uguale a 4
- Distanza minima fra le sonde 8 m

## Impianto a pompa di calore acqua-acqua con sonde geotermiche

(schema funzionale)

L'impianto è costituito essenzialmente da:

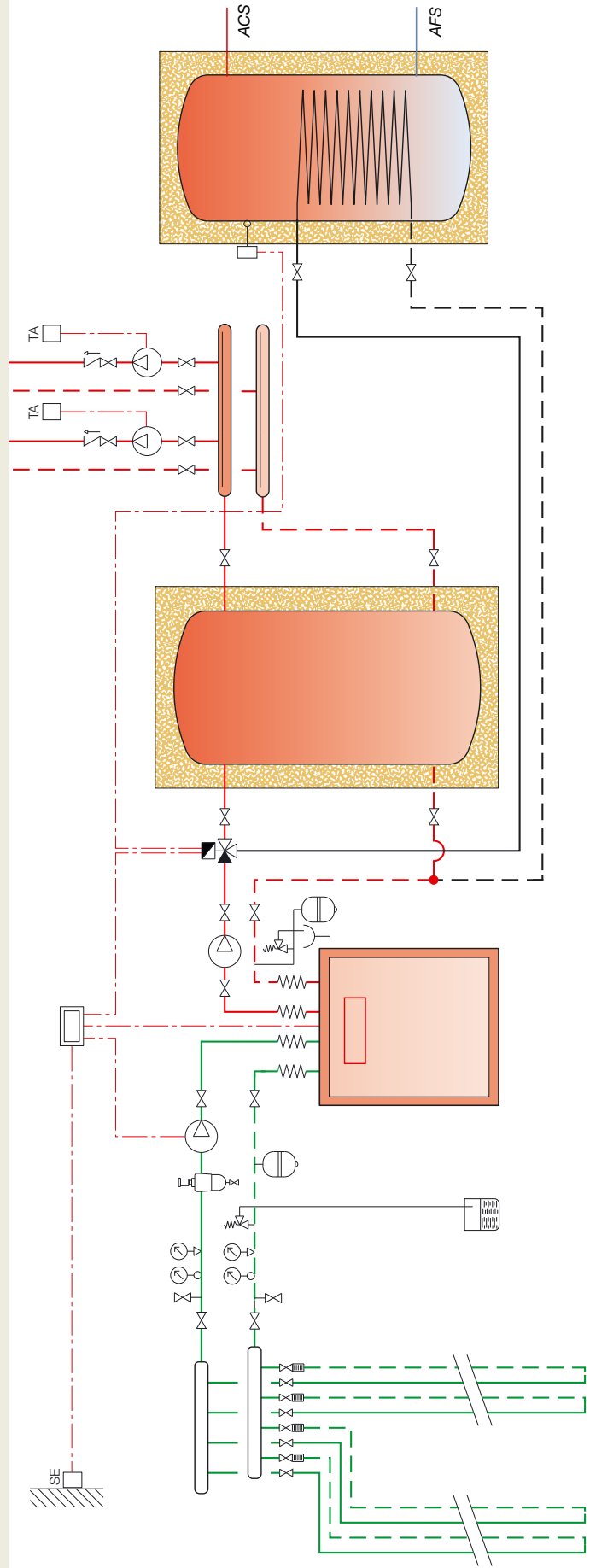
- una pompa di calore acqua-acqua,
- un bollitore tampone,
- un bollitore per produrre acqua calda sanitaria,
- due circuiti per servire i terminali.

La temperatura dell'impianto di riscaldamento è **regolata da una centralina climatica** che agisce direttamente sulle apparecchiature di regolazione della pompa di calore.

I terminali sono serviti da due circuiti le cui pompe sono asservite a termostati ambiente.

L'acqua calda sanitaria è prodotta con precedenza sul riscaldamento. Quando il relativo termostato segnala una temperatura inferiore a quella richiesta, la pompa di calore porta la temperatura del fluido al valore massimo possibile e la valvola deviatrice manda in apertura la via che collega la pompa al bollitore.

	Valvola deviatrice		Valvola di intercettazione
	Sonda esterna		Valvola di ritegno
	Termostato ambiente		Valvola di sicurezza
	Termostato ad immersione		Rubinetto carico/scarico
	Termometro		Vaso di espansione
	Manometro		Defangatore/Disaeratore
	Giunzione antivibrante		



## Impianto a pompa di calore acqua-acqua con sonde geotermiche e raffrescamento naturale

(schema funzionale)

L'impianto è costituito essenzialmente da:

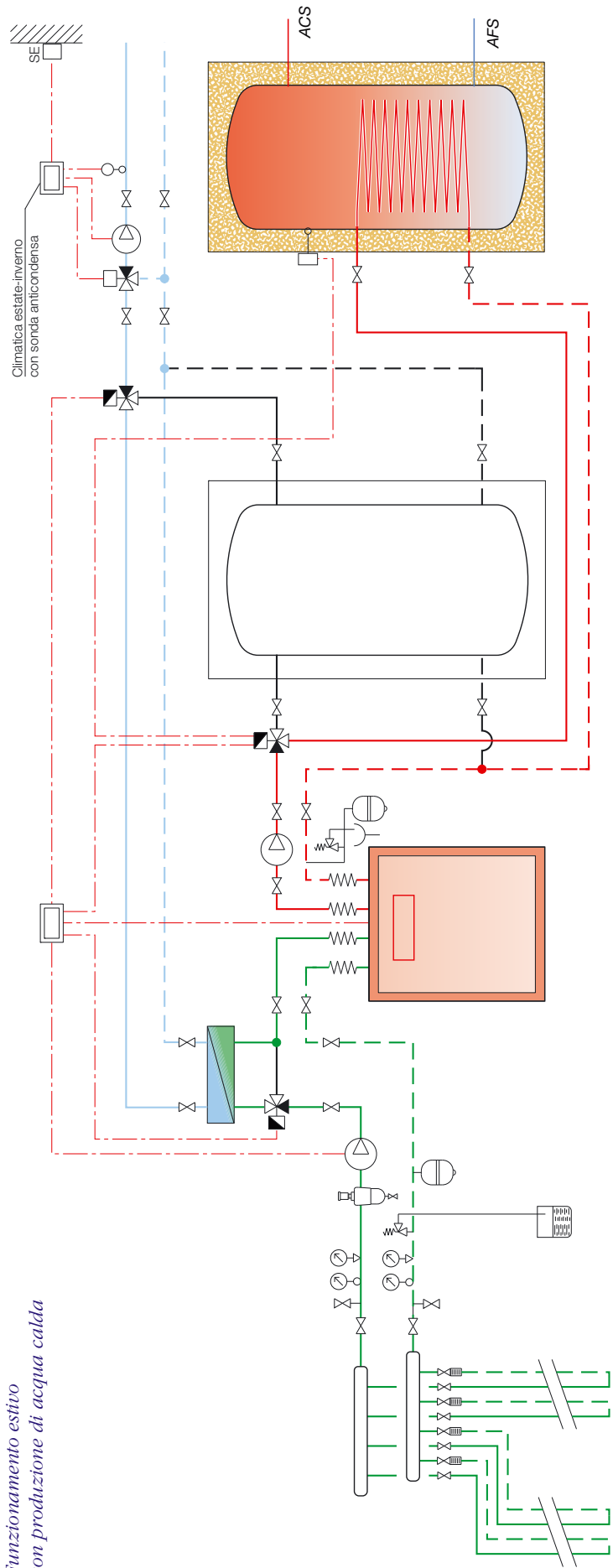
- una pompa di calore acqua-acqua,
- uno scambiatore di calore,
- un bollitore tampone,
- un bollitore per produrre acqua calda sanitaria,
- un circuito per servire i terminali.

**Il funzionamento di questo impianto è in pratica analogo a quello illustrato a pag. 13,** relativo al raffrescamento diretto.

L'unica variante riguarda il fatto che l'impianto in esame è in grado di produrre acqua calda sanitaria sia in inverno che in estate. Per tale ragione, il fluido proveniente dai collettori esterni è fatto passare sempre attraverso la pompa di calore.

	Valvola deviatrice		Valvola di intercettazione
	Termostato ambiente		Valvola di sicurezza
	Termostato ad immersione		Rubinetto carico/scarico
	Termometro		Vaso di espansione
	Manometro		Defangatore/Disaeratore
	Giunzione antivibrante		

Funzionamento estivo  
con produzione di acqua calda



# IMPIANTI A POMPA DI CALORE CON PALI GEOTERMICI

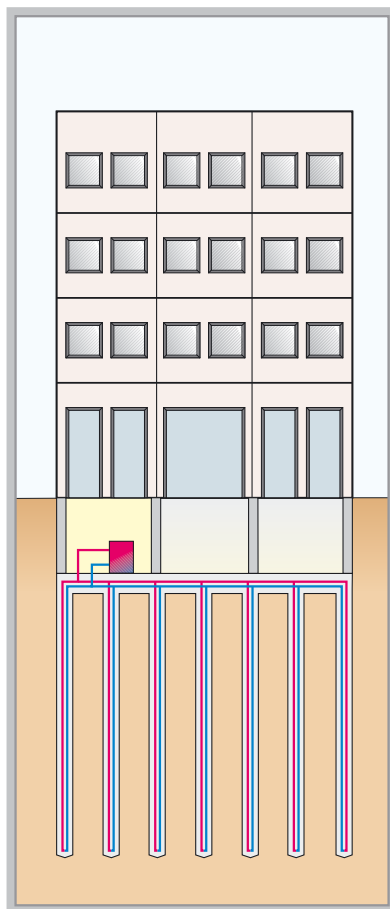
Sono impianti che derivano calore dal **sottosuolo utilizzando i pali in cemento armato di fondazione**: cioè i pali che servono a sostenere gli edifici dove il terreno non ha la portanza necessaria e quindi richiede opere di consolidamento.

Questi pali, che possono essere prefabbricati o gettati *in loco*, hanno diametri variabili da 0,4 a 1,5 m e possono raggiungere in lunghezza i 30-40 m.

Al loro interno, e con ancoraggio alla loro armatura, sono installati i circuiti che derivano il calore dal sottosuolo e **il cui sviluppo può essere ad U** (come per le sonde geotermiche) oppure **a spirale**.

I vari circuiti possono essere raccordati ai collettori all'**esterno della fondazione o nella platea della stessa**.

Il getto di calcestruzzo immesso nell'armatura consente, infine, di ottenere un buon scambio termico fra i circuiti e il terreno.

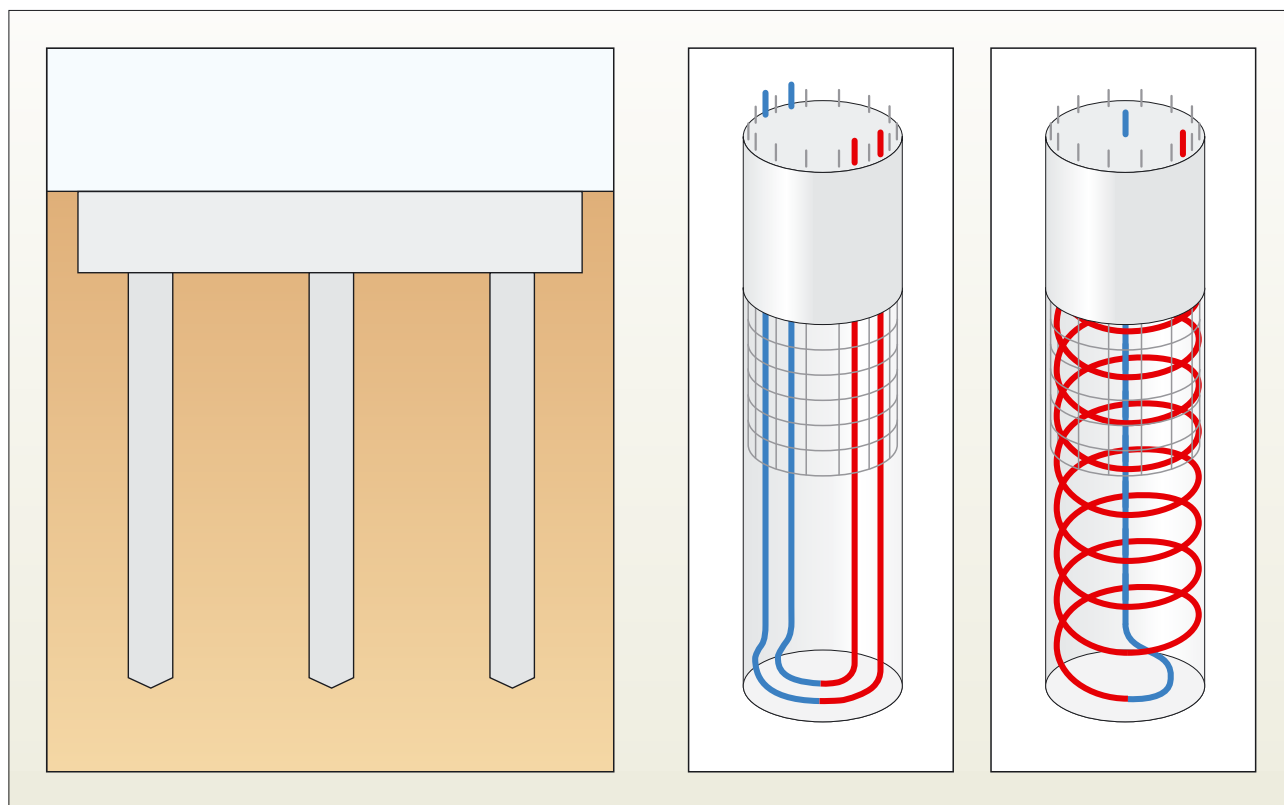


Naturalmente questo sistema di captazione del calore può essere utilizzato solo nel caso di costruzioni nuove.

D'altra parte è possibile anche un uso parziale del sistema in relazione al fabbisogno termico dell'edificio: è possibile, cioè, utilizzare solo parte dei pali di fondazione.

Questa semplice e razionale tecnologia non comporta un elevato incremento dei costi e può rappresentare senz'altro una valida soluzione.

Esige tuttavia, fin dalle prime fasi del progetto, un buon coordinamento (anche se in vero questa dovrebbe essere una regola da rispettare sempre) fra le opere generali e quelle idrauliche.



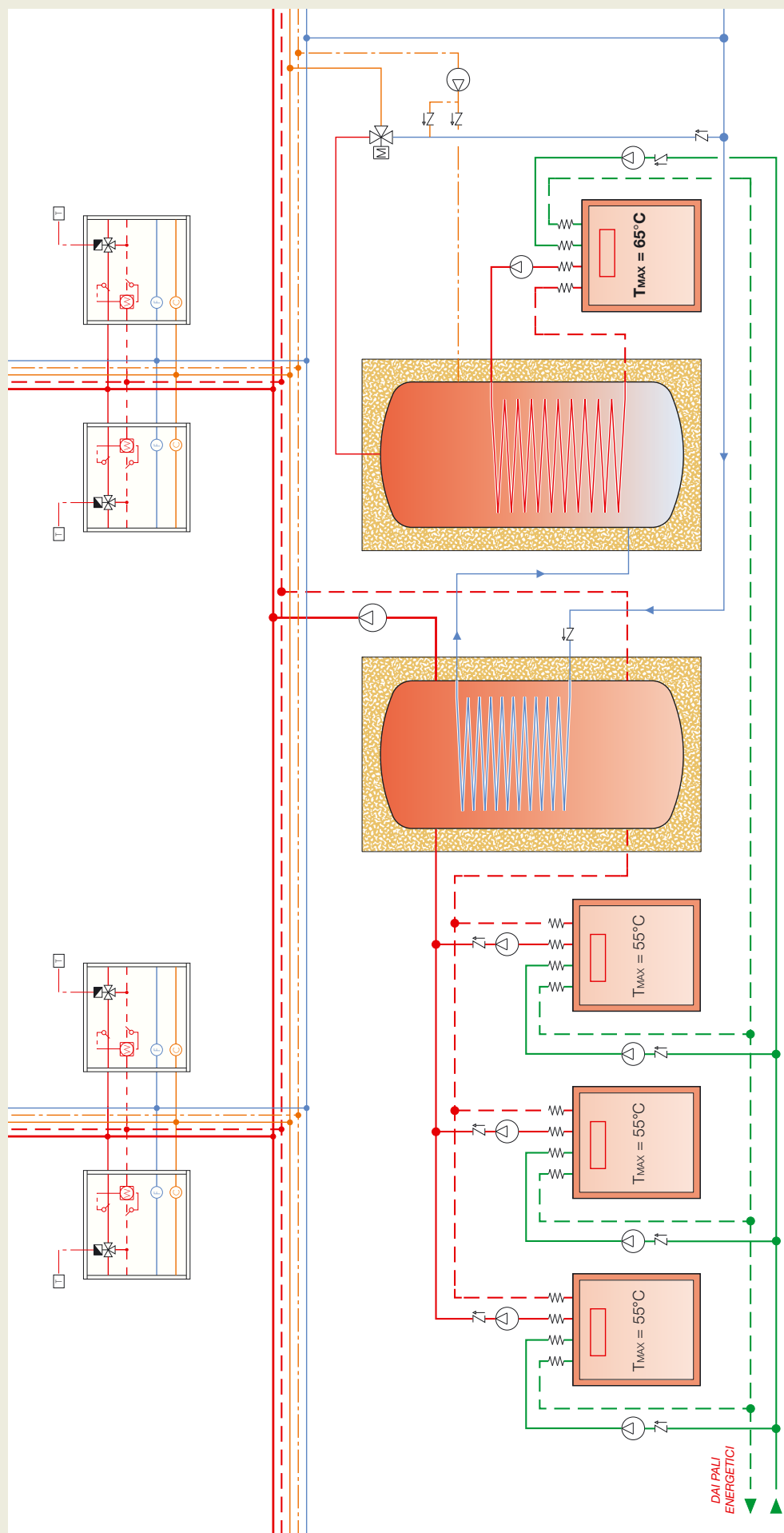
## Impianto centralizzato a pompa di calore acqua-acqua con pali geotermici

(schema funzionale)

L'impianto è costituito da tre pompe di calore a bassa temperatura (temperatura massima = 55°C) collegate in cascata al bollitore tampone, dal quale è derivato direttamente il circuito che alimenta le stazioni di zona.

Una quarta pompa di calore ad elevata temperatura (temperatura massima = 65°C) è prevista per la produzione di acqua calda sanitaria. È così possibile assicurare i trattamenti termici antilegionella.

L'acqua che alimenta il bollitore dell'acqua calda è preriscaldata nel bollitore tampone, per aumentare la resa termica globale dell'impianto.

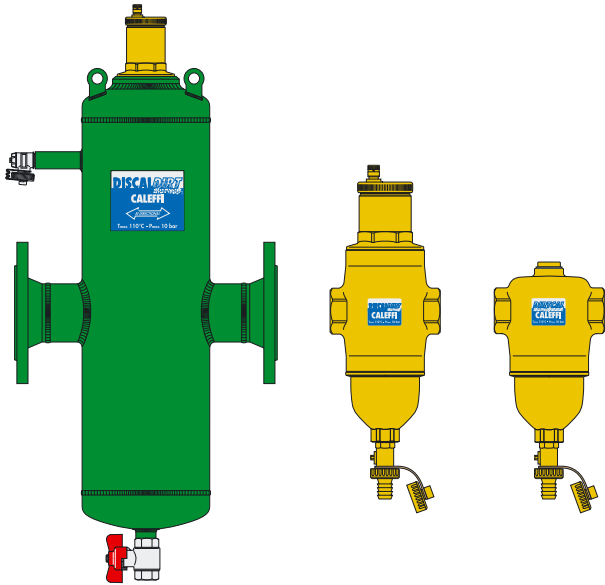


# Disaeratore defangatore DISCALDIRT e DIRTCAL

serie 546 - 5462



Brevettato



## Funzione

I disaeratori-defangatori vengono utilizzati per eliminare in modo continuo l'aria e le impurità contenute nei circuiti idraulici degli impianti di climatizzazione. La capacità di scarico di questi dispositivi è molto elevata. Essi sono in grado di eliminare tutta l'aria presente nei circuiti, fino a livello di microbolle, in modo automatico. Nel contempo, separano le impurità presenti nell'acqua del circuito e le raccolgono nella parte inferiore del corpo valvola, dalla quale possono essere scaricate anche a circuito funzionante.

## Gamma prodotti

- Serie 546 Disaeratore-defangatore DISCALDIRT con raccordi a bicono \_\_\_\_\_ misura  $\varnothing$  22 mm
- Serie 546 Disaeratore-defangatore DISCALDIRT con attacchi filettati \_\_\_\_\_ misure  $3/4'' \div 1''$
- Serie 546 Disaeratore-defangatore DISCALDIRT con attacchi flangiati \_\_\_\_\_ misure DN 50÷DN 150
- Serie 546 Disaeratore-defangatore DISCALDIRT con attacchi a saldare \_\_\_\_\_ misure DN 50÷DN 150
- Serie 5462 Defangatore DIRTCAL con attacchi filettati \_\_\_\_\_ misure  $3/4'' \div 2''$

## Caratteristiche tecniche

Fluido d'impiego: Acqua, soluzioni glicolate non pericolose  
 Massima percentuale di glicole: 50%  
 Pressione max d'esercizio: 10 bar  
 Pressione max di scarico: 10 bar  
 Campo temperatura: 0÷110°C  
 Capacità di separazione particelle: fino a 5  $\mu$ m

Attacchi:

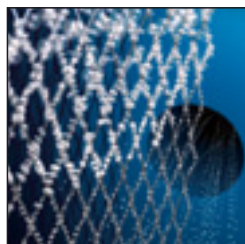
- principali: - **serie 546** \_\_\_\_\_  $\varnothing$  22 mm e  $3/4'' \div 1''$  F;  
 - DN 50÷150 flangiati PN 16 accoppiamento con controflangia UNI EN 1092-1;  
 - DN 50÷150 a saldare;  
 - **serie 5462** \_\_\_\_\_  $3/4'' \div 2''$  F;
- scarico: - versioni filettate: portagomma  
 - versioni flangiate ed a saldare (solo serie 546): 1" F

## Funzionamento

Il disaeratore e defangatore si avvale dell'azione combinata di più principi fisici. La parte attiva è costituita da un insieme di superfici metalliche reticolari disposte a raggiera. Questi elementi creano dei moti vorticosi tali da favorire la liberazione delle microbolle e la loro adesione alle superfici stesse.

Le bolle, fondendosi tra loro, aumentano di volume fino a quando la spinta idrostatica è tale da vincere la forza di adesione alla struttura. Salgono quindi verso la parte alta del dispositivo da cui vengono evacuate mediante una valvola automatica di sfogo aria a galleggiante.

Le impurità presenti nell'acqua, collidendo con le superfici metalliche dell'elemento interno, vengono separate e precipitano nella parte inferiore del corpo valvola.

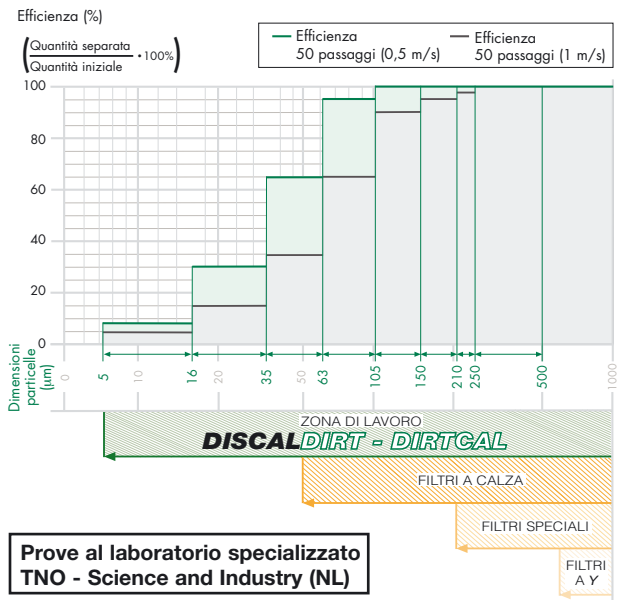


## Capacità separazione particelle - Efficienza defangatore

Il defangatore, grazie al particolare design dell'elemento interno, è in grado di separare completamente le impurità presenti nel circuito fino ad una dimensione minima delle particelle di 5  $\mu$ m.

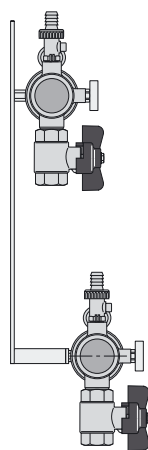
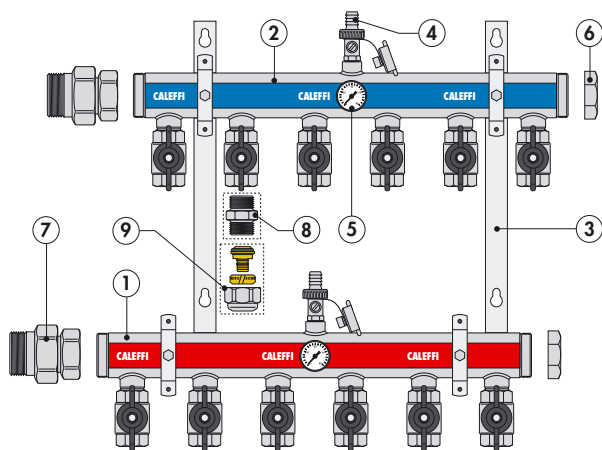
Il grafico sotto riportato, sintesi di prove effettuate in un laboratorio specializzato, illustra come esso sia in grado di separare rapidamente la quasi totalità delle impurità presenti. Dopo solo 50 ricircolazioni, circa un giorno di funzionamento, esse vengono efficacemente rimosse dal circuito, fino al 100% per le particelle con diametri maggiori di 100  $\mu$ m e mediamente fino al 80% tenendo conto delle particelle più piccole.

I continui passaggi che il fluido subisce nel normale funzionamento nell'impianto portano poi gradualmente alla completa defangazione.



# Collettori di distribuzione in acciaio, per impianti industriali

serie 6509



## Funzione

Questa serie di collettori in acciaio inox viene utilizzata per la distribuzione del fluido termovettore nei circuiti di impianti di tipo industriale, che richiedono portate particolarmente elevate, quali gli impianti a pannelli radianti. Possono essere utilmente impiegati anche nelle applicazioni con pompe di calore geotermiche, per installazioni in ambienti corrosivi e con fluidi aggressivi.

Questi collettori vengono proposti in versioni preassemblate da 3 a 16 partenze.

## Gamma prodotti

Serie 6509 Collettori di distribuzione in acciaio inox \_\_\_\_\_ misura 2"

## Componenti caratteristici

- 1) Collettore di mandata completo di valvole di intercettazione a sfera
- 2) Collettore di ritorno completo di valvole di intercettazione a sfera
- 3) Coppia di zanche di fissaggio
- 4) Rubinetti di carico/scarico con portagomma
- 5) Coppia di termometri
- 6) Tappi di testa

## Accessori:

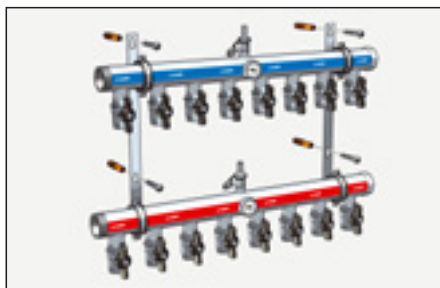
- 7) Raccordo a tre pezzi 2" F x M a bocchettone codice 588091
- 8) Raccordo a manico serie 942
- 9) Raccordo a diametro autoadattabile per tubi in plastica DARCAL serie 681

## Caratteristiche tecniche

Fluidi d'impiego:	acqua, soluzioni glicolate
Massima percentuale di glicole:	50%
Pressione max esercizio:	10 bar
Campo di temperatura:	-10÷110°C
Scala temperatura termometro:	0÷80°C
Attacchi principali:	2" M x 2" M
Diametro interno collettore:	Ø 54 mm
Interasse attacchi principali:	350 mm
Derivazioni:	3/4" F
Interasse derivazioni:	80 mm
Attacchi valvole di carico/scarico:	portagomma

## Praticità di installazione

Il collettore viene fornito preassemblato con le zanche di fissaggio, pronto per essere fissato direttamente a muro.



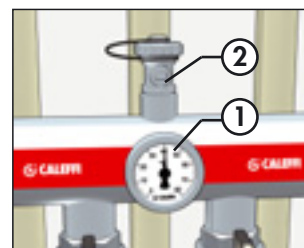
## Corpo in acciaio inox

L'acciaio inox con cui è costruito il collettore, conferisce maggior compattezza all'insieme non solo in sede di installazione ma anche in relazione alla destinazione di utilizzo (ambienti industriali). La lega in acciaio inox è inoltre vantaggiosa poiché consente l'impiego del collettore anche con acqua potabile e fluidi aggressivi.

## Termometri e rubinetti di carico/scarico

Il collettore viene fornito completo di pozzetti per termometri (1), forniti in confezione, per il controllo e la misura delle temperature di mandata e ritorno del fluido termovettore ed il controllo dello scambio termico del pannello radiante.

Per agevolare le operazioni di carico e scarico impianto, i rubinetti (2) sono incorporati nei collettori e posizionati sulla parte superiore in posizione centrale.



## Reversibilità attacchi

Il collettore è reversibile, ovvero, spostando i tappi di testa svitabili gli attacchi principali possono avere ingresso da destra o da sinistra.

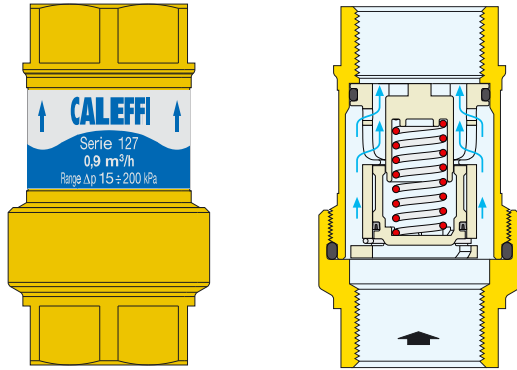
# Stabilizzatore automatico di portata compatto, con cartuccia in polimero

serie 127



Domanda di brevetto n° MI2004A001549

**AutoFlow**®



## Funzione

I dispositivi AutoFlow sono stabilizzatori automatici di portata, in grado di mantenere una portata costante di fluido al variare delle condizioni di funzionamento del circuito idraulico.

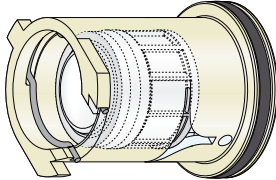
Questa particolare serie di dispositivi è dotata di un corpo valvola compatto e semplificato, per un agevole inserimento sulle tubazioni e per la migliore economicità dell'installazione.

## Gamma prodotti

Serie 127 Stabilizzatore di portata compatto, con cartuccia in polimero \_\_\_\_\_ misure 1/2", 3/4"

## Nuovo regolatore in polimero

L'elemento regolatore della portata è costruito completamente in polimero ad alta resistenza, appositamente scelto per l'uso nei circuiti degli impianti di climatizzazione ed idrosanitari.

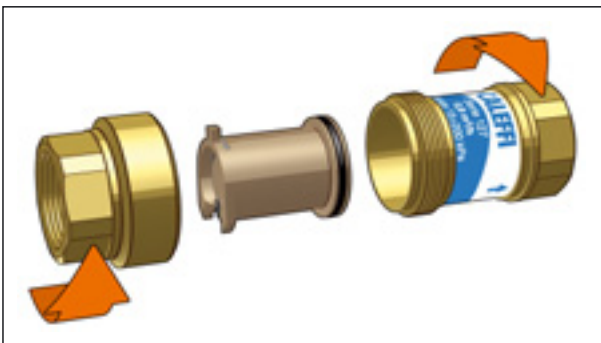


## Caratteristiche tecniche

### Prestazioni

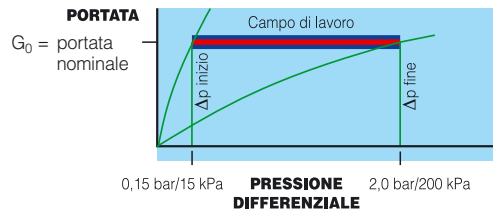
Fluido d'impiego:	acqua, soluzioni glicolate
Massima percentuale di glicole:	50%
Pressione massima di esercizio:	16 bar
Campo di temperatura d'esercizio:	0÷100°C
Range Δp:	15÷200 kPa
Portate:	0,12÷1,6 m³/h
Precisione:	± 10%
Attacchi:	1/2" e 3/4" F

## Smontaggio cartuccia



## Funzionamento entro il campo di lavoro

Se la pressione differenziale è compresa nel campo di lavoro, il pistone comprime la molla ed offre al fluido una sezione di libero passaggio tale da consentire il regolare flusso della **portata nominale** per cui l'AUTOFLOW è abilitato.



## Tabelle portate

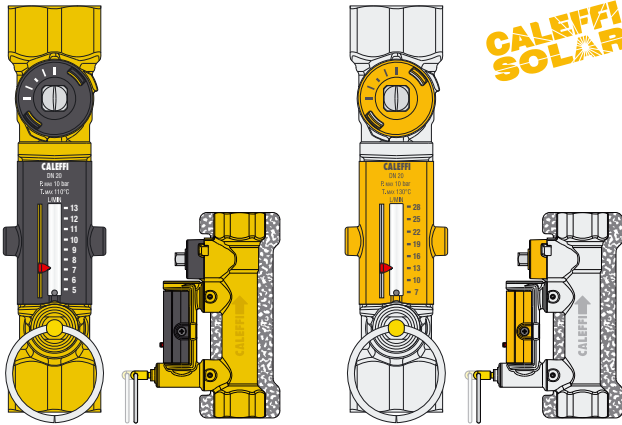
Codice	Misura	Δp minimo di lavoro (kPa)	Range Δp (kPa)	Portate (m³/h)
127141 ●●●	1/2"	15	15÷200	0,12; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2
127151 ●●●	3/4"	15	15÷200	0,12; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6

# Valvole di bilanciamento con flussometro

serie 132 - 258



Domanda di brevetto n° MI2007A000703



## Funzione

Le valvole di bilanciamento permettono di regolare con precisione la portata del fluido termovettore nei vari circuiti degli impianti. Uno speciale flussometro, ricavato in by-pass sul corpo valvola ed escludibile durante il normale funzionamento, consente di regolare la portata senza l'ausilio di manometri differenziali o grafici di taratura.

Una serie particolare di prodotti è stata realizzata inoltre per i circuiti degli impianti solari, che possono operare ad elevate temperature e con presenza di glicole.

**Complete di coibentazione.**

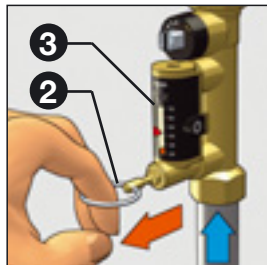
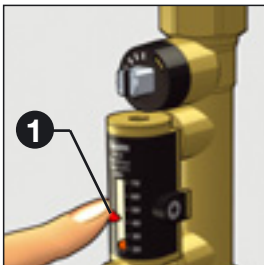
## Gamma prodotti

Serie **132** Valvole di bilanciamento con flussometro \_\_\_\_\_ misure 1/2" ÷ 2"

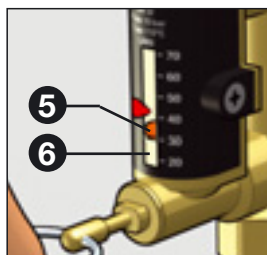
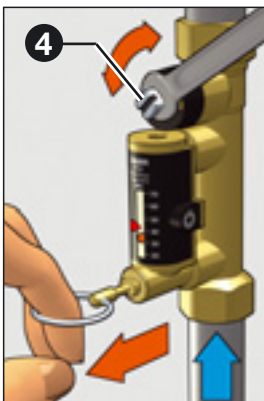
Serie **258 SOLAR** Valvole di bilanciamento con flussometro \_\_\_\_\_ misure 3/4", 1"

## Regolazione della portata

1. Presegnalare mediante l'ausilio dell'indicatore (1), la portata di riferimento alla quale dovrà essere regolata la valvola.
2. Aprire, mediante l'anello (2), l'otturatore che intercetta il passaggio del fluido nel flussometro (3) in condizioni di normale funzionamento.



3. Mantenendo aperto l'otturatore, agire con una chiave di manovra sull'asta di comando della valvola (4) per effettuare la regolazione della portata. Essa viene indicata da una sfera metallica (5), che scorre all'interno di una guida trasparente (6) a lato della quale è riportata una scala graduata di lettura espressa in l/min.



4. Conclusa l'operazione di bilanciamento, rilasciare l'anello dell'otturatore del flussometro che, grazie ad una molla interna, si riporterà automaticamente in posizione di chiusura.

## Caratteristiche tecniche

### Prestazioni

Fluido d'impiego: acqua, soluzioni glicolate  
 Massima percentuale di glicole: 50%  
 Pressione massima d'esercizio: 10 bar  
 Campo di temperatura d'esercizio: - serie 132 -10 ÷ 110°C  
 - serie 258 -30 ÷ 130°C  
 Unità misura scala portate: l/min  
 Attacchi: 1/2" ÷ 2" F

## Campi di portata

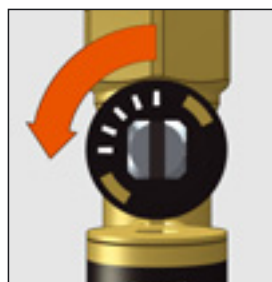
Codice	Misura	Portate (l/min)
132402	1/2"	2 ÷ 7
132512	3/4"	5 ÷ 13
132522	3/4"	7 ÷ 28
132602	1"	10 ÷ 40
132702	1 1/4"	20 ÷ 70
132802	1 1/2"	30 ÷ 120
132902	2"	50 ÷ 200

Codice	Misura	Portate (l/min)
258503	3/4"	2 ÷ 7
258523	3/4"	7 ÷ 28
258603	1"	10 ÷ 40

## Apertura e chiusura completa della valvola

Apertura completa

Chiusura completa

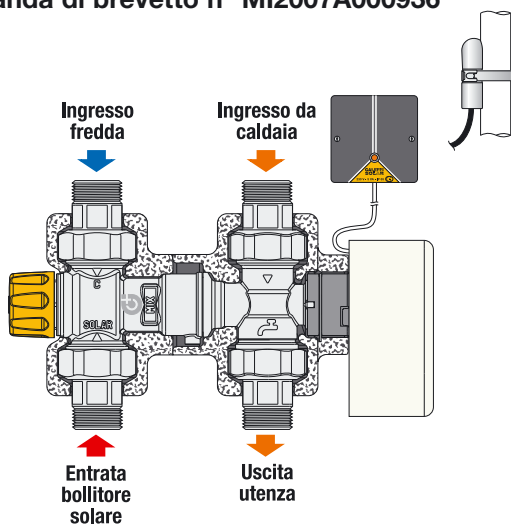


# Kit di collegamento solare-caldaia

## serie 264 SOLARNOCAL

Domanda di brevetto n° MI2007A000936

**CALEFFI**  
**SOLAR**



### Funzione

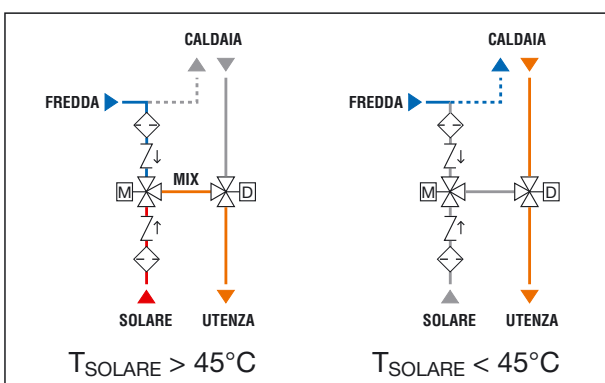
Un miscelatore termostatico antiscottatura, posto in ingresso al kit, controlla la temperatura dell'acqua in arrivo dall'accumulo solare.

Il termostato con sonda posizionata sulla mandata dell'acqua calda proveniente dall'accumulo solare comanda la valvola deviatrice, posta in uscita al kit. In funzione della temperatura impostata, la valvola devia l'acqua tra il circuito d'utenza e quello della caldaia, **senza integrazione termica**.

### Gamma prodotti

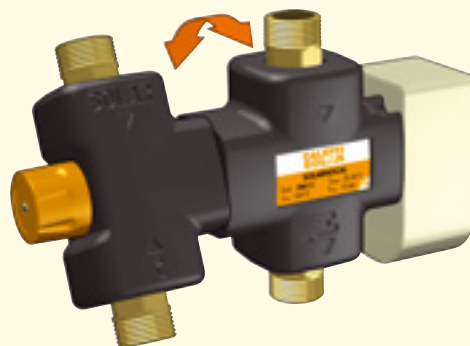
Cod. 264352 Kit di collegamento solare-caldaia \_\_ Misura 3/4"

### Schema idraulico



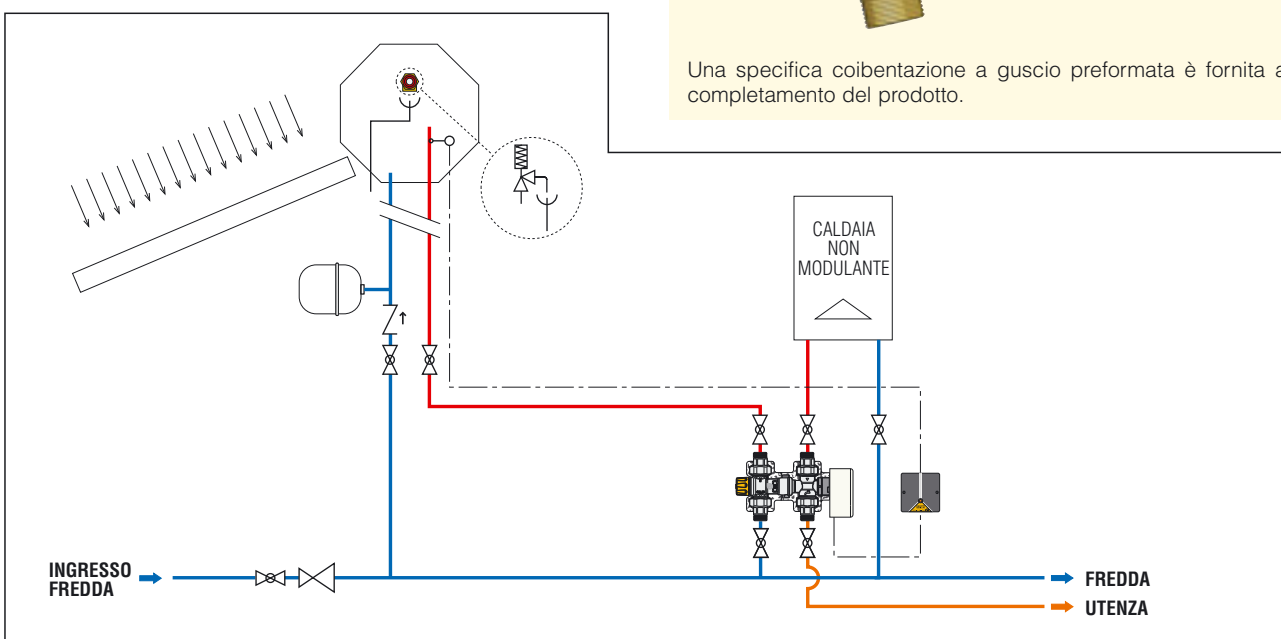
### Accoppiamento miscelatore-valvola

L'accoppiamento miscelatore-valvola adottato sui kit di collegamento solare-caldaia Solarinocal e Solarnocal permette la rotazione di 360° del miscelatore, per meglio adattarsi alle più svariate esigenze impiantistiche.



Una specifica coibentazione a guscio preformata è fornita a completamento del prodotto.

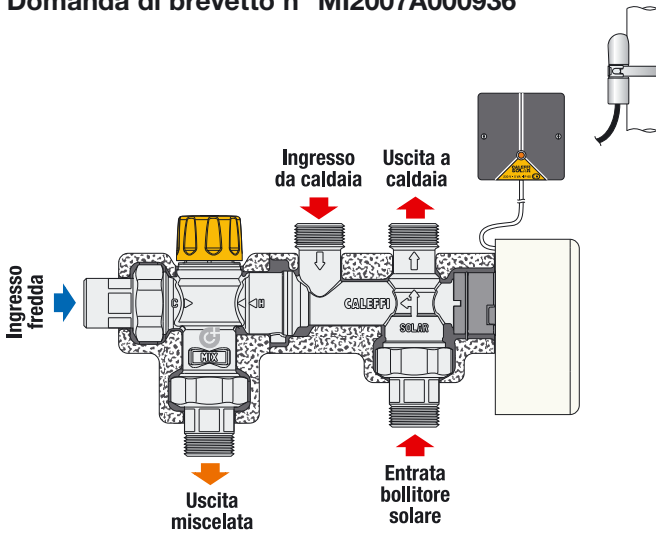
### Schema applicativo kit Solarnocal



## serie 265 SOLARINCAL

Domanda di brevetto n° MI2007A000936

**CALEFFI**  
**SOLAR**



### Funzione

Il termostato con sonda posizionata sulla mandata dell'acqua calda proveniente dall'accumulo solare comanda la valvola deviatrice, posta in ingresso al kit. In funzione della temperatura impostata, la valvola devia l'acqua tra il circuito d'utenza e quello della caldaia, **con integrazione termica**.

Un miscelatore termostatico antiscottatura, posto all'uscita del kit, controlla e limita sempre la temperatura dell'acqua inviata all'utenza.

### Gamma prodotti

Cod. 265352 Kit di collegamento solare-caldaia \_\_ Misura 3/4"

### Caratteristiche tecniche

#### Miscelatore

Pressione max esercizio: 10 bar  
Campo di regolazione temperatura: 35÷55°C  
Temperatura max ingresso primario: 100°C

#### Valvola deviatrice

Pressione max esercizio: 10 bar  
Campo di temperatura d'esercizio: -5÷110°C

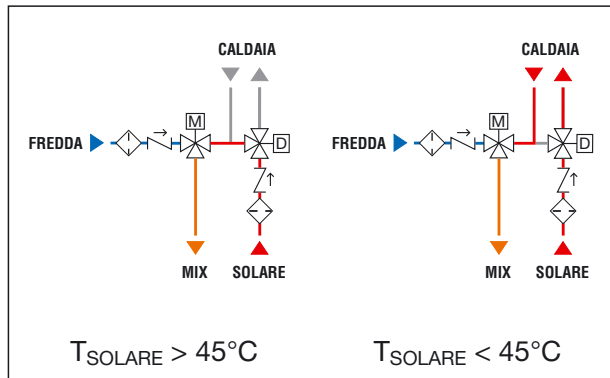
#### Servocomando

Tipo a tre contatti  
Alimentazione: 230 V (ac)  
Assorbimento: 4 VA  
Portata contatti micro ausiliario: 0,8 A  
Campo di temperatura ambiente: 0÷55°C  
Grado di protezione: IP 44 (asta di comando in verticale)  
IP 40 (asta di comando in orizzontale)  
Tempo di manovra: 40 s (rotazione di 90°)

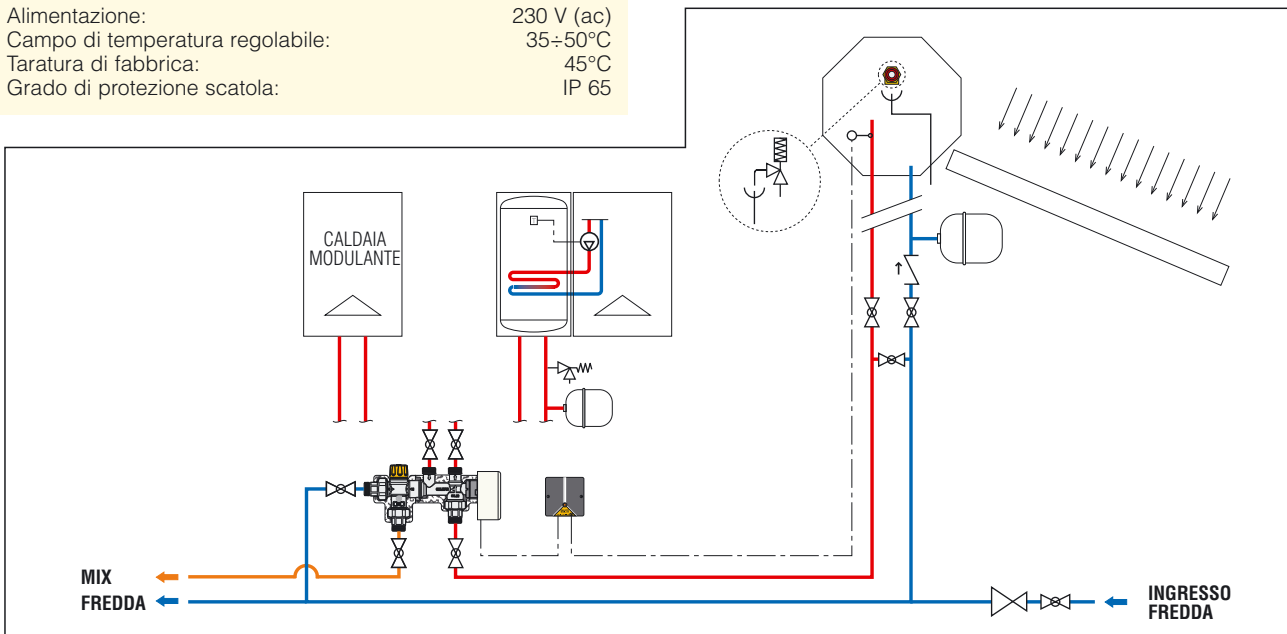
#### Termostato con sonda

Alimentazione: 230 V (ac)  
Campo di temperatura regolabile: 35÷50°C  
Taratura di fabbrica: 45°C  
Grado di protezione scatola: IP 65

### Schema idraulico

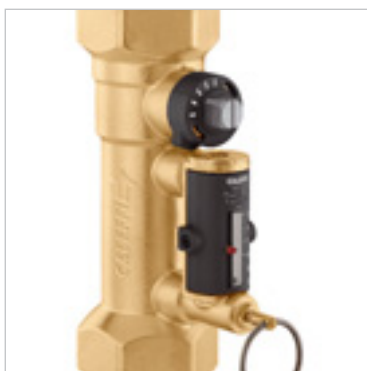


### Schema applicativo kit Solarinval





Regolazione della portata  
**DIRETTA, PRECISA, VELOCE.**



Serie **132** Valvole di bilanciamento con flussometro

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

- Indicatore portata a movimento magnetico
- Messa in servizio semplificata senza strumenti di misura
- Con coibentazione a guscio preformato
- Disponibili in una gamma completa
- Domanda di brevetto n. MI2007A000703

CALEFFI SOLUTIONS MADE IN ITALY

 **CALEFFI**  
Hydronic Solutions