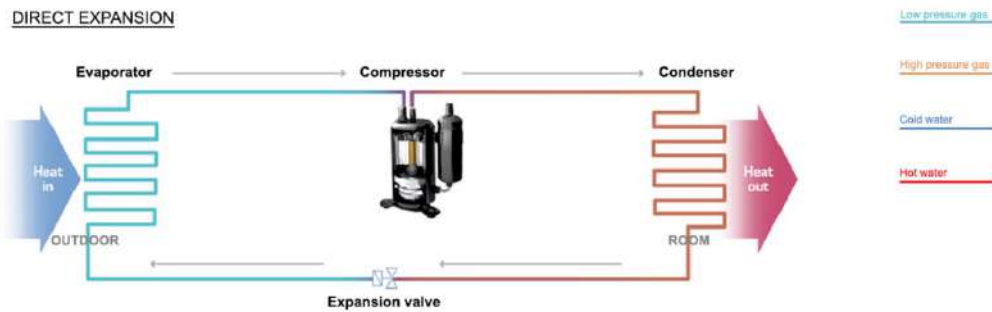


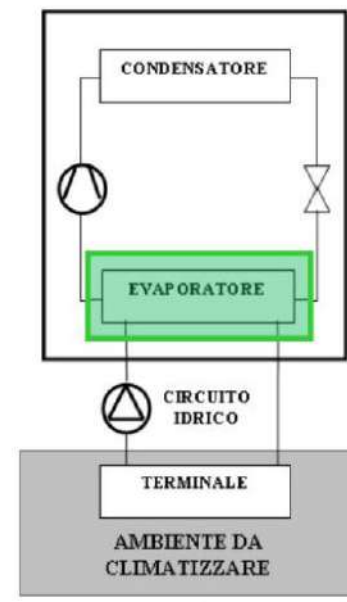
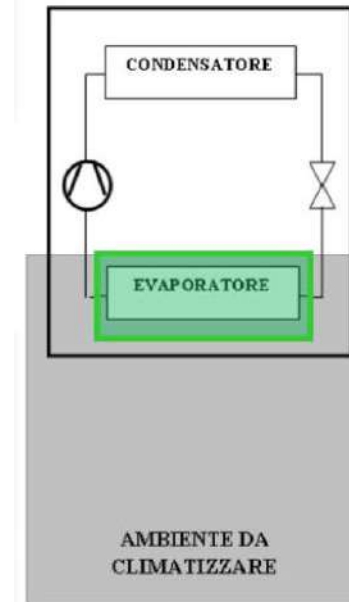
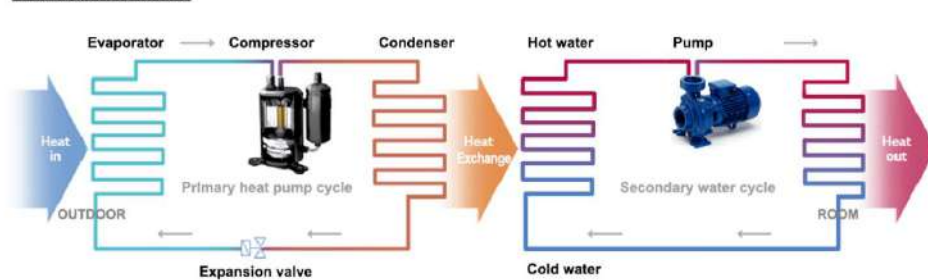
IMPIANTI HVAC:

SISTEMI IDRONICI E AD ESPANSIONE DIRETTA A CONFRONTO

DIRECT EXPANSION



HYDRONIC SOLUTION



OBIETTIVO DELL'INTERVENTO



Focus sui sistemi impiantistici idronici e ad espansione diretta.

Caratteristiche e differenze delle due tecnologie.

ARGOMENTI TRATTATI

- DEFINIZIONI GENERALI
- CICLO FRIGORIFERO
- PRINCIPI GENERALI DI FUNZIONAMENTO DEI DUE SISTEMI
- DIFFERENZE E LIMITI DEI DUE SISTEMI
- PRODUZIONE CALDO FREDDO CONTEMPORANEA
- CASI PRATICI



DEFINIZIONE DEGLI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO

Impianti di climatizzazione (UNI 10339): *Sistemi che effettuano il controllo continuativo delle “condizioni termiche, igrometriche, di qualità e di movimento dell’aria comprese entro i limiti richiesti per assicurare il benessere alle persone*

Scopo fondamentale:

- **Realizzare e mantenere** nel tempo **condizioni di benessere termoisgrometrico** all’interno degli edifici per un agevole svolgimento delle attività in condizioni di comfort per gli occupanti.

Controllano i parametri che influenzano il benessere ambientale, in particolare:

- **Temperatura ambiente,**
- **Umidità relativa**
- **Velocità**
- **Purezza dell’aria.**

IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE



Invernale

Riscaldamento se operano solo sulla temperatura invernale

Termoventilazione se controllano temperatura inv. e qualità dell'aria

Climatizzazione se controllano tutti e 3 i parametri



Estivo

Raffrescamento se operano su temperatura e umidità (latente e sensibile)

Climatizzazione se controllano tutti e tre i parametri

LA CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

Gli impianti sono realizzati con lo scopo di mantenere all'interno degli ambienti confinati condizioni termoigrometriche adeguate alla loro destinazione d'uso

Possono essere classificati in:

- **impianti di riscaldamento** (controllo della temperatura dell'aria in condizioni invernali);
- **impianti di condizionamento** (controllo di temperatura, umidità relativa, velocità e purezza dell'aria in condizioni sia invernali che estive);
- **impianti di climatizzazione** (controllo di temperatura, umidità relativa, velocità e purezza dell'aria in condizioni sia invernali che estive anche per singola grandezza);
- **impianti di ventilazione meccanica controllata (VMC)** consentono il ricambio d'aria con l'ambiente esterno in modo controllato senza sprechi di energia;
- **apparecchi autonomi** (controllo della temperatura dell'aria in un numero limitato di locali, in condizioni sia invernali che estive).

DEFINIZIONI

L'impianto idronico – o **sistema idronico** – è una tipologia di [impianto di climatizzazione](#) **caldo e freddo** che utilizza l'**acqua come fluido termovettore**.

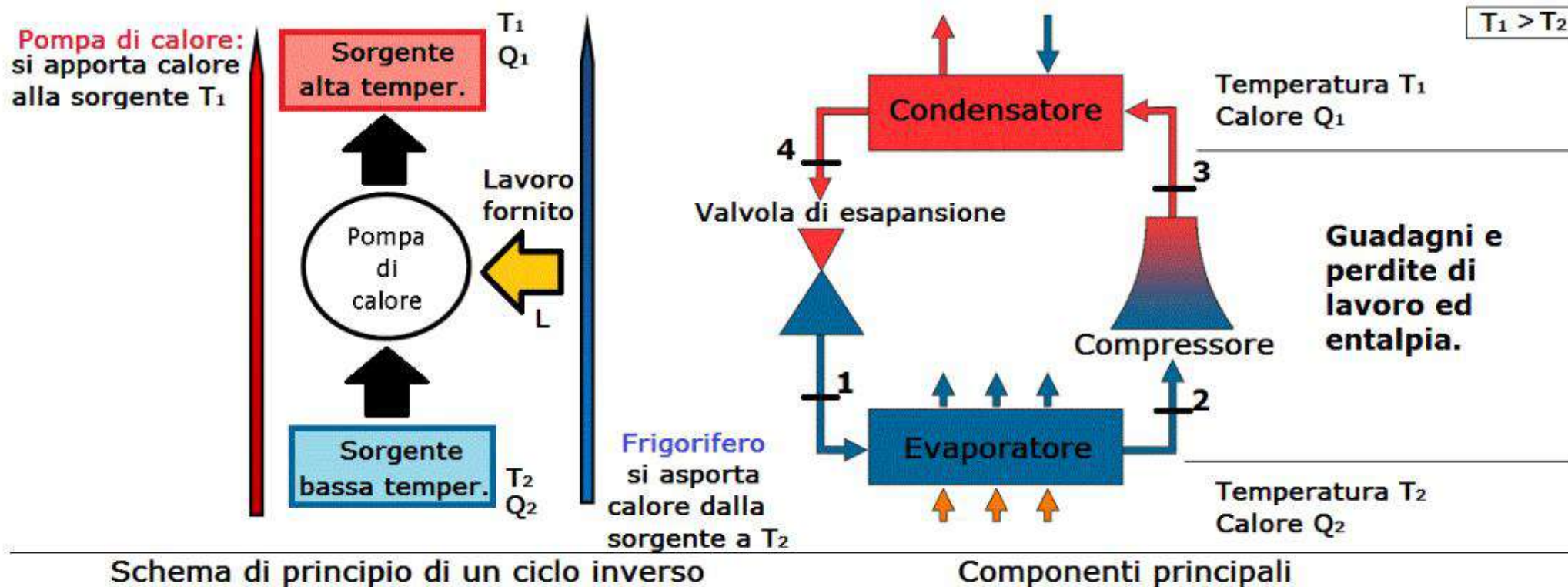
Idronico significa che la distribuzione di energia termica o frigorifera avviene per mezzo di **tubazioni** nelle quali circola acqua o una miscela di acqua e glicole.

L'impianto o **sistema ad espansione diretta** è una tipologia di [impianto di climatizzazione](#) **caldo e freddo** che utilizza un gas (HFC)¹ **come fluido termovettore** ed è sempre costituito sempre da almeno una unità di produzione termo-frigorifera esterna (motocondensante o motoevaporante), dotata di compressore e una o più unità interne dotate di batteria di scambio e ventilatore.

Una particolare tipologia di impianti ad espansione diretta sono i cosiddetti VRF (*Variable Refrigerant Flow*) o VRV (*Variable Refrigerant Volume*) che consentono di ottenere efficienze elevate

1.Gli Idrofluorocarburi (HFC) sono gas refrigeranti che hanno fatto il loro ingresso nel mercato alla fine degli anni 80 in sostituzione dei Clorofluorocarburi (CFC) e degli Idroclorofluorocarburi (HCFC) sostanze dannose per l'ozono stratosferico.

POMPA DI CALORE REVERSIBILE



CICLO DI CARNOT INVERSO

Sottosistema di generazione

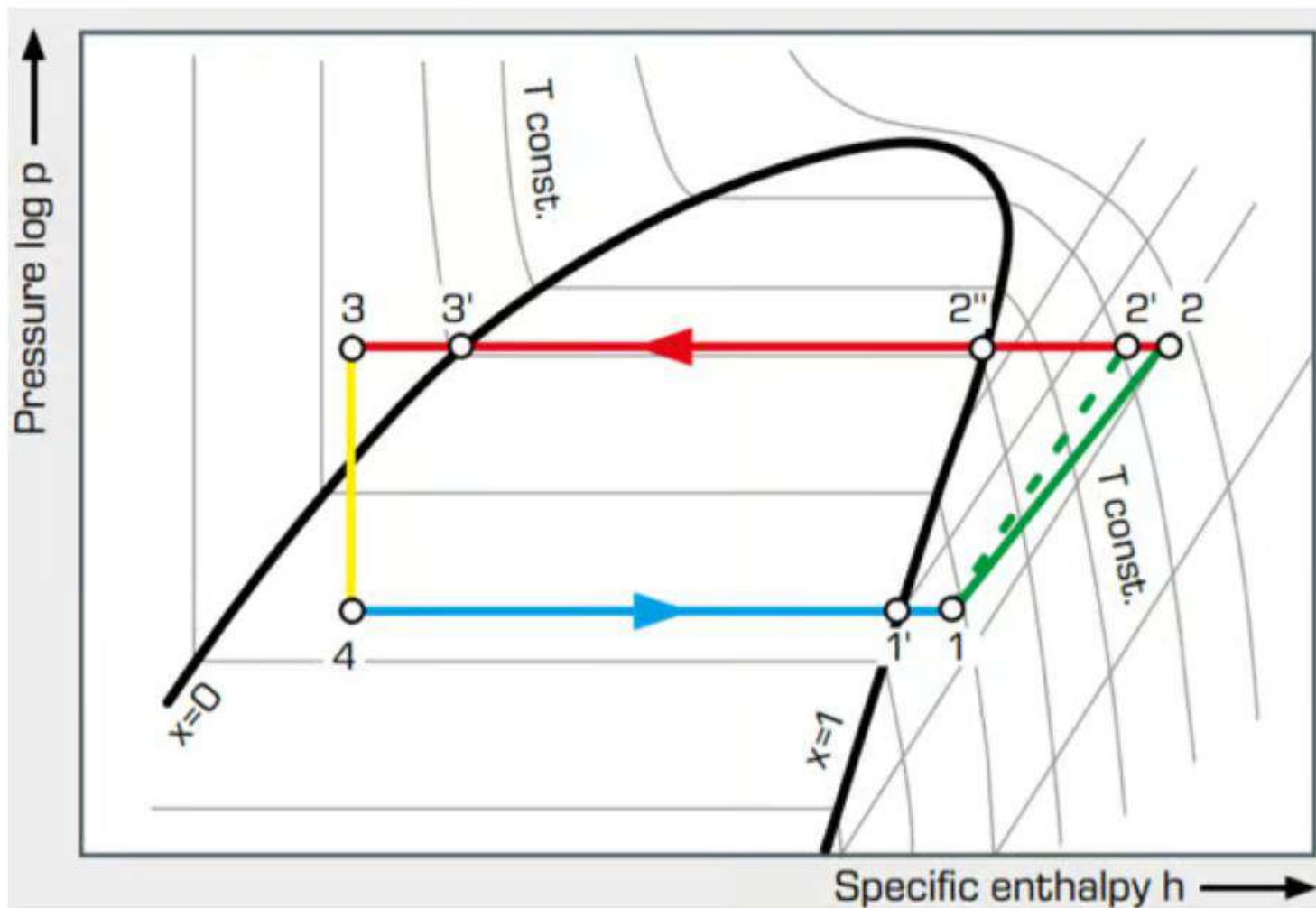
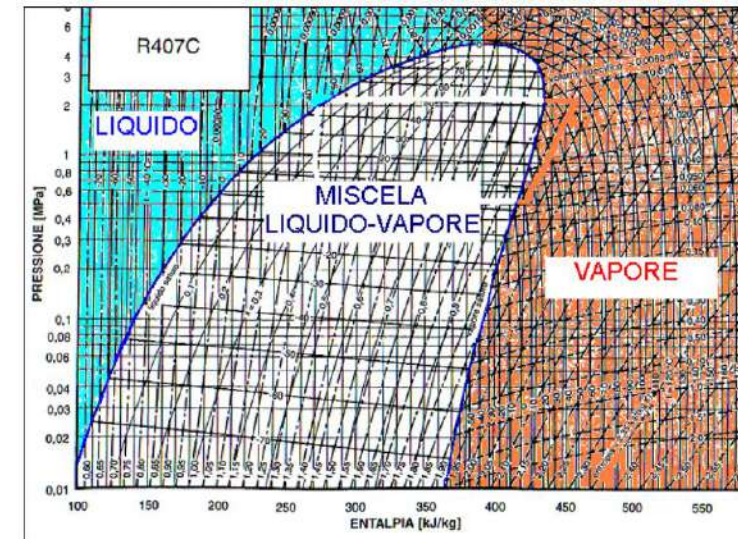


Diagramma di Mollier

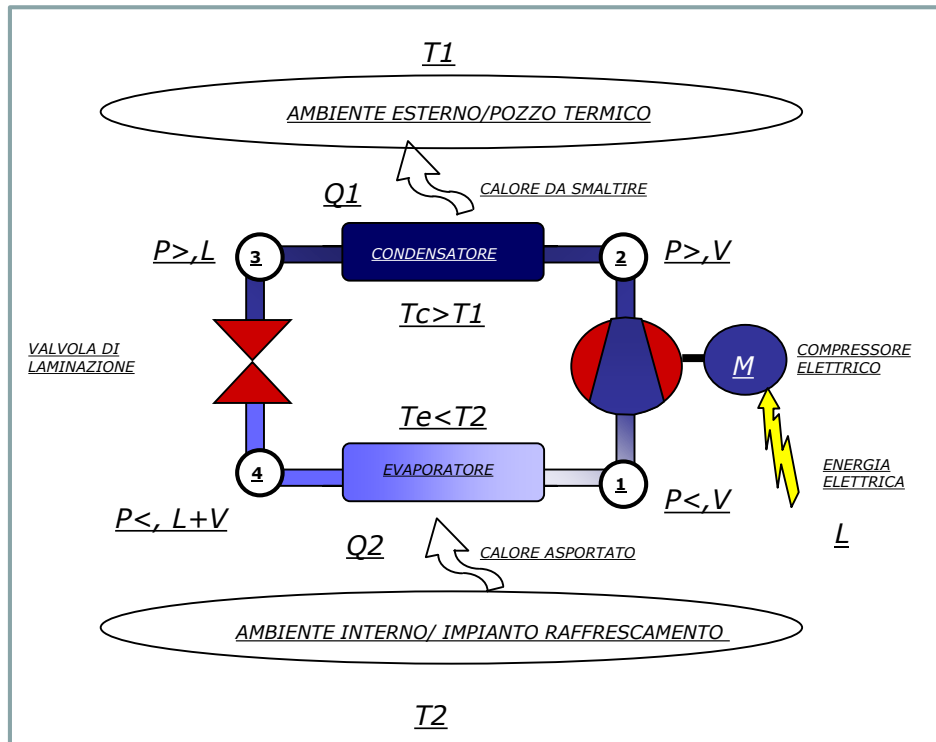


- Verde = compressore
 - Rosso = condensatore
 - Giallo = valvola di espansione
 - Blu = evaporatore
-
- 1 - 2 compressione poltropica alla pressione di condensazione (per confronto compressione isentropica 1 - 2')
 - 2 - 2'' raffreddamento isobarico, deriscaldamento del vapore surriscaldato
 - 2'' - 3' condensazione isobarica
 - 3' - 3 raffreddamento isobarico, sottoraffreddamento del liquido
 - 3 - 4 espansione isentalpica alla pressione di evaporazione
 - 4 - 1' evaporazione isobarica
 - 1' - 1 riscaldamento isobarico, surriscaldamento del vapore

CICLO DI CARNOT INVERSO

Sottosistema di generazione

Ciclo frigorifero: gruppo frigorifero



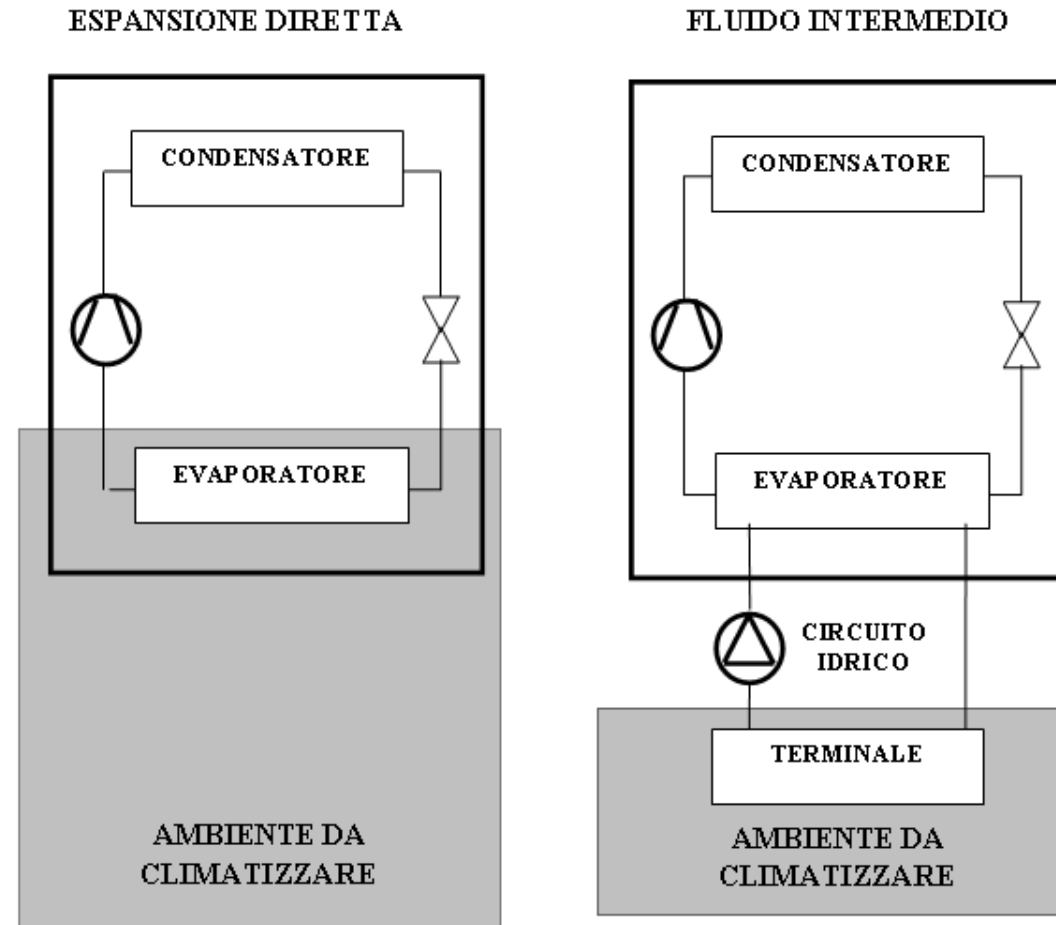
Evaporatore: il refrigerante passa dallo stato liquido allo stato vapore (BASSA PRESSIONE)

Compressore: il refrigerante aspirato viene compresso aumentando pressione e temperatura

Condensatore: il refrigerante passa dallo stato vapore a quello liquido (ALTA PRESSIONE)

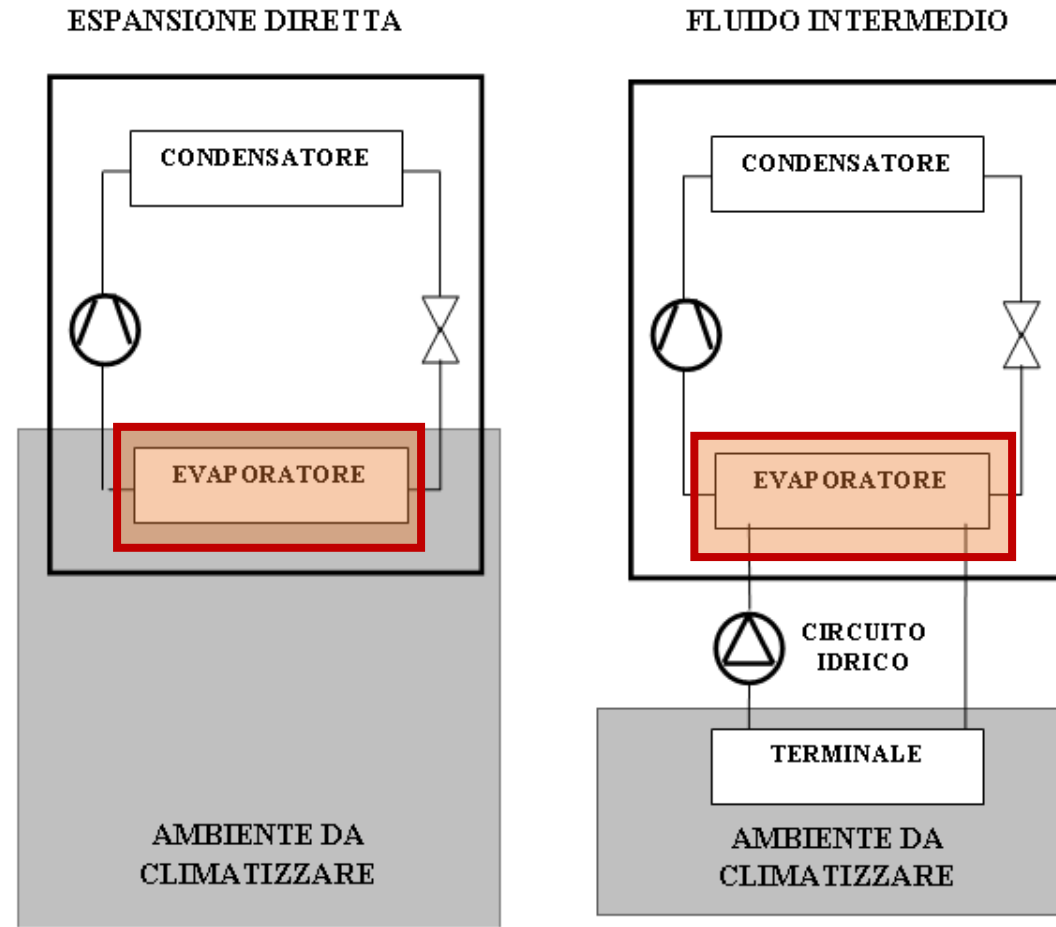
Valvola di laminazione: il refrigerante torna alla pressione di evaporazione

Impianti idronici ed impianti ad espansione diretta: le differenze

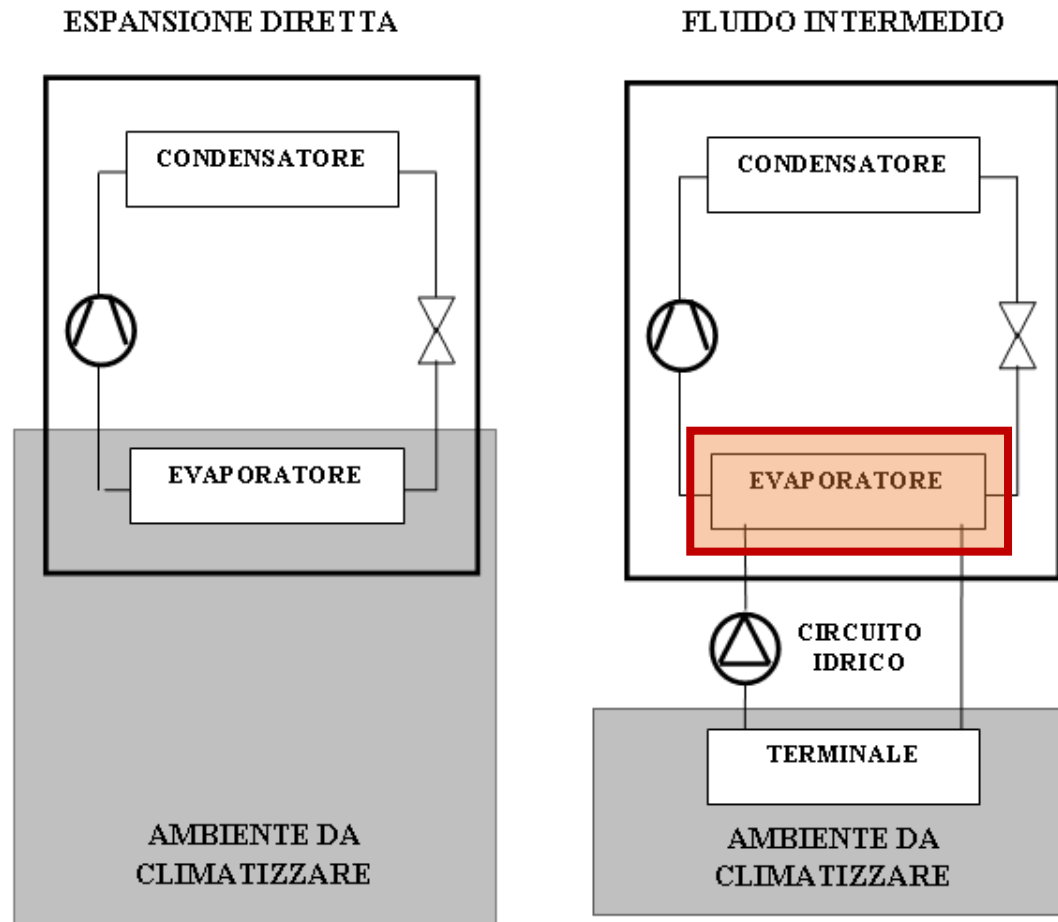


Impianti idronici ed impianti ad espansione diretta: le differenze

1- Posizione evaporatore



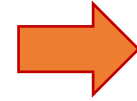
Impianti idronici ed impianti ad espansione diretta: le differenze



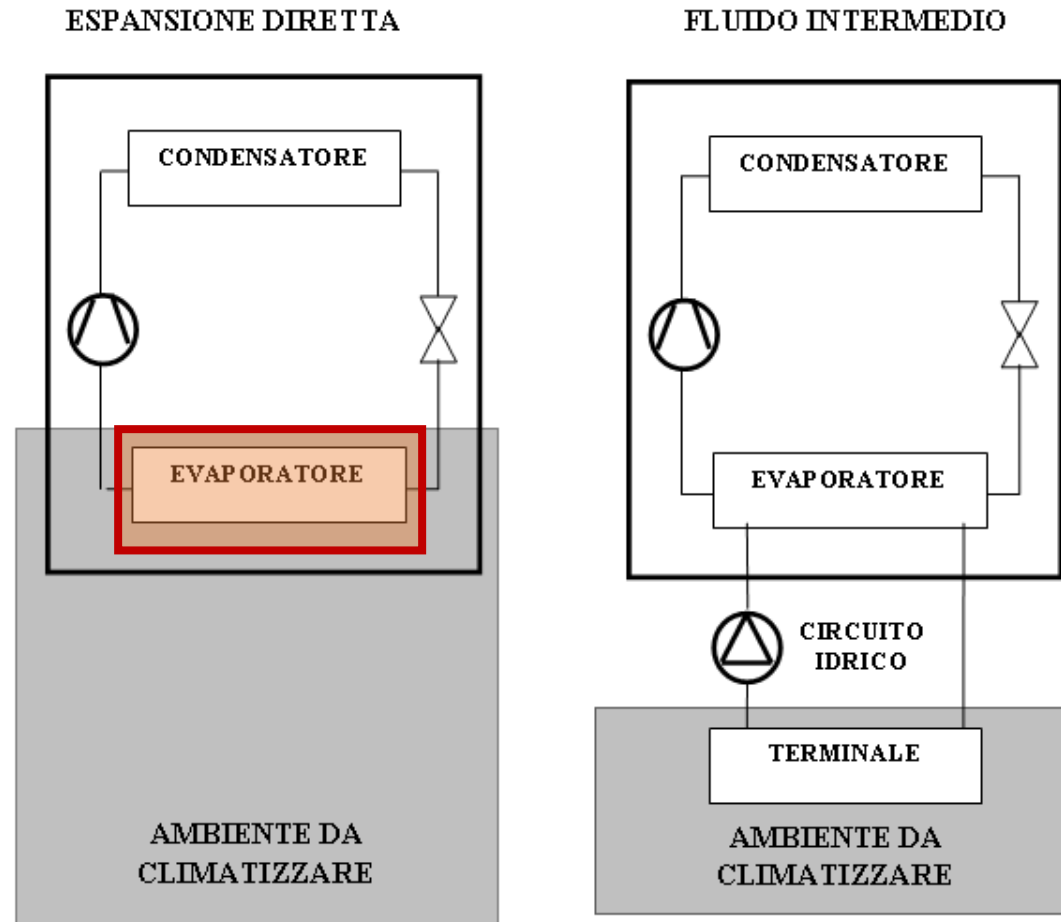
Vita autonoma rispetto all'ambiente da climatizzare

Impianti idronici ed impianti ad espansione diretta: le differenze

Inserito nell'ambiente da climatizzare

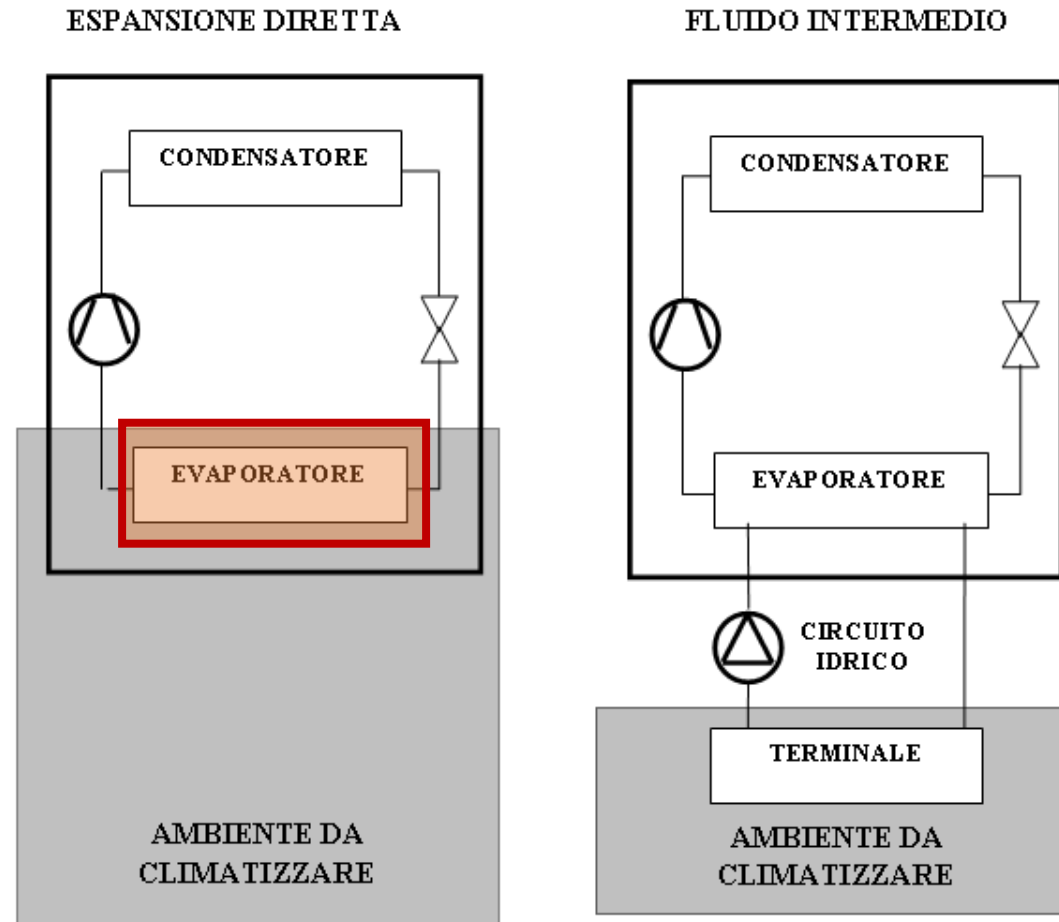


Il suo funzionamento ne è influenzato



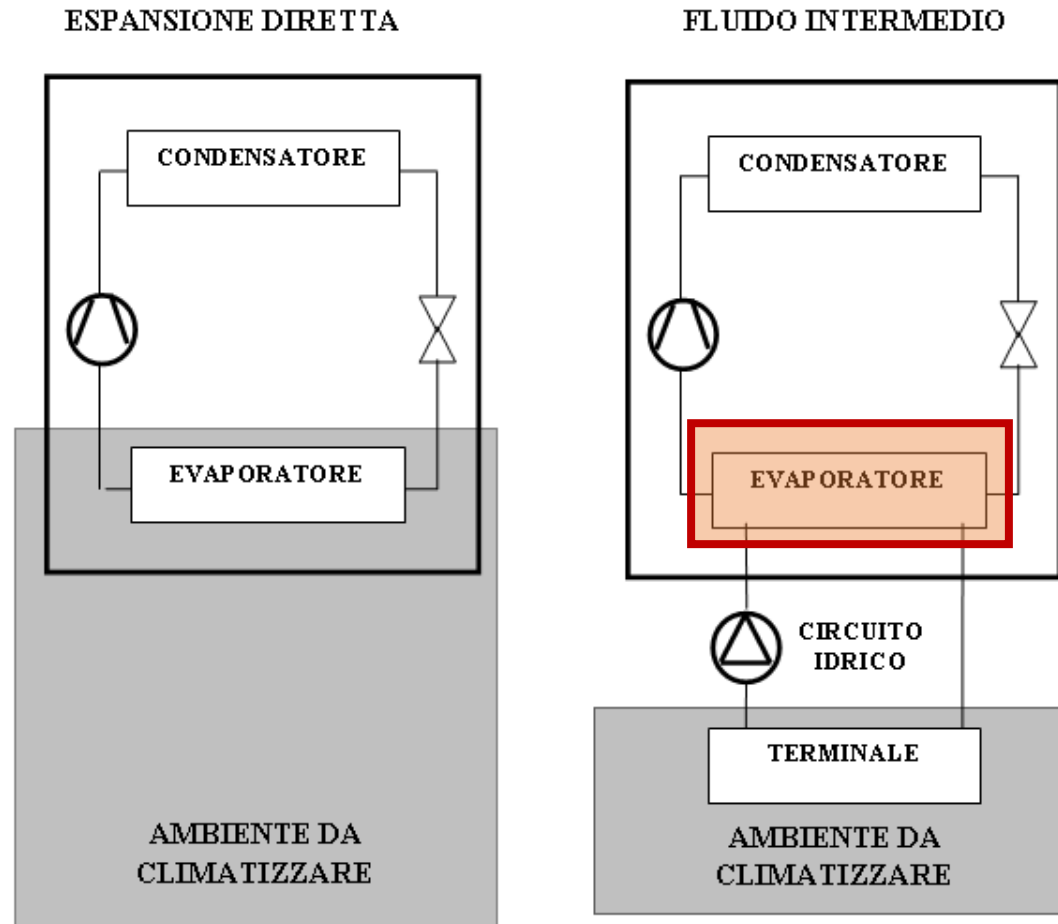
Impianti idronici ed impianti ad espansione diretta: le differenze

Scambio di calore
SENSIBILE e LATENTE



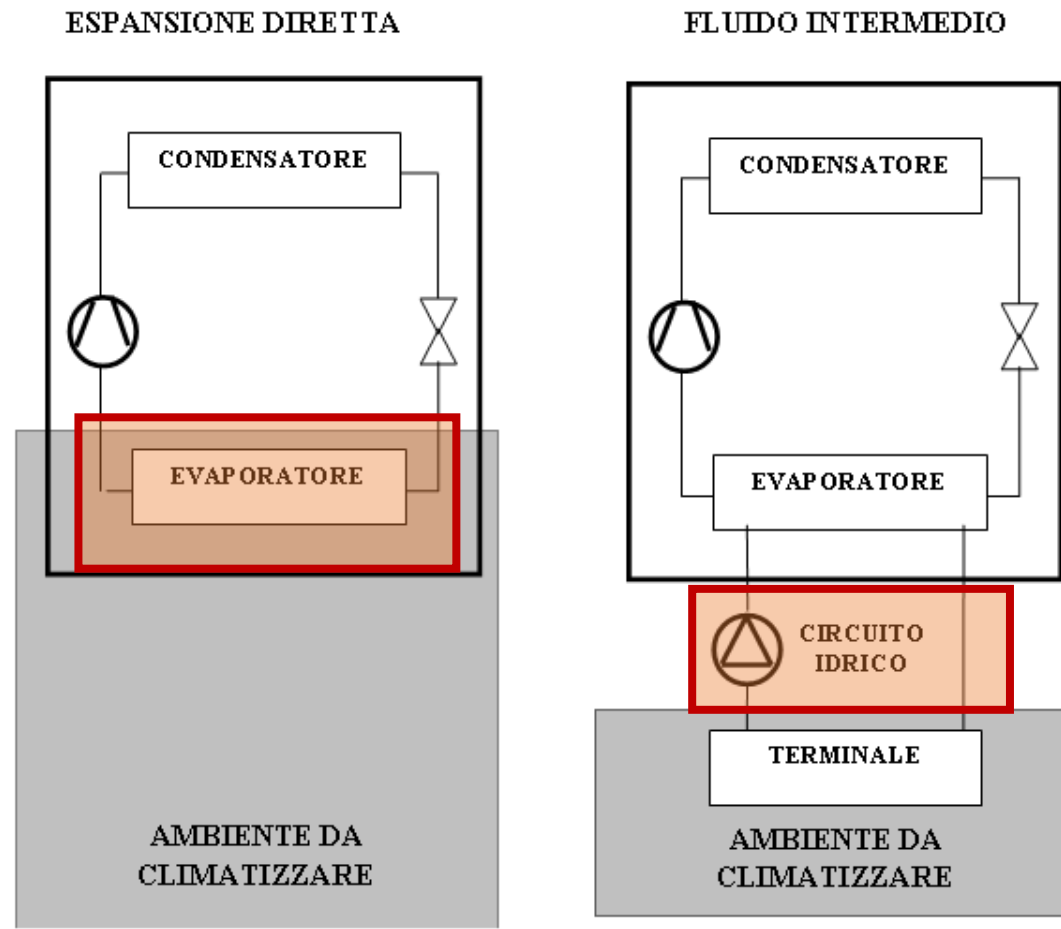
Impianti idronici ed impianti ad espansione diretta: le differenze

Scambio di calore
SOLO SENSIBILE



Impianti idronici ed impianti ad espansione diretta: le differenze

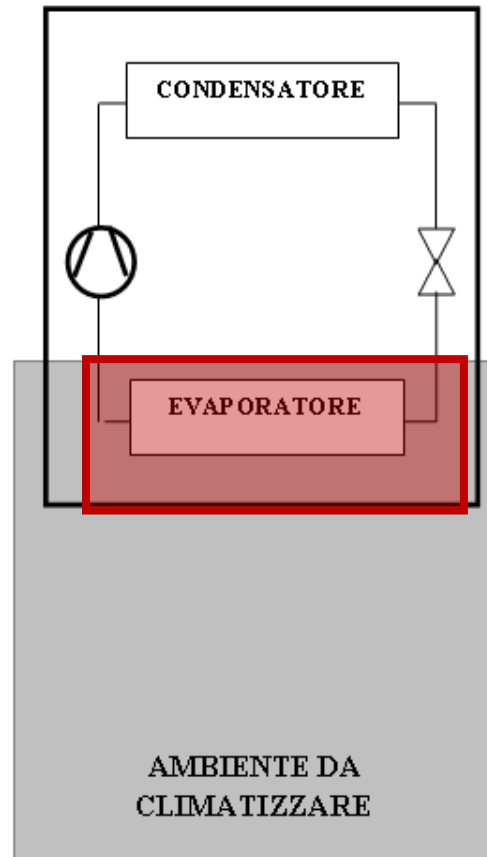
2- Fluido vettore



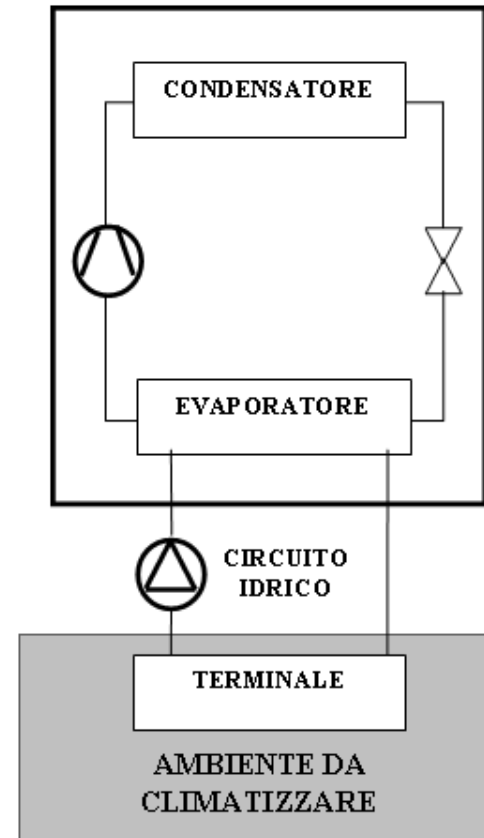
Impianti idronici ed impianti ad espansione diretta: le differenze

E' REFRIGERANTE

ESPANSIONE DIRETTA

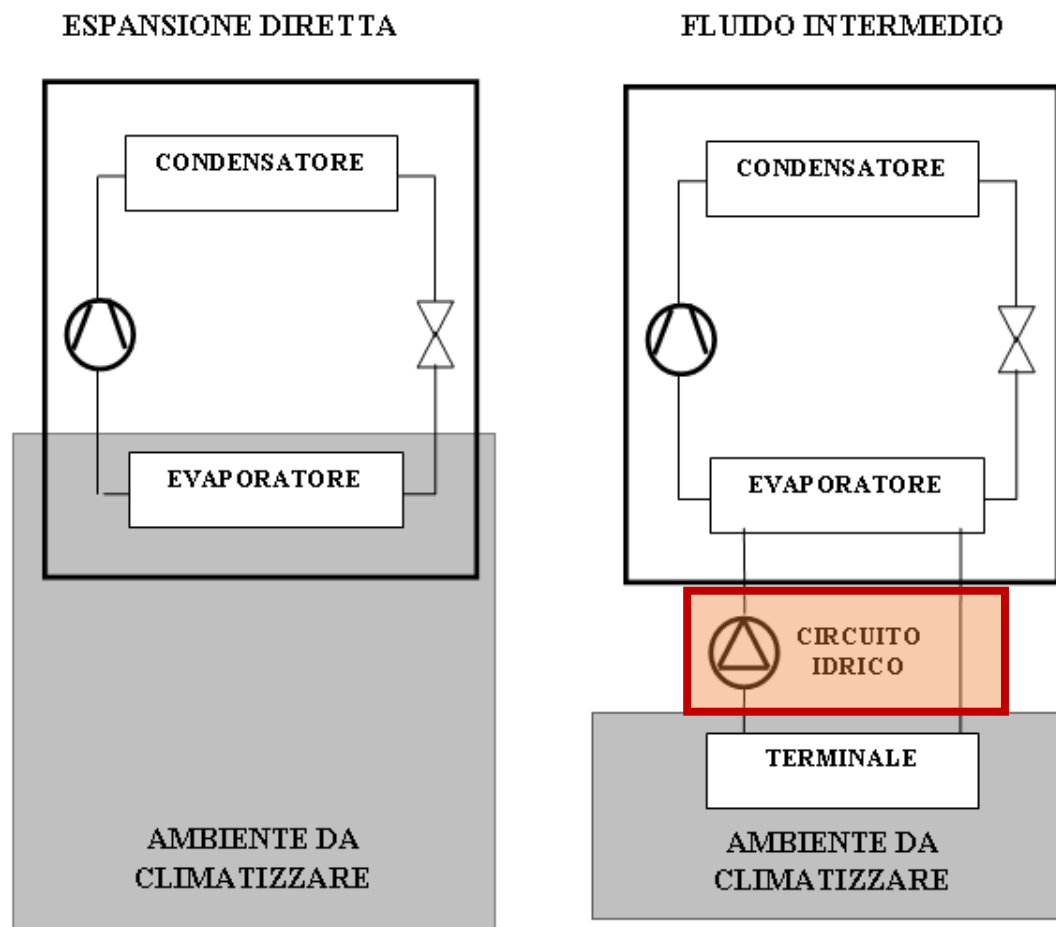


FLUIDO INTERMEDIO



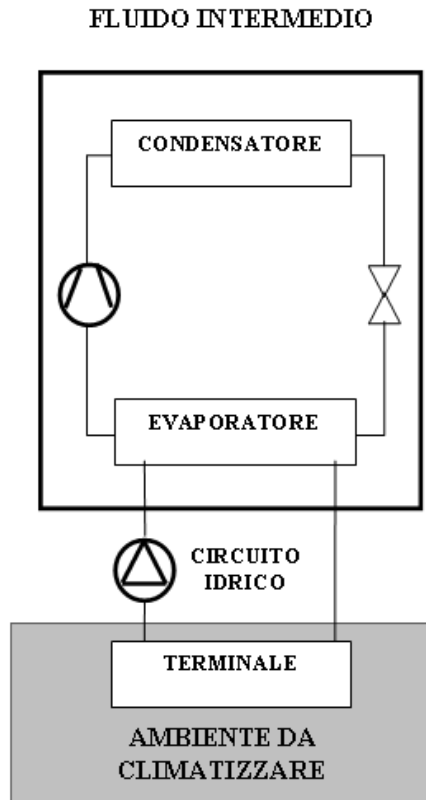
Impianti idronici ed impianti ad espansione diretta: le differenze

E' ACQUA



Lunghezza tubazioni Generatore -Terminali

SISTEMA IDRONICO



1. **NON INFLUISCE** sulla resa e sulla efficienza del generatore che ha vita autonoma rispetto al resto dell'impianto;
2. **INFLUISCE** sull'efficienza globale dell'impianto (consumo pompa)



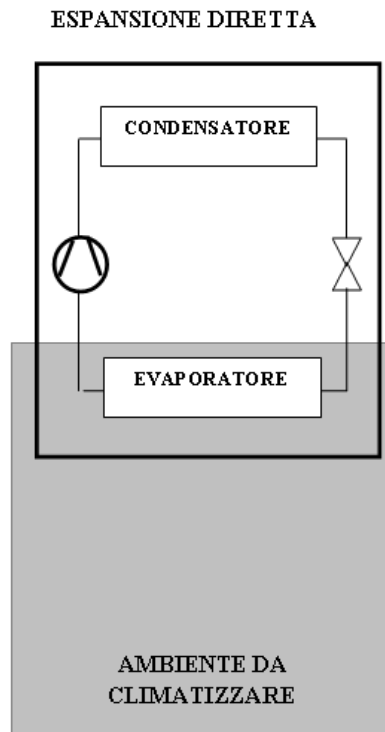
IL LIMITE NEL DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI
DIPENDE DALLA POMPA SELEZIONATA

Lunghezza tubazioni Generatore -Terminali

SISTEMA AD ESPANSIONE DIRETTA

INFLUISCE sulla efficienza e sulla resa del sistema

$$EER = \frac{\text{Effetto Utile}}{\text{Lavoro Compressore}}$$



Lavoro Compressore **AUMENTA** perché:

- Aumenta il salto di pressione
- Si riduce il rendimento del compressore

La potenza **DIMINUISCE** perché:

- Diminuisce densità del refrigerante
- Diminuisce il rendimento volumetrico del compressore

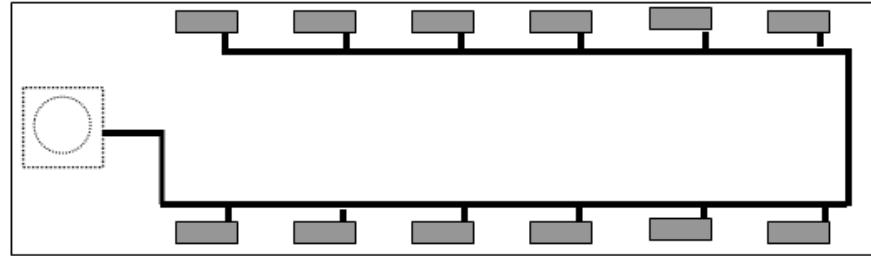


BISOGNA **OTTIMIZZARE LE LUNGHEZZE DELLE**
TUBAZIONI PERCHE' ESISTE UN LIMITE

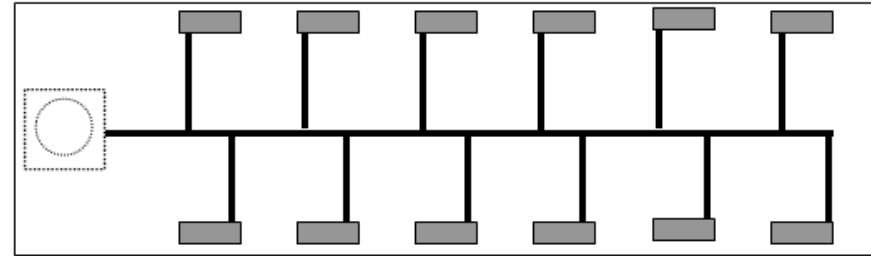
Lunghezza tubazioni Generatore -Terminali

SOLUZIONI VALIDE PER ENTRAMBI I SISTEMI

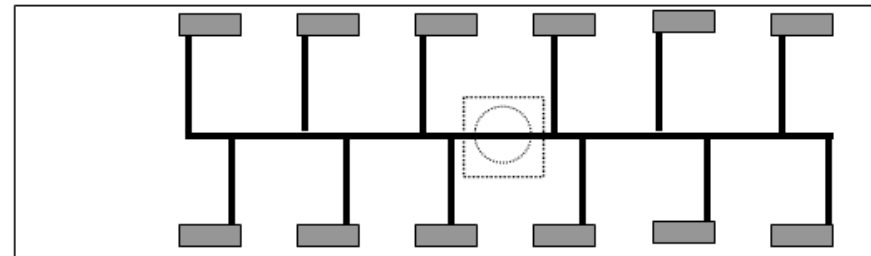
SOLUZIONE 1: il circuito frigorifero è molto lungo perché segue il disegno delle pareti lungo le quali sono installate le unità interne.



SOLUZIONE 2: la lunghezza equivalente del circuito è circa la metà rispetto alla soluzione 1, perché un'unica dorsale centrale collega le unità interne lungo i due lati.



SOLUZIONE 3: la lunghezza equivalente è circa dimezzata rispetto alla soluzione 2, perché l'unità esterna è posta a circa metà della dorsale, che viene così divisa in due tratti paralleli tra loro.



UNITA' ESTERNA SUL TETTO

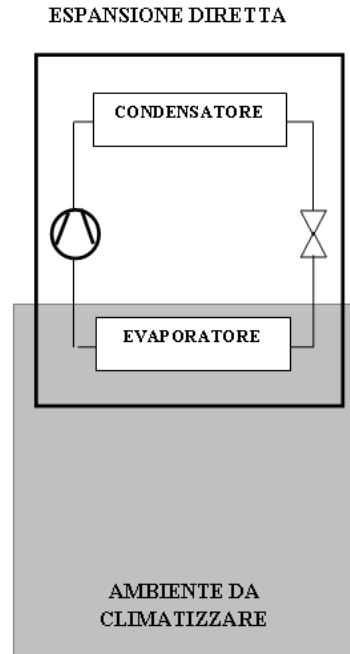


UNITA' INTERNE

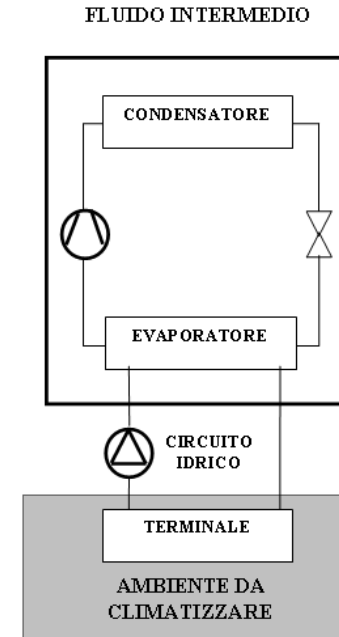
Problema del ritorno dell'olio al compressore (accentuato nei sistemi ad espansione diretta)

- La fuoruscita dell'olio del compressore è un fenomeno assolutamente congenito presente in **tutti circuiti frigoriferi**.
 - Generalmente l'olio tende a **fermarsi all'interno degli scambiatori** in particolare all'interno dell'evaporatore.
 - L'olio viene **trascinato molto facilmente dal refrigerante in fase liquida**, peggio dal refrigerante in fase vapore specialmente nella linea di aspirazione, quindi durante il funzionamento estivo.
 - Per far tornare l'olio con il refrigerante in fase vapore, bisogna **garantire una velocità** del refrigerante nelle linee di mandata e aspirazione superiore a **3 m/s** anche ai carichi parziali.
 - **Cicli di ritorno dell'olio**: sono attivati, dai sensori che misurano la temperatura dell'olio, quando questa è troppo elevata.
-

Problema del ritorno dell'olio al compressore (accentuato nei sistemi ad espansione diretta)

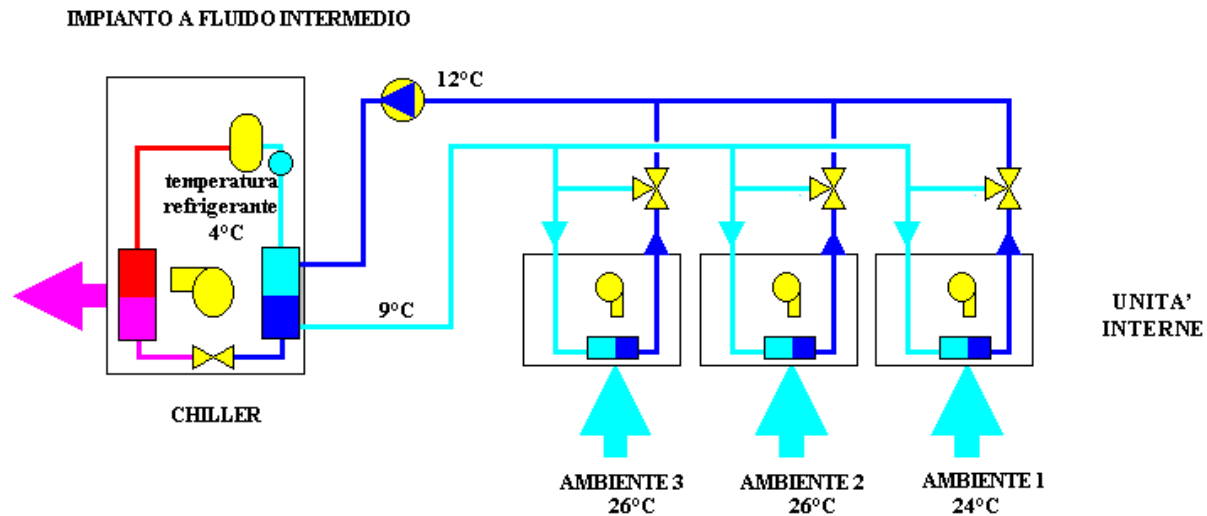
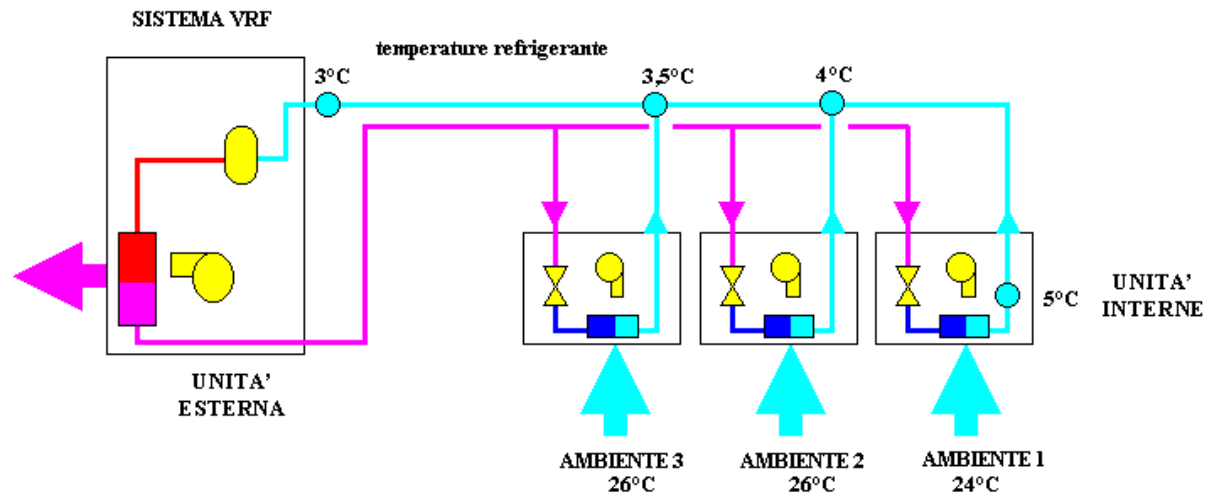


Operazione «delicata»: l'olio si trova **all'interno dell'impianto** (in due sezioni)



Operazione semplice: Olio rimane **all'interno della macchina** (monoblocco)

Influenza della temperatura aria ambiente

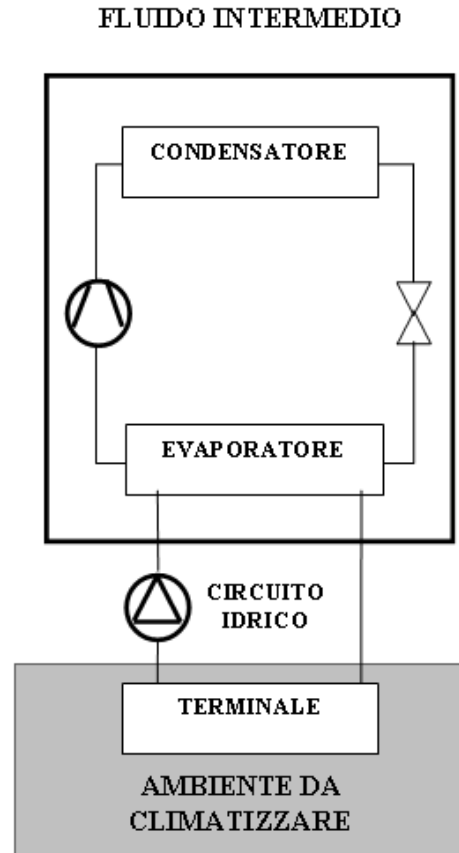


Le prestazioni dei sistemi ad espansione diretta sono influenzate anche dalle condizioni ambiente, non solo dalle condizioni dell'aria esterna.

Il motivo è semplice: le unità interne sono parte integrante del circuito frigorifero e la temperatura di evaporazione in estate, e di condensazione in inverno, sono pertanto condizionate dalla temperatura dell'aria ambiente e, in estate, anche dall'umidità dell'aria

Dislivello tra generatore/unità esterne e unità interne

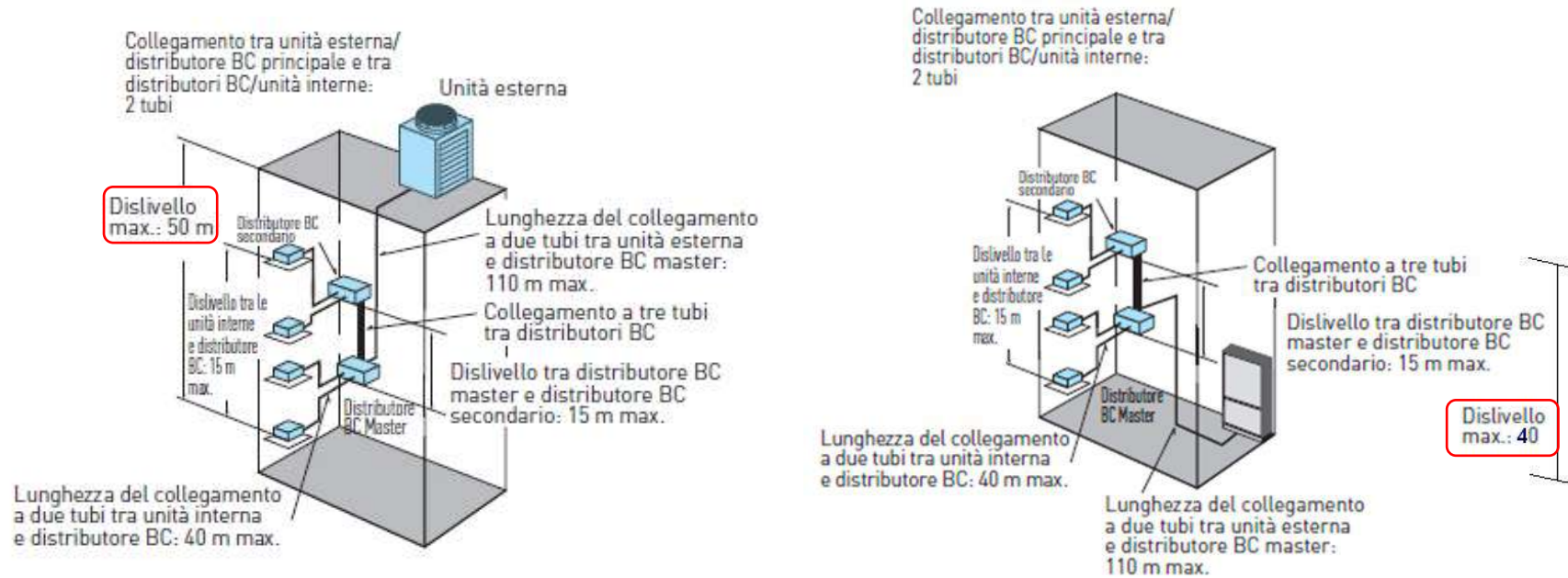
SISTEMA IDRONICO



- E' necessario dimensionare opportunamente le pompe (circolatori) del circuito idronico

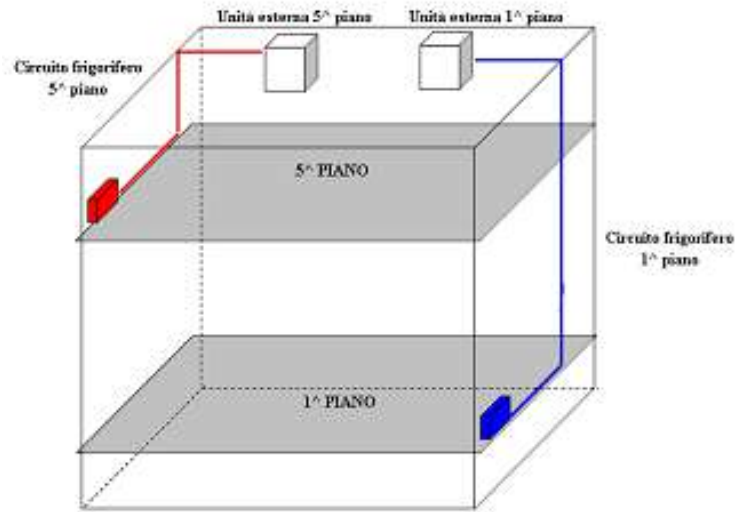
Dislivello tra generatore/unità esterne e unità interne

ESPANSIONE DIRETTA



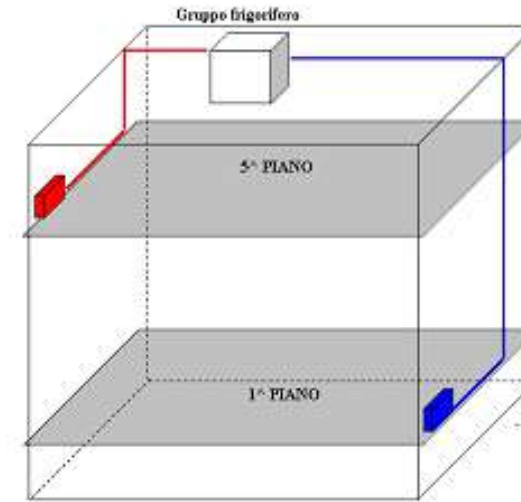
Negli edifici con **sviluppo verticale** è preferibile sviluppare l'impianto in orizzontale (per piani)

Profili di occupazione non uniformi



SISTEMA VRF

Ogni unità esterna è collegata ad una parte dei terminali. La percentuale di carico di ogni circuito è diversa dall'altra e dipende dai profili di occupazione dei piani che possono variare in modo imprevedibile.



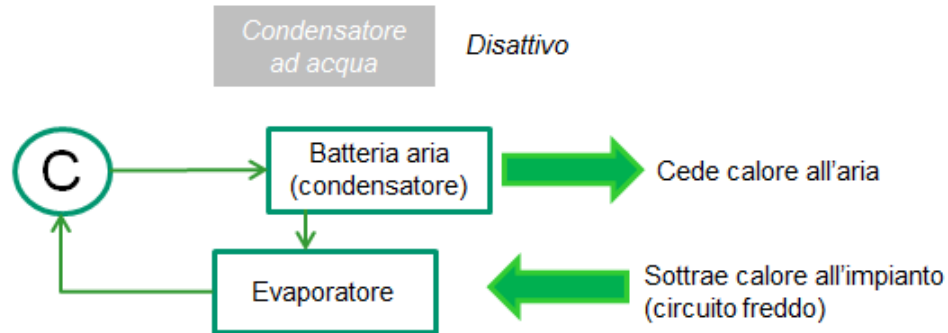
SISTEMA IDRONICO TRADIZIONALE CENTRALIZZATO

Il gruppo frigorifero è collegato a tutti i terminali dell'impianto. La percentuale di carico dipende dalla richiesta complessiva e non da quella dei singoli piani.

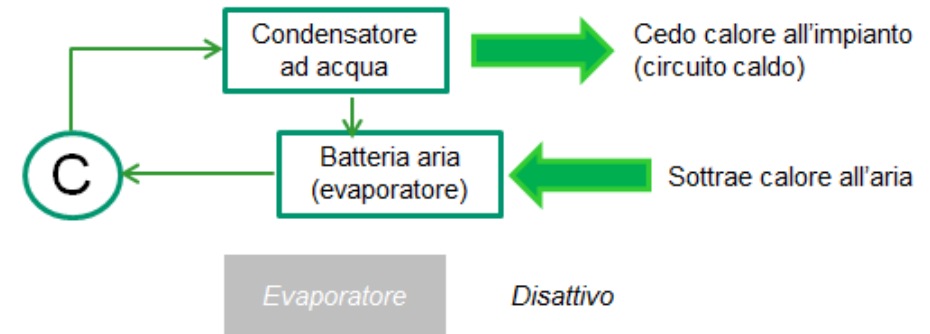
Produzione di caldo e freddo contemporaneo

SISTEMA IDRONICO

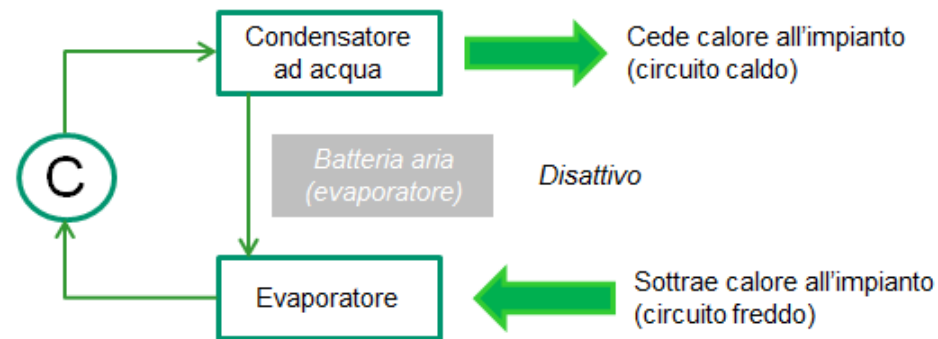
IDRONICO - SOLO FREDDO



IDRONICO - POMPA DI CALORE

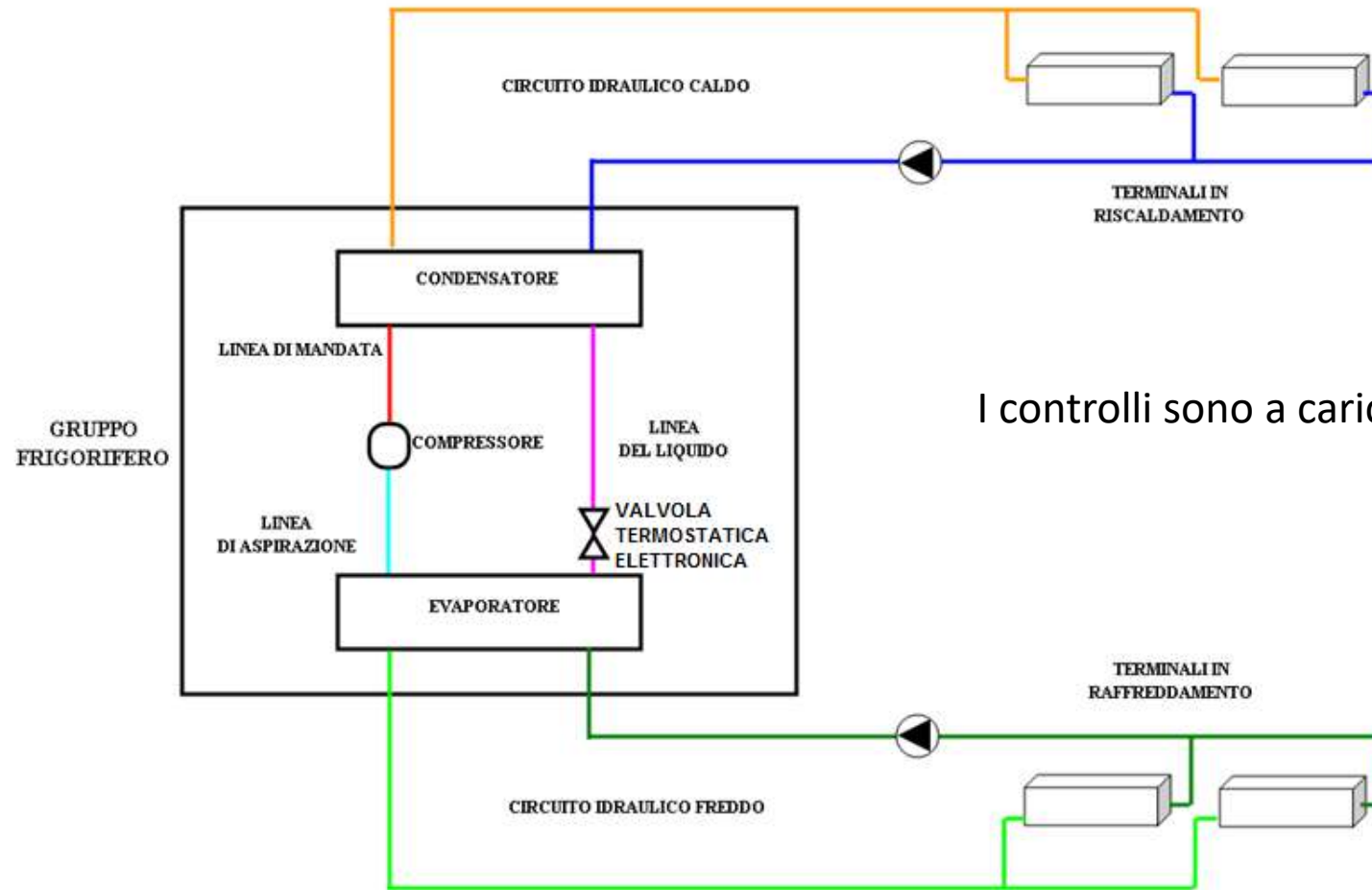


IDRONICO - RECUPERO TOTALE



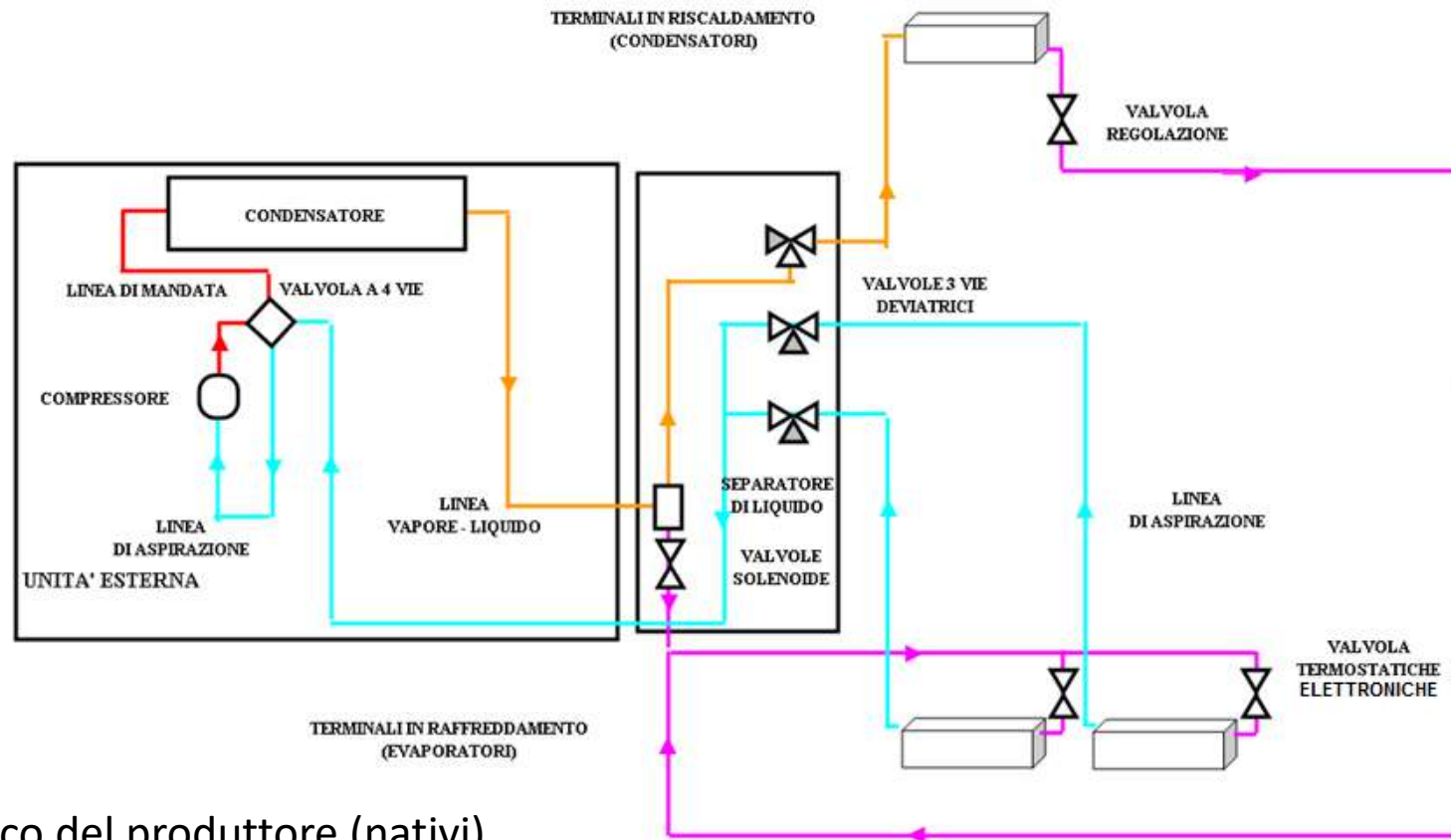
Produzione di caldo e freddo contemporaneo

SISTEMA IDRONICO TRADIZIONALE CENTRALIZZATO (4 TUBI)



Produzione di caldo e freddo contemporaneo

SISTEMA VRF (2 TUBI)



I controlli sono a carico del produttore (nativi)

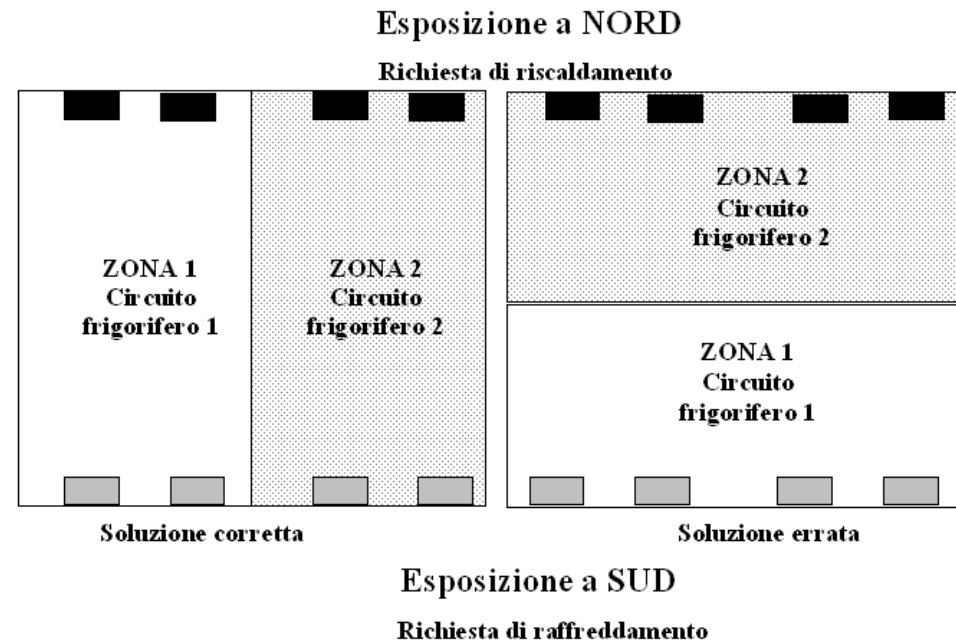
Produzione di caldo e freddo contemporaneo

SISTEMA IDRONICO TRADIZIONALE CENTRALIZZATO (4 TUBI)

1. Tutti i terminali sono collegati allo stesso generatore
2. Recupero sempre possibile indipendentemente dal lay-out dell'impianto
3. Impianto complesso
4. I controlli sono a carico del progettista

SISTEMA VRF (2 TUBI)

1. I terminali sono collegati su più circuiti distinti
2. Recupero possibile in funzione del lay-out dell'impianto
3. Impianto semplificato
4. Controllo e regolazione nativi



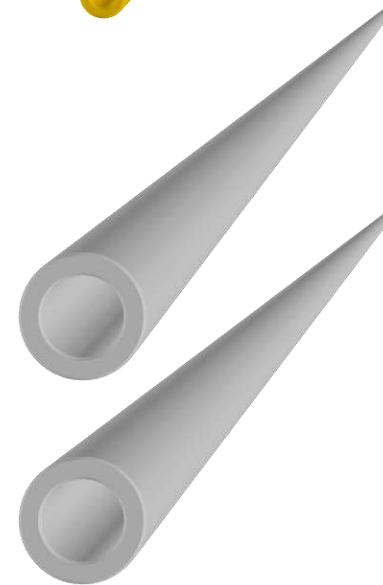
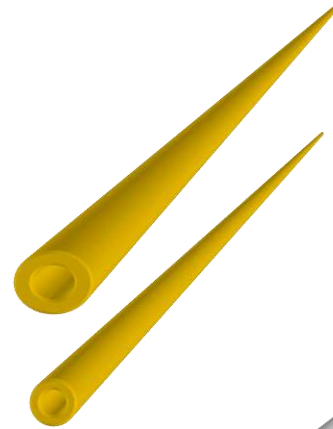
Sottosistema di distribuzione

Sezioni delle tubazioni

PER VEICOLARE UNA POTENZA PARI A 30 kW:

- **SISTEMA VRF: 2 TUBI**
 - Gas 22,2 mm
 - Liquido 12,7mm

- **SISTEMA IDRONICO 2 TUBI**
 - Acqua 40 mm



INSTALLAZIONE

SISTEMA VRF

1. Maggiore semplicità legata al minor diametro
2. Pressioni di funzionamento maggiori anche 10 volte con l'R410A
3. Temp. di esercizio max intorno ai 100°C
4. La perdita di temperatura nei tubi comporta una ridotta perdita di efficienza e di potenza che è quasi nulla nella linea del liquido
5. Saldobrasature in atmosfera di azoto
6. Attenzione alla pulizia delle tubazioni: residui di umidità possono provocare acidità nell'olio lubrificante

SISTEMA IDRONICO TRADIZIONALE CENTRALIZZATO

1. Minore semplicità legata al maggior diametro
2. Pressioni di funzionamento dell'ordine di qualche atmosfera (massimo 3 bar)
3. Temperature di esercizio massime intorno ai 70°C
4. La perdita di temperatura nei tubi comporta una perdita di efficienza proporzionale al salto termico
5. Saldature standard
6. Pulizia standard delle tubazioni

MODULARITÀ E GESTIONE

SISTEMA VRF

1. Modularità spinta
2. Assenza di centrale termica
3. Idonei nelle ristrutturazioni
4. Recupero degli spazi «morti» negli edifici
5. Possibilità di suddividere il peso tra UE ed UI
6. In caso di perdita, nessun danno agli ambienti (finiture e mobilio). Per facilitarne la ricerca rendere i montanti delle tubazioni ispezionabili

SISTEMA IDRONICO TRADIZIONALE CENTRALIZZATO

1. Scarsa modularità
2. Presenza di centrale termica
3. Meno facile da utilizzare nelle ristrutturazioni
4. Richiede vani tecnici di dimensioni importanti
5. Peso concentrato
6. In caso di perdita danni agli ambienti (finiture e mobilio)

Introduzione agli impianti idronici

L'impianto idronico

L'impianto idronico è costituito da diverse «parti»
(sottosistemi)

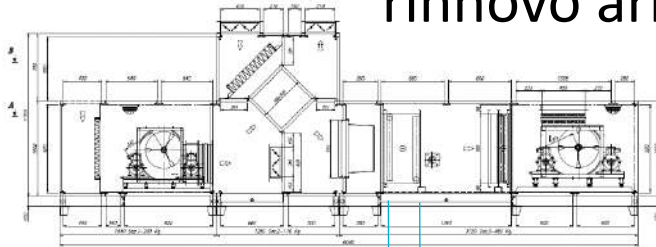
- Sottosistema di generazione
- Sottosistema di distribuzione
- Sottosistema di accumulo (eventuale)
- Sottosistema di emissione
- Sottosistema di regolazione



Introduzione agli impianti idronici

L'impianto idronico

Unità di trattamento e rinnovo aria



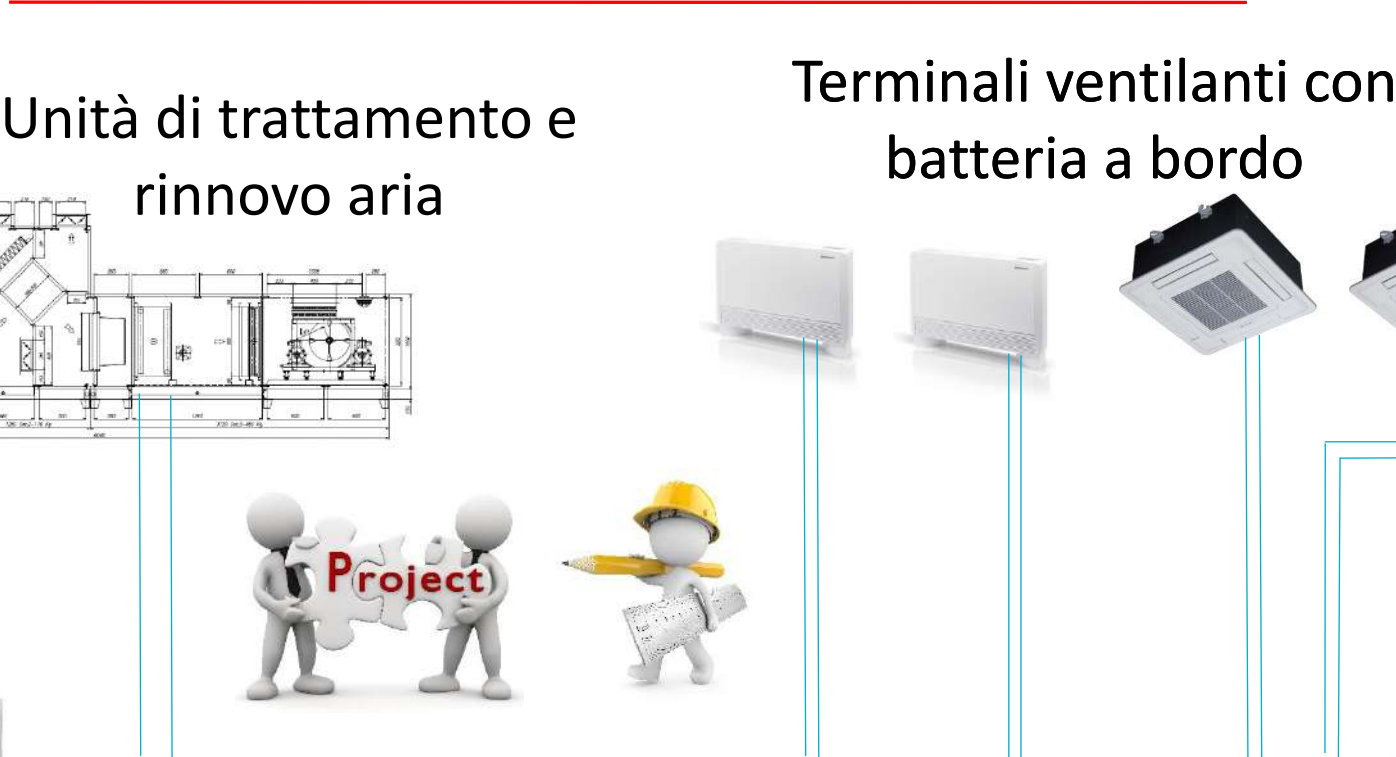
Terminali ventilanti con batteria a bordo



Generatore di calore



Accumulo inerziale



Introduzione agli impianti idronici

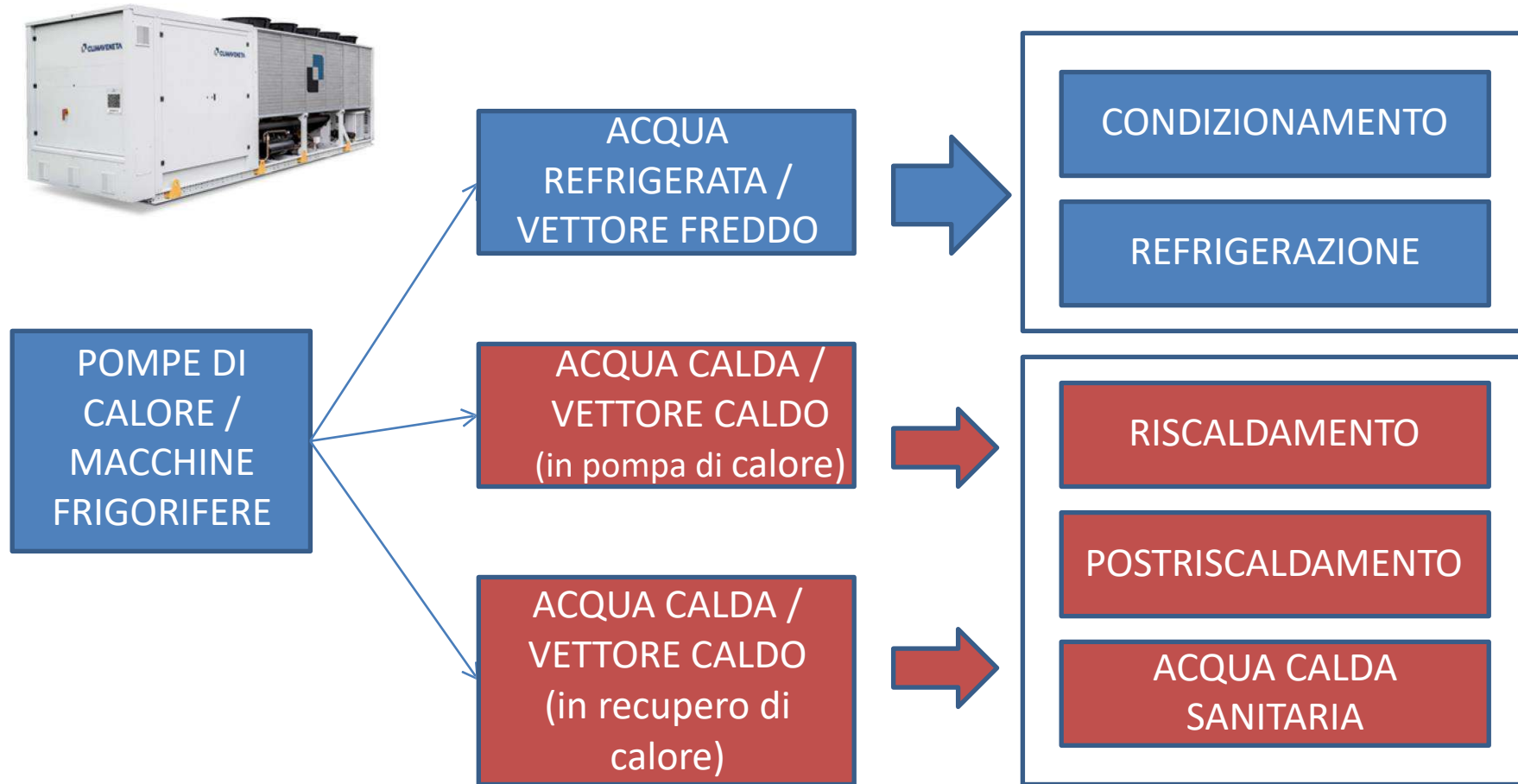
Sottosistema di generazione

E' il **cuore** dell'impianto, costituito dalle macchine termiche e frigorifere: pompe di calore, gruppi frigo ma anche caldaie ...



Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione



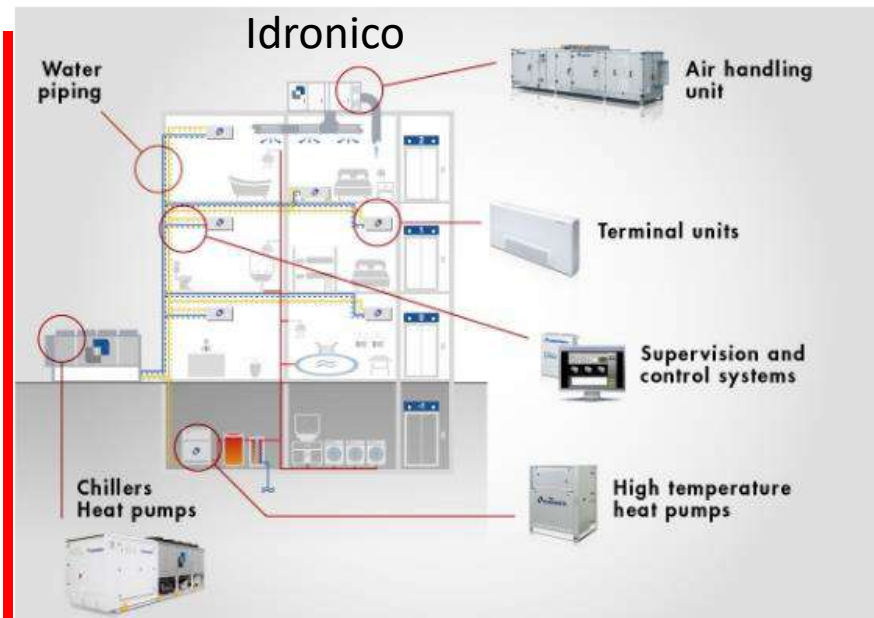
Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

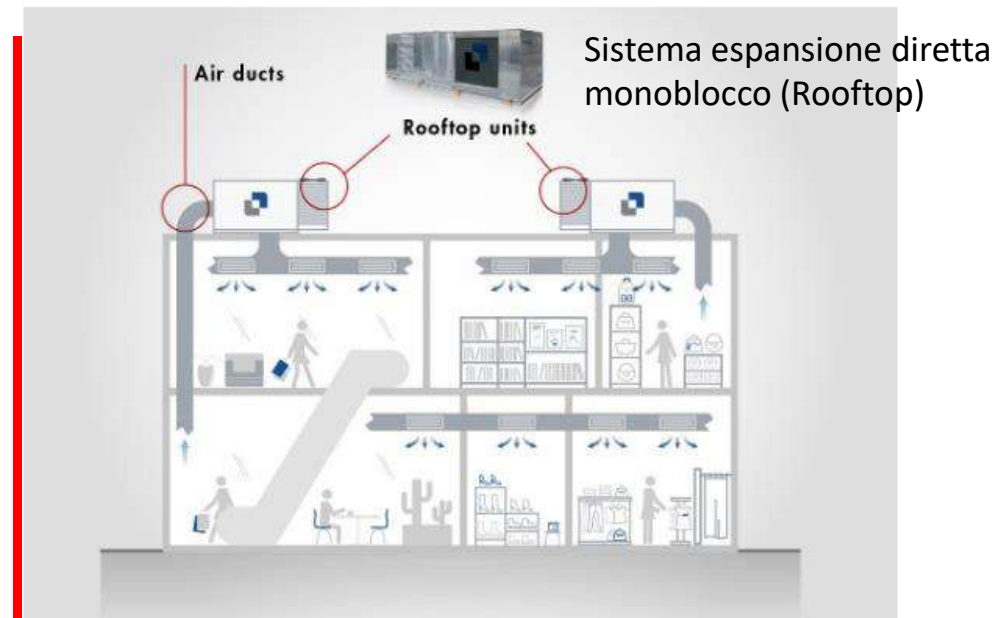


COMFORT APPLICATIONS

Una vasta gamma di soluzioni e sistemi per il controllo delle condizioni ambientali (umidità della temperatura e qualità dell'aria) negli **spazi occupati da persone** a differenza dell'espansione diretta meno flessibile.



COMFORT APPLICATIONS - HYDRONIC SYSTEMS



COMFORT APPLICATIONS - AIR TO AIR SYSTEMS

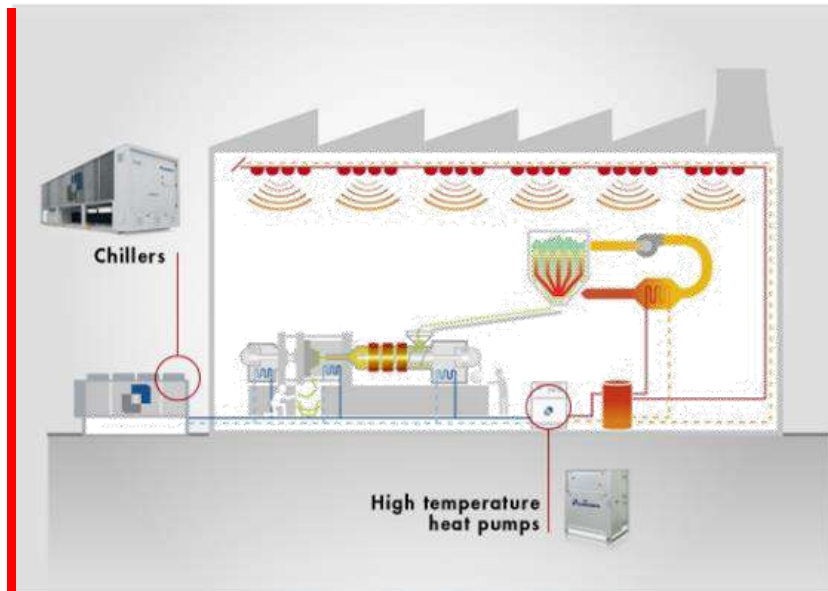
Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

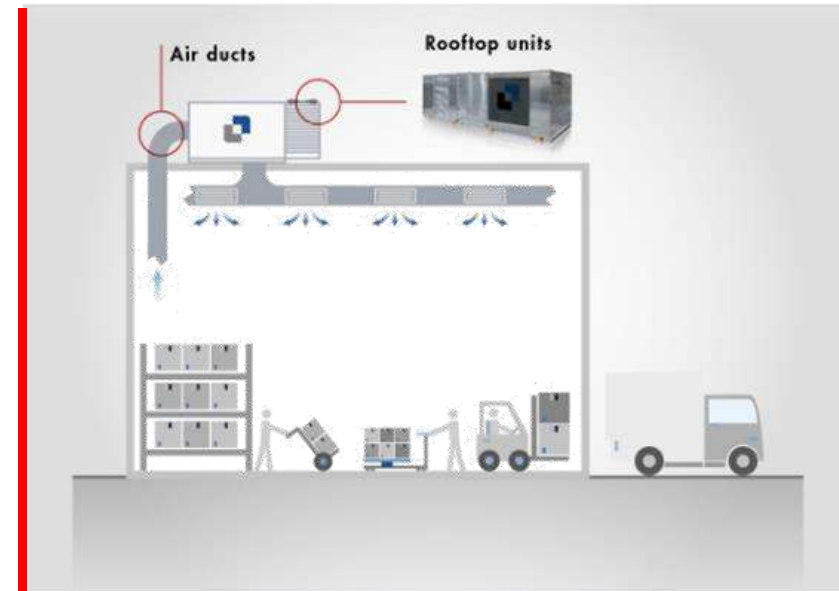


PROCESS APPLICATIONS

Idronico: vasta gamma di soluzioni per il controllo della temperatura dei processi (alimentare, farmaceutico, automobilistico, stampaggio plastica, ecc.) oltre a condizioni di stoccaggio ideali.
Espansione diretta: situazioni meno complesse - stoccaggio



PROCESS APPLICATIONS - HYDRONIC SYSTEMS



PROCESS APPLICATIONS - AIR TO AIR SYSTEMS

Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

Unità centralizzate per la produzione di acqua calda e refrigerata



Chiller

REFRIGERATORI



- ▶ Massima efficienza energetica
- ▶ Perfetto comfort ambientale
- ▶ Ridotte emissioni acustiche



Pompe di calore

POMPE DI CALORE



- ▶ Limiti di funzionamento fino a -20°C
- ▶ Produzione di acqua calda fino a 78°C
- ▶ Massima efficienza energetica



Unità Polivalenti

UNITÀ PER LA PRODUZIONE SIMULTANEA ED INDIPENDENTE DI ACQUA CALDA E REFRIGERATA



- ▶ Massima efficienza nella produzione di acqua calda e fredda
- ▶ Semplificazione impiantistica e ridotto ingombro



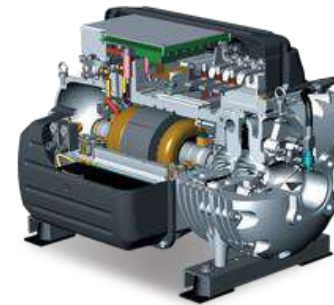
Tipologie di compressori



Scroll



Vite

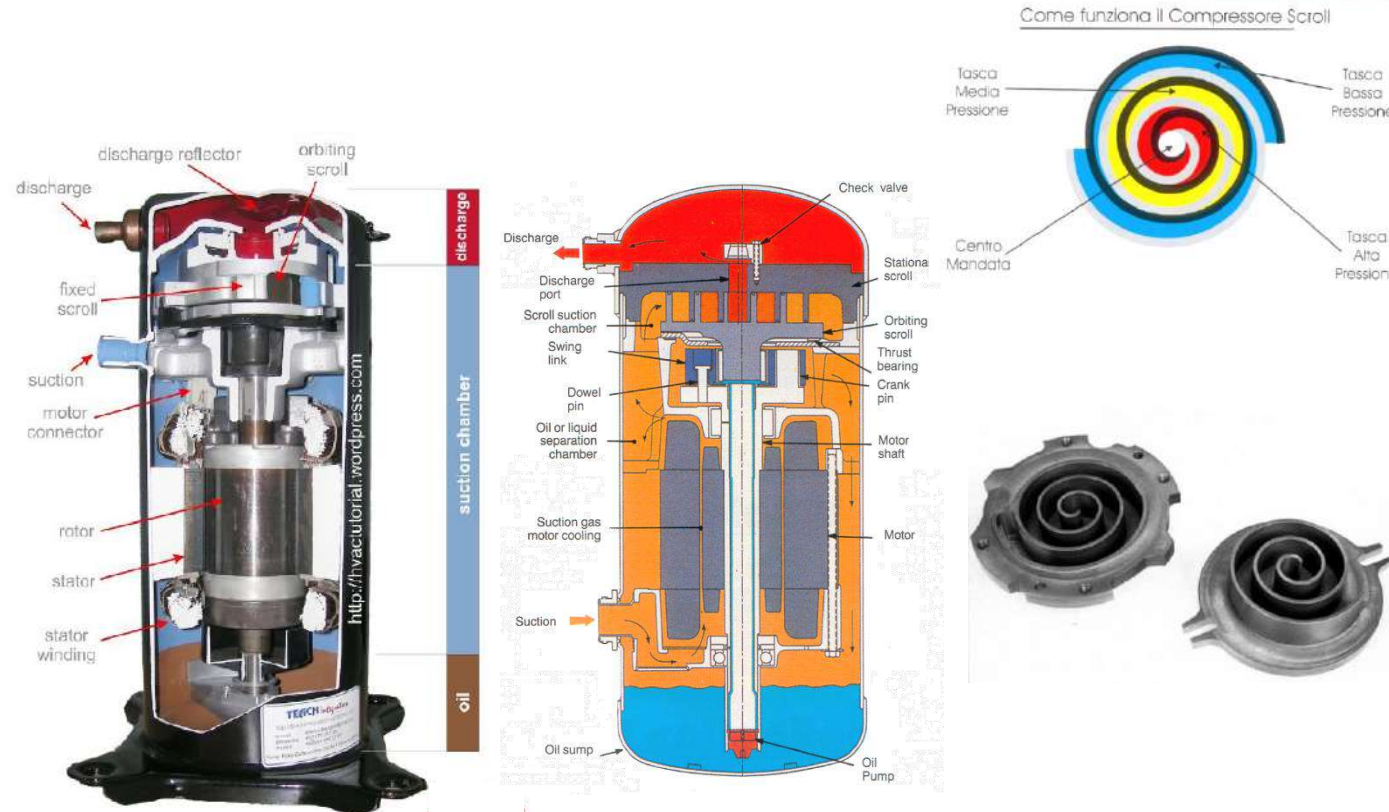


Turbocor
(centrifugo)

Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

Compressore scroll



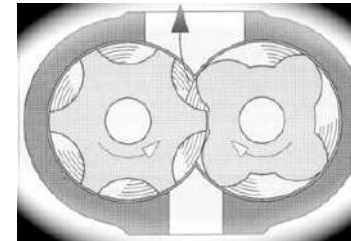
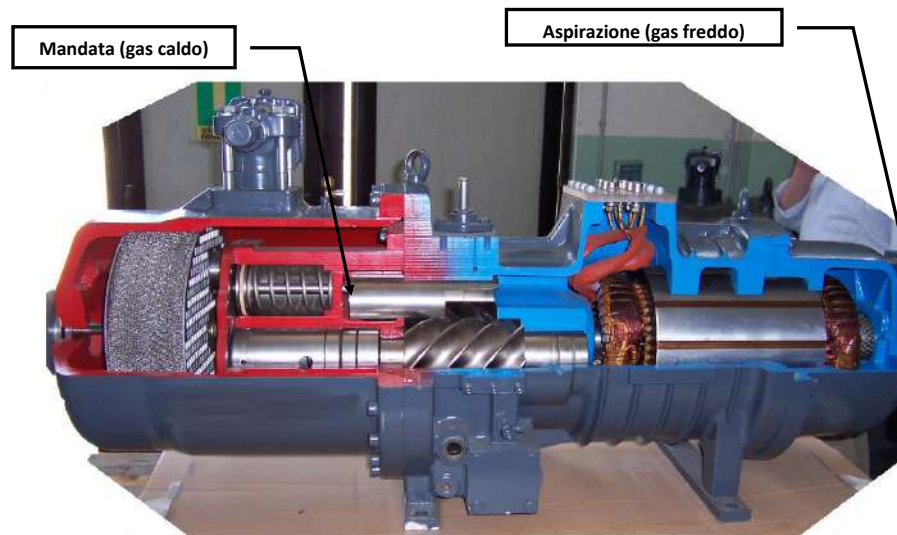
Potenze medio-piccole 35-500 kW

L'aria o il gas catturati nelle sacche d'aria tra le due spirali vengono gradualmente compressi mentre si muovono verso il centro dell'alloggiamento dove si trovano la porta di uscita e una valvola di non ritorno. Il gas compresso e pressurizzato viene scaricato dalla porta di uscita al centro del sistema.

Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

Compressore a vite



Il funzionamento del compressore a vite si basa sull'azione in contro rotazione di due rotori elicoidali che comprimono l'aria presa dal condotto di aspirazione e la portano verso quello di mandata. Durante questo percorso lo spazio si riduce e, di conseguenza, la pressione si alza.

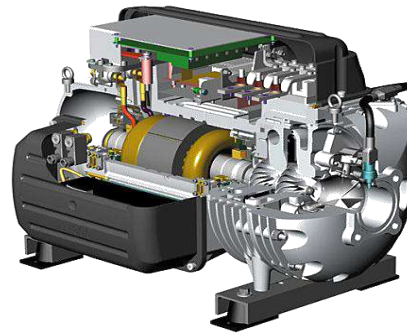
Potenze medio-grandi 200-1500 kW

Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

Compressore centrifugo

- Compressore centrifugo TURBOCOR utilizzato per la produzione di energia frigorifera, potenze >300 kW



La pressione aumenta aggiungendo energia cinetica alle particelle del gas e rallentandole improvvisamente e fino a 205 bar nelle turbomacchine ad alta compressione a 4-8 stadi, note anche come compressori centrifughi multistadio.

OIL FREE

magnetic levitation
technology,
aerospace design



Potenze grandi 300-4000 Kw solo freddo

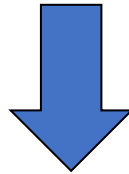
Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

Funzionamento a carico parziale:

I progettisti scelgono le macchine frigorifere con potenza termica/frigorifera necessaria per coprire il carico in condizioni di picco (= le condizioni peggiori esterne/interne), salvo non si tratti di macchine a copertura del carico di base.

L'impianto tuttavia di norma per gran parte del tempo in cui **funziona** deve erogare **una potenza termica/frigorifera inferiore a quella massima** che è in grado di produrre



Deve funzionare a carico «parziale», con potenziali inefficienze
E' necessario ottimizzare il funzionamento in queste condizioni

Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

Funzionamento a carico parziale:

La capacità frigorifera può essere regolata modificando la portata di gas

La portata di refrigerante può essere regolata in vari modi:

- variando il numero di giri del motore: **inverter**
- introducendo sistemi di by-pass o gradini di parzializzazione al compressore: **valvola a cassetto compressore a vite**
- se utilizzo più compressori in parallelo, spegnendone alcuni: **macchine multicompressore e multicircuito**, metodo ampiamente utilizzato ad esempio con macchine con compressori scroll

Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

Il chiller deve essere selezionato prendendo in considerazione

CARATTERISTICHE CHILLER:

- Potenza
- Efficienza
- Fonti energetiche disponibili
- Capacità di modulazione
- Possibilità di funzionamento con portata variabile
- Rumorosità
- Limiti di funzionamento
- Requisiti di certificazioni e aspetti normativi
- Dimensioni

CARATTERISTICHE UTENZA:

- Località di progetto e temperature di esercizio
- Temperature di alimentazione impianto
- Ore di funzionamento
- Profilo di carico dell'utenza

Sottosistema di generazione

Scelta del tipo di compressore

In generale:

- **Scroll:** economicità, buona parzializzazione
- **Vite:** affidabilità, possibilità di parzializzazione disponibile di base
- **Centrifugo:** compattezza, alto numero di ore di funzionamento, no pompa di calore, alta efficienza ai carichi parziali



Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

Sorgenti e pozzi termici

- **Sorgente termica:** in funzionamento in pompa di calore l'elemento da cui si preleva il calore per l'evaporazione del refrigerante
- **Pozzo termico:** in funzionamento estivo l'elemento verso il quale viene «riversato» il calore di condensazione del refrigerante

Di base è l'aria esterna a fungere da sorgente o pozzo termico tuttavia al fine di avere maggiore efficienza energetica è possibile utilizzare pozzi/sorgenti termiche alternative



I condensatori: funzione

- Il condensatore è il componente dell'impianto che adempie al compito di **smaltire il calore prelevato dall'elemento o dall'ambiente che si vuole refrigerare.**
- Il condensatore è la "porta" attraverso la quale il calore non desiderato **fuoriesce dall'impianto di refrigerazione.**
- Il calore prelevato dall'impianto viene trasferito ad uno dei due fondamentali elementi naturali: **l'aria o l'acqua.**
- Questi due elementi sono stati scelti perché di solito sono disponibili in quantità sufficiente, sono economici, facili da trattare e non pericolosi.
- **In pompa di calore il condensatore fornisce l'energia utile all'acqua dell'impianto**

I condensatori

Tipologie costruttive

- Condensatori raffreddati ad acqua (con o senza torre evaporativa)
 - Condensatori raffreddati ad aria
 - Condensatori evaporativi
-

Sottosistema di generazione

Condensatori raffreddati ad aria

Si tratta del tipo di condensazione più diffusa nel mercato italiano. Solitamente si usano batterie alettate in rame-alluminio o alluminio-alluminio in grado di smaltire il calore di condensazione



Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

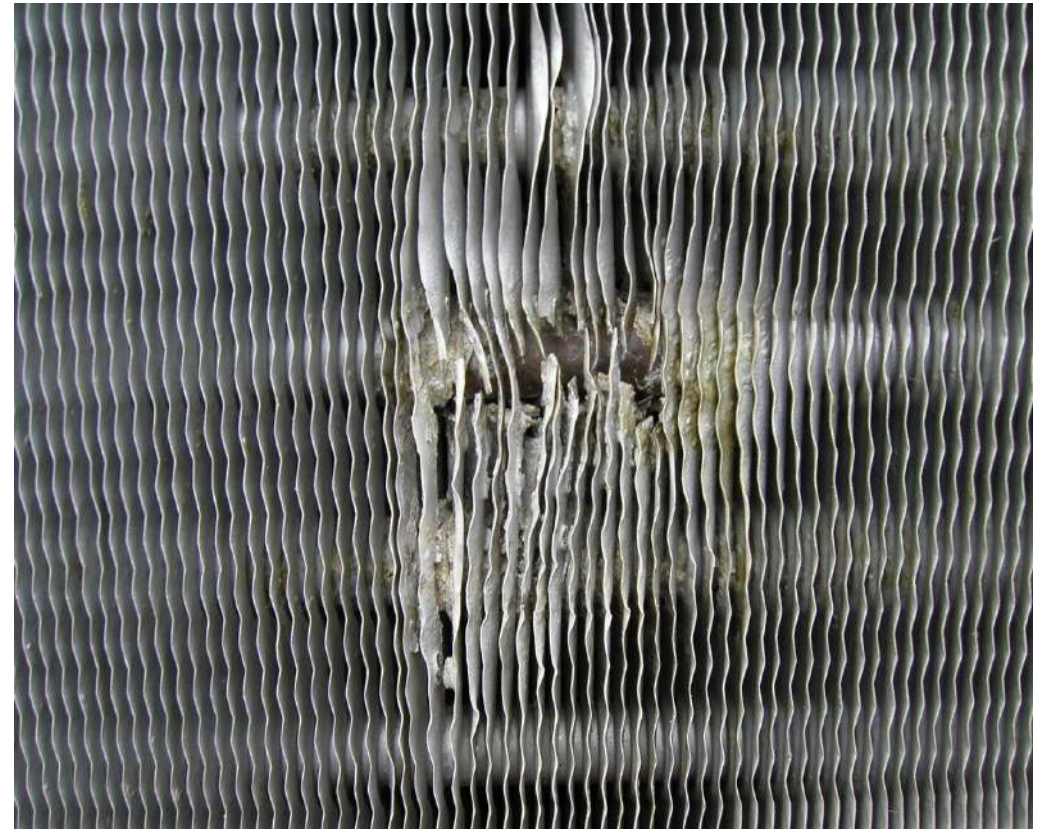
Zone critiche



Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

Problematiche



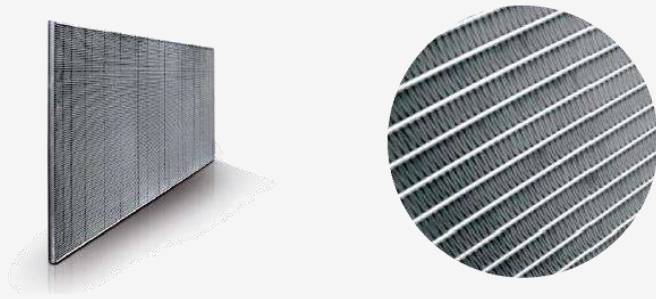
Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

BATTERIE E TRATTAMENTI

BATTERIE MICROCANALE

- Al - Regular
- Al - E-coating



TUBI E ALETTE

- Cu/Al - Regular
- Cu/Al – Alette preverniciate
- Cu/Al - Spray coating
- Cu/Cu – Tubi e alette

Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

BATTERIE E TRATTAMENTI

BATTERIE A MICROCANALE

- Al - Regular
- **Al - E-coating**

E-coated MCHE

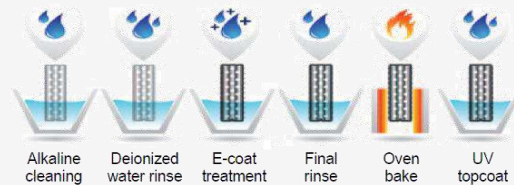


3120 h

SWAAT test
(ASTM G85-02 A3)

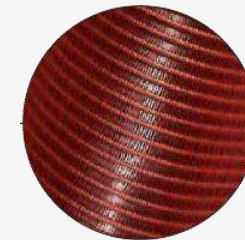
✓ UV rays

E-coating process



TUBI E ALETTE

- Cu/Al - Regular
- Cu/Al - Pre-painted fins
- Cu/Al - Spray coating
- **Cu/Cu – Tubi e alette**



Introduzione agli impianti idronici

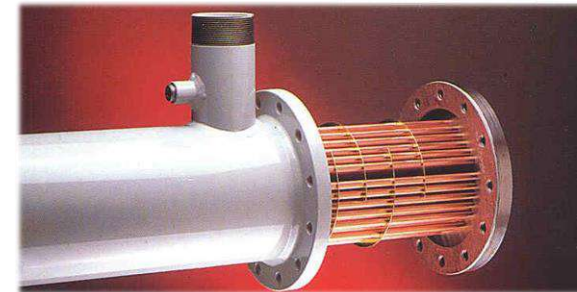
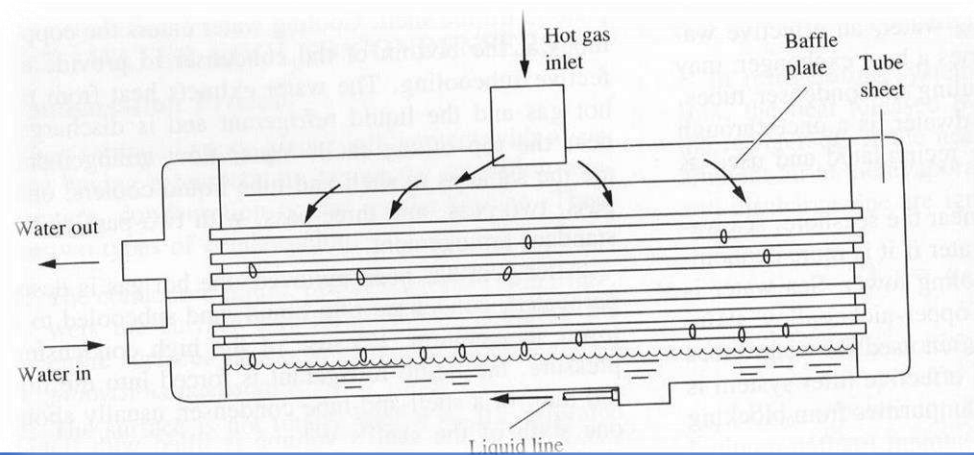
Sottosistema di generazione

Condensatori raffreddati ad acqua

Per le potenze più elevate i condensatori raffreddati ad acqua sono del tipo **a fascio tubiero**.

L'acqua viene fatta circolare all'interno dei tubi, i quali sono a contatto esternamente con il fluido da raffreddare.

Questo tipo di costruzione risulta avere un'elevata efficienza di scambio termico.



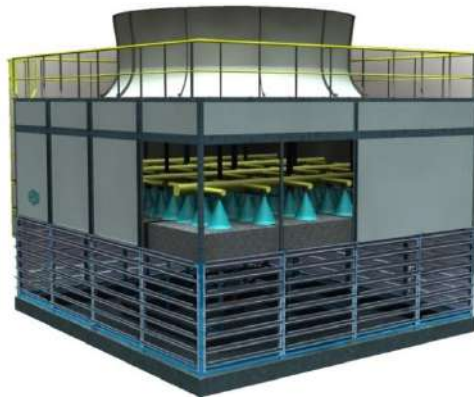
Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

Sorgenti e pozzi termici

Come prima alternativa per i gruppi frigo, sfruttando sempre l'aria, è possibile scambiare con l'aria ma alla temperatura a bulbo umido sfruttando un raffreddamento di tipo evaporativo (es. torri evaporative)

Questa soluzione non è utilizzabile in pompa di calore



Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

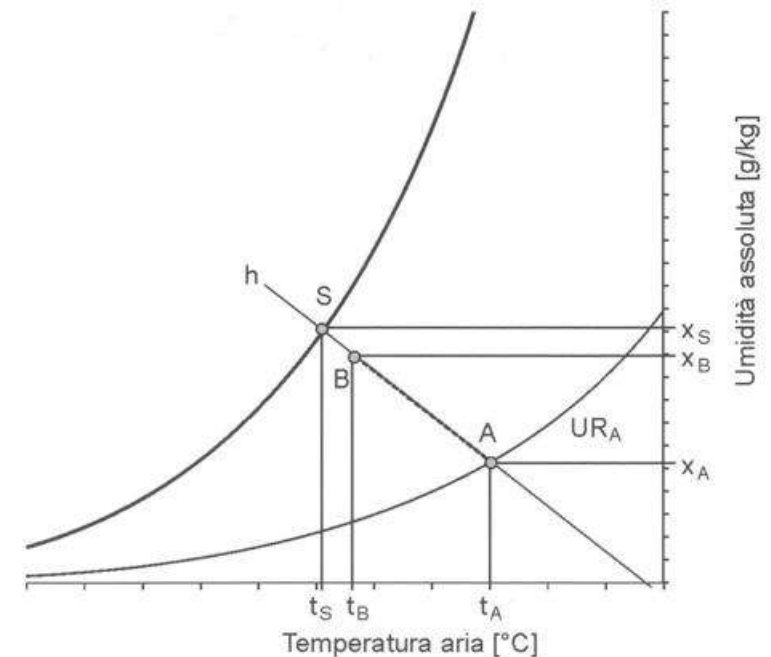
Torre evaporativa

La torre evaporativa è una soluzione per la condensazione di macchine frigorifere alternativa all'aria esterna.

Quali sono i vantaggi?

Nebulizzando acqua nell'aria si fa raggiungere a quest'ultima la temperatura a bulbo umido che **consente di operare con temperature di 4-5 °C inferiori** rispetto a quelle dell'aria esterna.

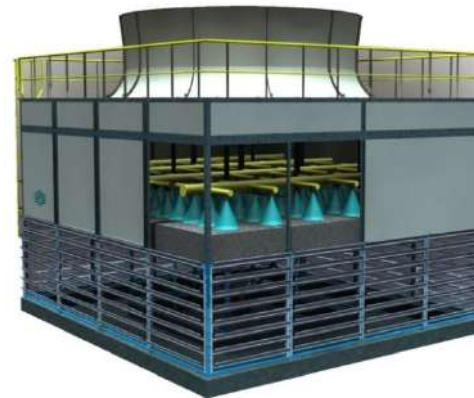
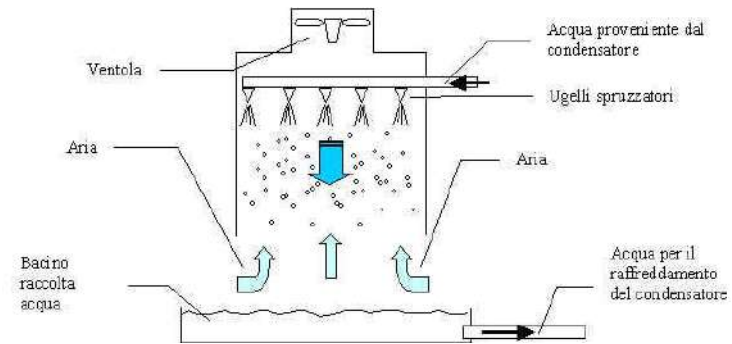
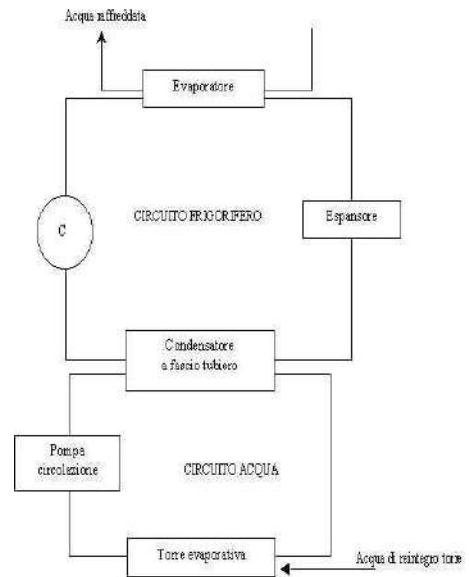
In realtà dipende dalle condizioni di umidità dell'aria, tanto più il clima è secco tanto maggiore è il vantaggio che si ottiene.



Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

Torre evaporativa a circuito aperto



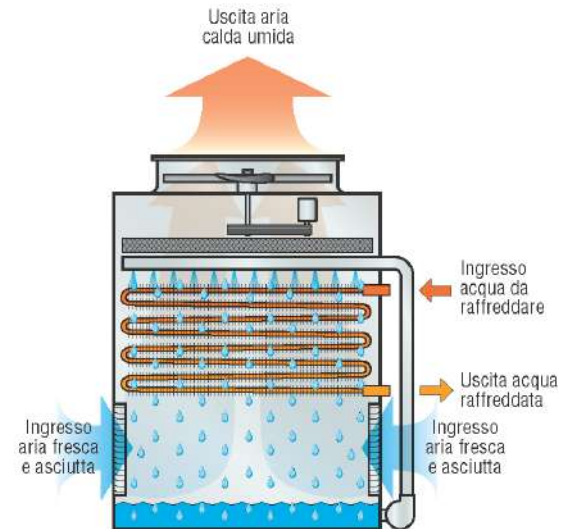
Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

Torre evaporativa a circuito chiuso

La torre a circuito chiuso, per lo smaltimento del calore, sfrutta lo stesso principio fisico della torre di raffreddamento a circuito aperto: **l'evaporazione forzata di una minima quantità d'acqua provoca un abbassamento della temperatura della massa d'acqua principale.**

In questo caso però l'acqua del circuito di raffreddamento circola in serpentini chiusi.

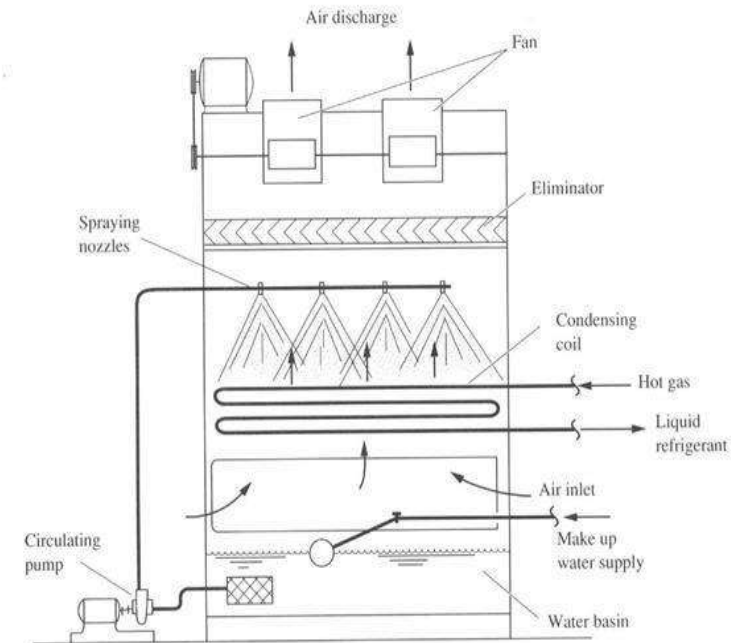


Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

- Nel condensatore evaporativo, il **calore viene smaltito dalla serpentina dove circola il refrigerante mediante l'evaporazione dell'acqua.**
- L'acqua viene pompata da una vasca alla base dell'apparecchiatura e, attraverso una serie di ugelli nebulizzatori, piove e scorre sulla serpentina nella quale circola il refrigerante, asportando calore.
- Contemporaneamente, un **certo quantitativo d'aria entra attraverso l'apertura praticata alla base, sale attraversando la serpentina, il getto d'acqua e i separatori di gocce e viene infine scaricata all'esterno dai ventilatori.**
- L'acqua persa per evaporazione, viene compensata mediante una condotta di reintegro.

Condensatori evaporativi



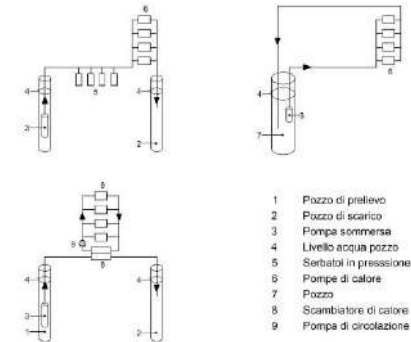
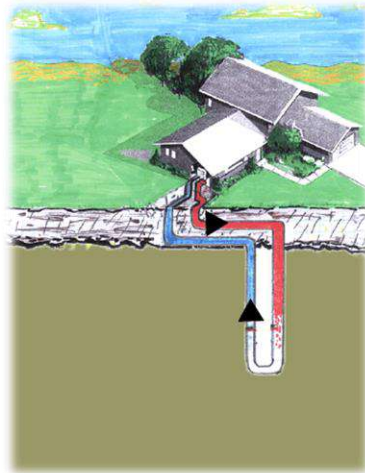
Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

Sorgenti e pozzi termici

Quali altre opzioni alternative all'aria?

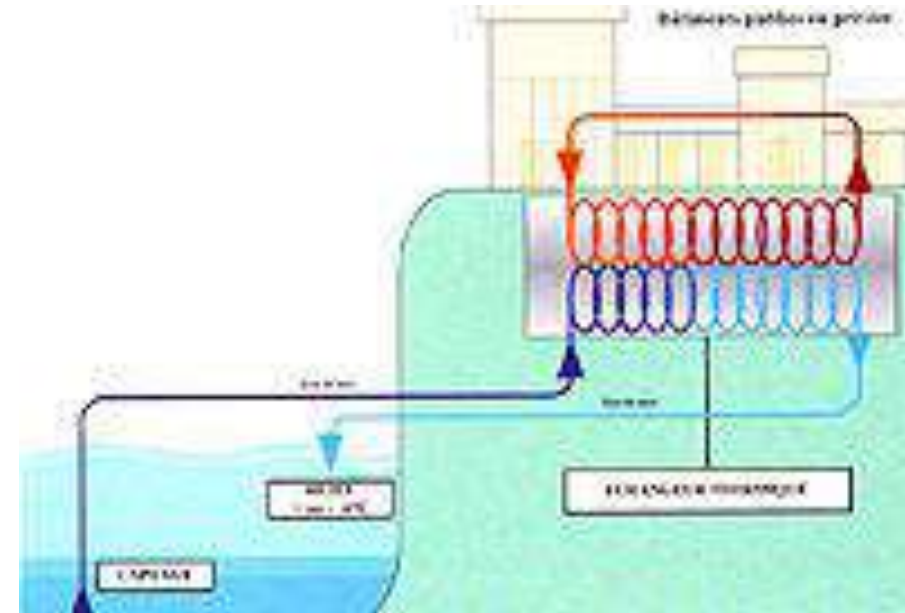
- Acqua superficiale
- Acqua sotterranea (acqua di falda)
- Terreno a circuito chiuso



Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

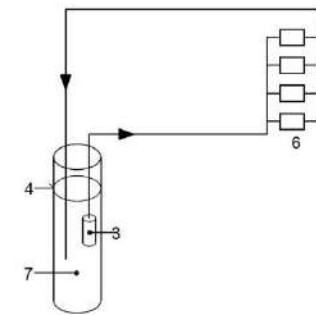
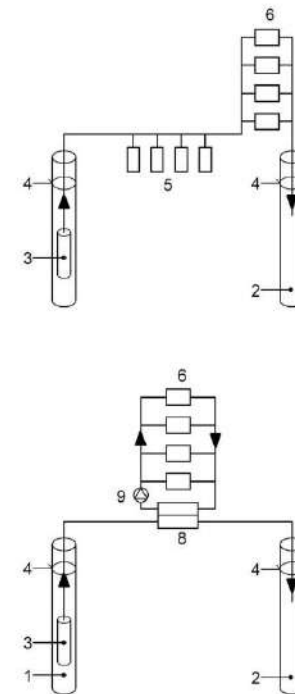
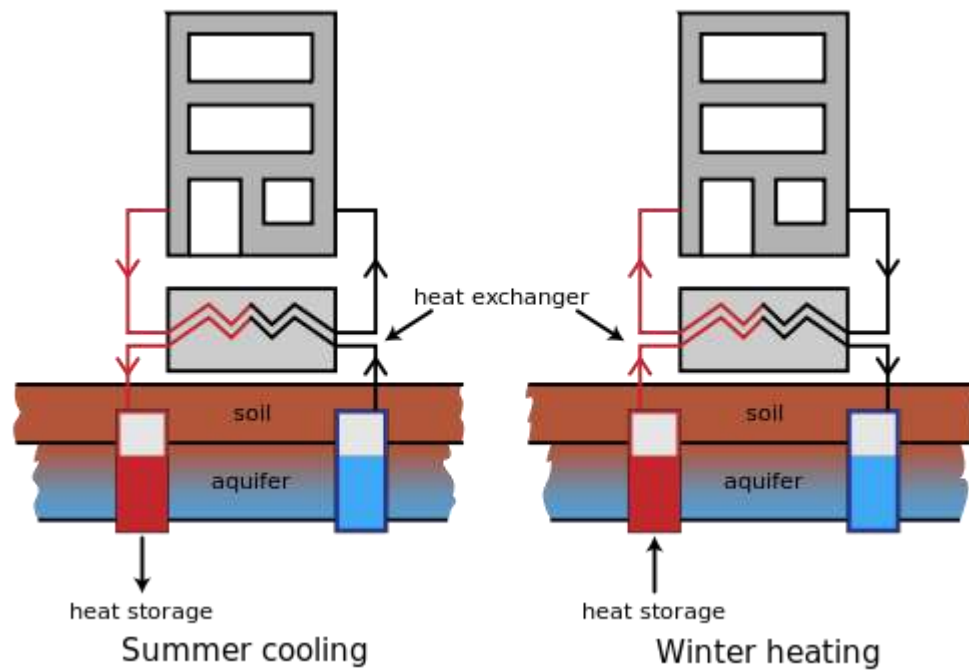
Acqua superficiale



Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

Acqua di falda

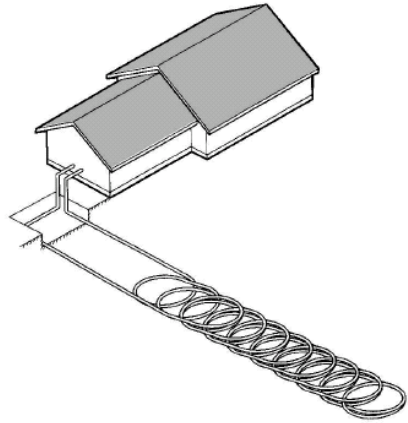


- 1 Pozzo di prelievo
- 2 Pozzo di scarico
- 3 Pompa sommersa
- 4 Livello acqua pozzo
- 5 Serbatoi in pressione
- 6 Pompe di calore
- 7 Pozzo
- 8 Scambiatore di calore
- 9 Pompa di circolazione

Introduzione agli impianti idronici

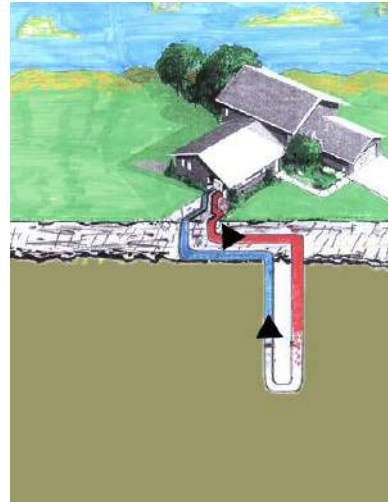
Sottosistema di generazione

Terreno



Horizontal Earth Loop—Slinky Style

Orizzontale



Sonde Verticali 70-200 m

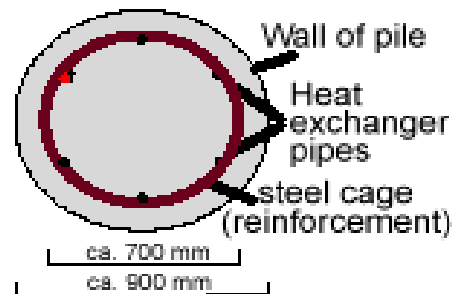
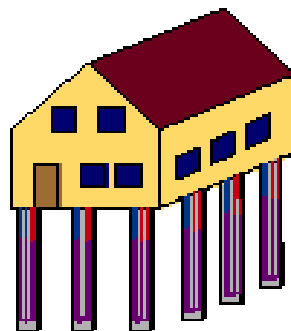


Verticale alternativo bassa media profondità



Tubazione in PEAD avvolta a spirale

Gabbia metallica



Pali energetici

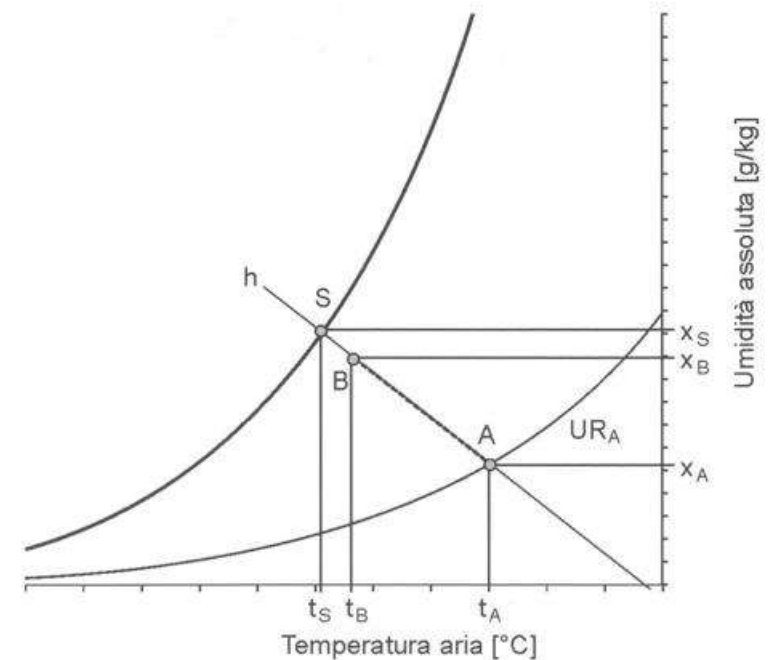
Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

Raffreddatori adiabatici

Si definiscono "adiabatici" i raffreddatori ad aria o i condensatori dotati di pre-raffreddatori adiabatici: **prima che il ventilatore aspiri l'aria ambiente attraverso la batteria alettata, l'aria viene pre-raffreddata adiabaticamente attraverso un setto umidificante.**

Questo permette l'evaporazione dell'acqua nell'aria, potenziando notevolmente le capacità di raffreddamento.



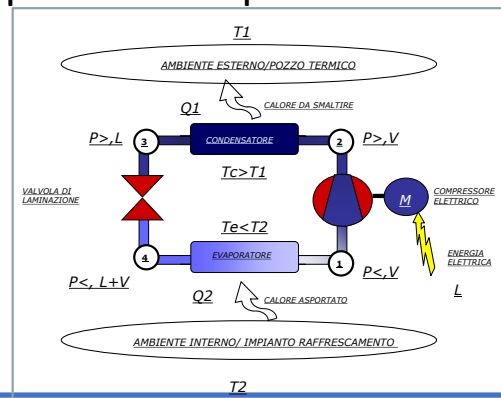
Sottosistema di generazione

Evaporatore: funzione

L'evaporatore è il componente che **preleva il calore dall'impianto frigorifero al fine di ottenere l'effetto utile frigorifero.**

Negli impianti idronici in funzionamento in modalità gruppo frigo è uno scambiatore acqua-refrigerante; **tipicamente in ambito climatizzazione si opera con temperatura in mandata pari a 7 °C** (necessari per la deumidificazione dell'aria ambiente).

In funzionamento in pompa di calore è lo scambiatore fra refrigerante e sorgente termiche dalla quale viene prelevato il calore per l'evaporazione del refrigerante.



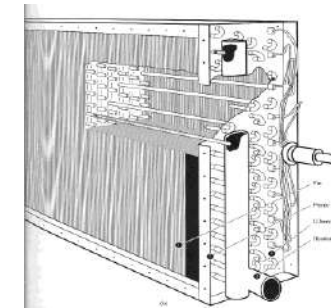
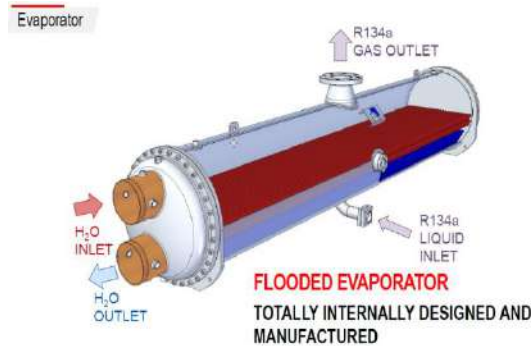
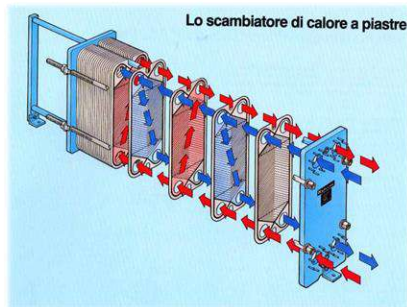
Gli evaporatori

Tipologie

Evaporatori a piastre

Evaporatori ad espansione diretta

Evaporatori allagati

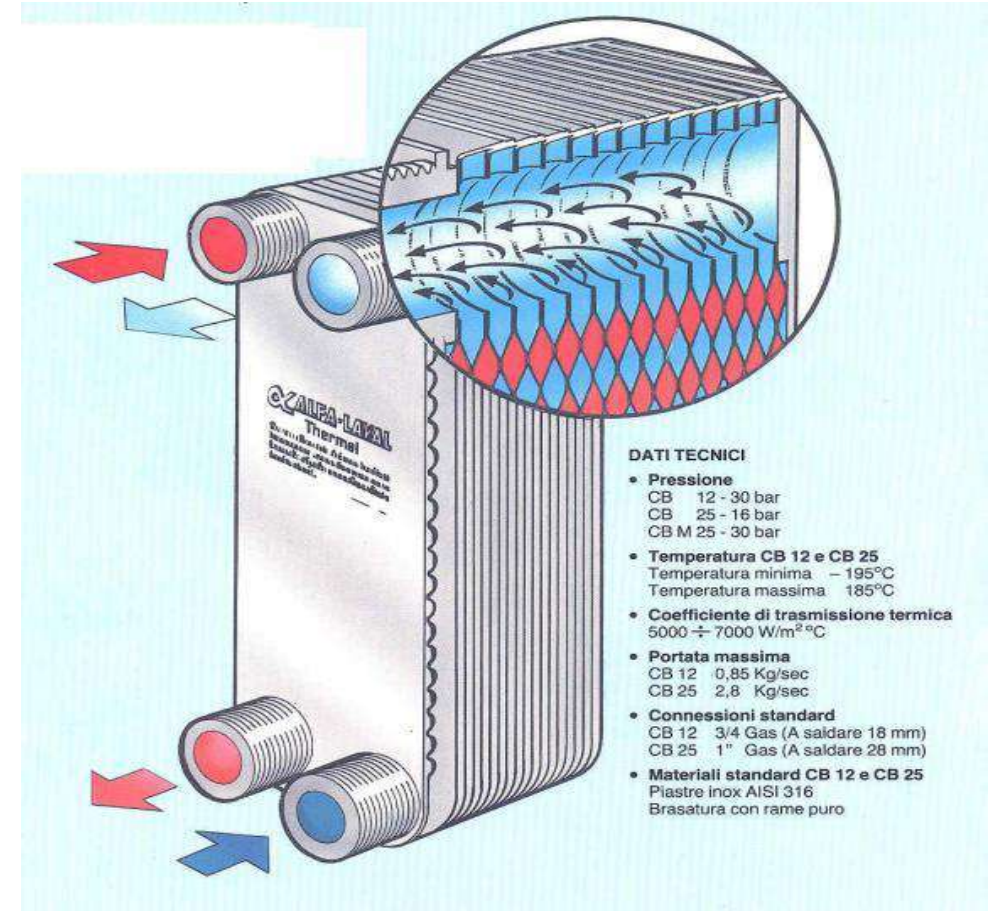
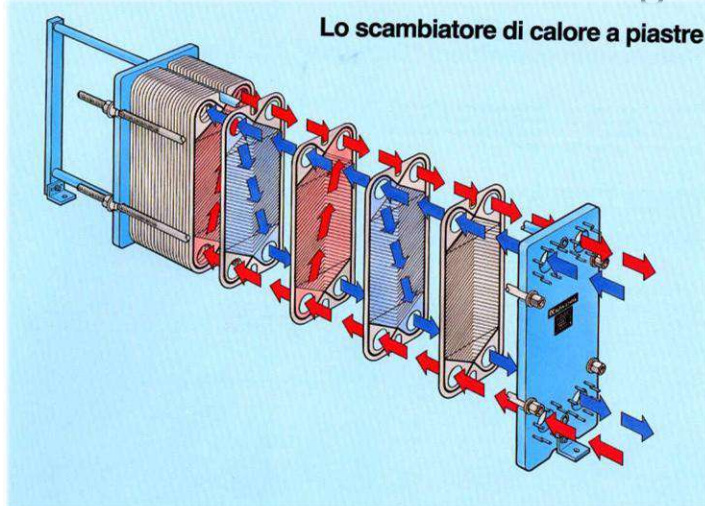


Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

Evaporatori a piastre

• Per taglie piccole e medie si è avuto un largo sviluppo degli scambiatori di calore a piastre saldobrasate con forti vantaggi nella compattezza, nell'efficienza dello scambio termico e nella carica di refrigerante.



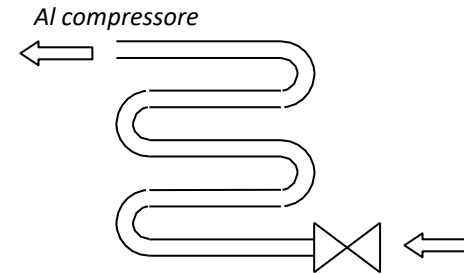
Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di generazione

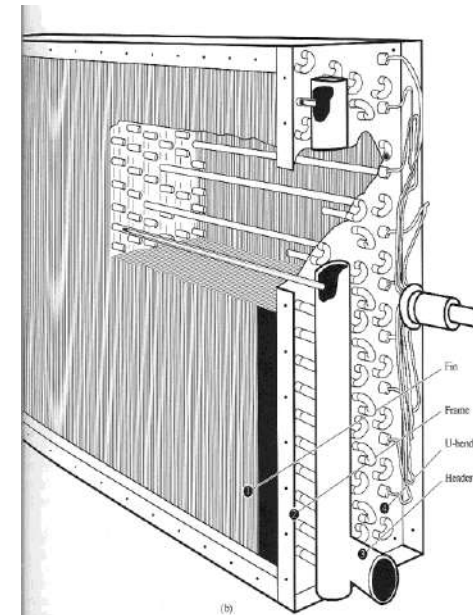
Evaporatori a secco (ad espansione diretta)

Il tipo a secco o ad espansione diretta è un tubo continuo, che ha, ad una estremità, il dispositivo di laminazione attraverso il quale viene introdotto il refrigerante ed ha l'altra estremità collegata alla condotta di aspirazione del compressore.

In questo tipo di evaporatore, **non è prevista la ricircolazione del liquido o del gas all'interno dell'evaporatore stesso e non esiste una linea netta di separazione tra il refrigerante allo stato liquido e gassoso.**



Espansione diretta



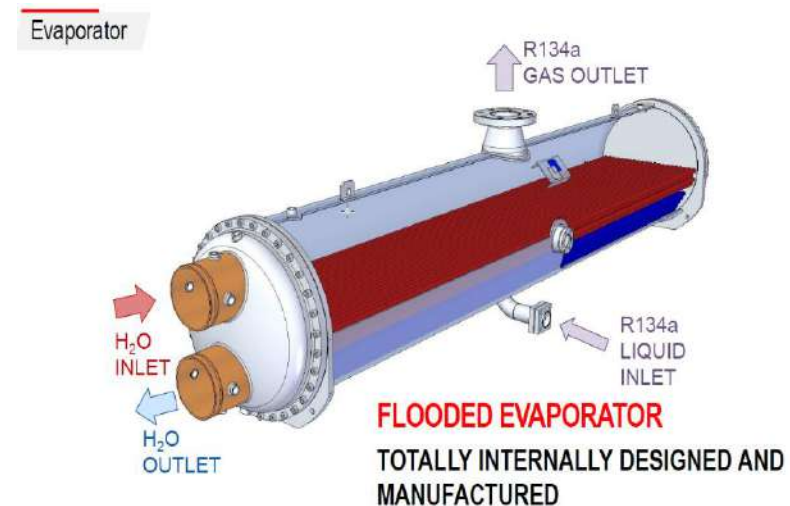
Sottosistema di generazione

Evaporatori allagati

In questo tipo di evaporatore è prevista la **ricircolazione del refrigerante liquido** mediante l'aggiunta di una camera di separazione o compensazione.

Il liquido entra nella camera di compensazione attraverso il dispositivo di laminazione e scorre verso il tubo di fondo dove tende ad evaporare.

Man mano che il refrigerante lascia l'evaporatore, **il liquido ancora presente viene separato dal gas** nella camera di compensazione e rimesso in circolo.



Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di distribuzione

E' l'insieme delle tubazioni e dei circolatori (pompe) che trasportano il fluido intermedio (acqua), oppure l'insieme di canalizzazioni per la distribuzione dell'aria tramite ventilatori

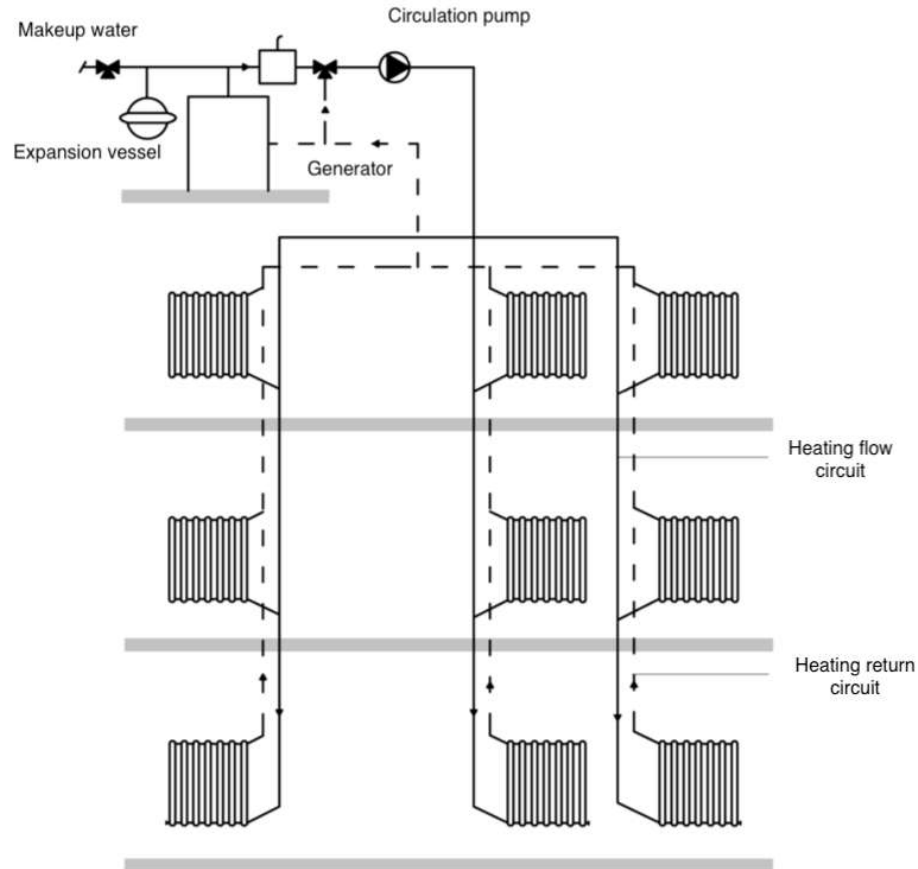
Nelle elettropompe a tenuta meccanica il motore è connesso alla girante con un albero di trasmissione; è possibile quindi distinguere il corpo pompa dal motore elettrico.

I circolatori, invece, hanno il motore installato direttamente nel corpo pompa (rotore bagnato) e hanno caratteristiche idrauliche più limitate; sono, però, meno rumorosi e meno ingombranti. Il loro motore elettrico ha solitamente tre velocità, corrispondenti a tre curve caratteristiche.



Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di distribuzione



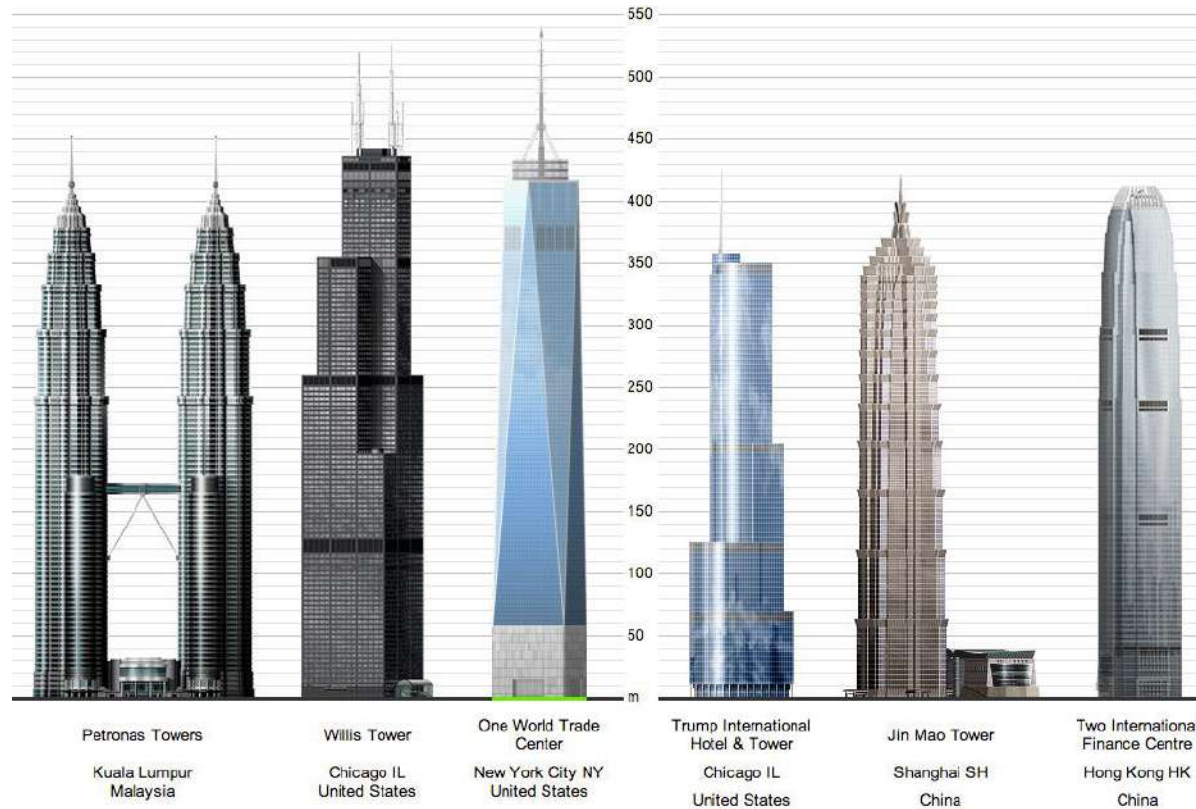
I moderni sistemi di riscaldamento sono a **circuito chiuso**.

L'acqua si espande con la temperatura e quindi necessita di un adeguato **vaso di espansione**.

La pressione impostata deve essere almeno uguale all'altezza dell'edificio + 0,5 bar

Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di distribuzione



Cosa succede quando abbiamo edifici alti?

Non sono disponibili apparecchiature in grado di resistere a una pressione di 35/45 bar.

Pertanto è **necessario creare circuiti chiusi multipli** con una pressione ragionevole di 7/8 bar, separati da scambiatori di calore

Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di distribuzione

Le pompe di distribuzione devono essere dimensionate di conseguenza con la massima capacità (potenza) di riscaldamento / raffreddamento richiesta.

La portata dipende dalla differenza di temperatura tra portata e ritorno



$$Q(\text{portata}) = \frac{C (\text{Capacità})}{\Delta T}$$

Maggiore è la differenza di temperatura,
minore è la portata, minore è il consumo di energia



Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di distribuzione

La differenza di temperatura massima dipende dagli emettitori e dai generatori utilizzati nel progetto

- **20-30° C**
- **5-7° C**
- **5° C**
- **5° C**
- **3° C**
- **20-30°**

caldaie

chiller e pompe di calore

riscaldamento a pavimento

ventilconvettori

raffreddamento a pavimento

radiatori



Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di emissione

Si tratta degli elementi che immettono il calore/energia frigorifera in ambiente: terminali idronici



Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di emissione

Radiatori/termoarredi: solo riscaldamento



Sistemi radianti: riscaldamento e raffrescamento



Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di emissione

Batterie di scambio termico

Una batteria di scambio aria-acqua può essere utilizzata per riscaldamento o raffreddamento

La selezione della batteria dipende dall'utilizzo, dalle temperature di mandata, dalle condizioni di progetto: si definiscono pertanto le dimensioni e i ranghi della batteria necessari (n° di file di tubi che l'aria deve attraversare per ottenere il trattamento desiderato)



Di norma per riscaldamento sono sufficienti 1-2 ranghi mentre per raffreddamento e deumidificazione servono 3-4 ranghi

Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di emissione

Batterie di scambio termico

- La **temperatura di mandata invernale** influisce sul dimensionamento della batteria, in generale per operare a temperatura più bassa è necessario sovradimensionare le batterie: con pompe di calore aumenta l'efficienza energetica al diminuire della temperatura di mandata.
- La **temperatura di mandata estiva**, se necessaria deumidificazione, è tipicamente 7 °C (con set al 50%); con richiesta limitata di deumidificazione è possibile arrivare fino a 9°C.



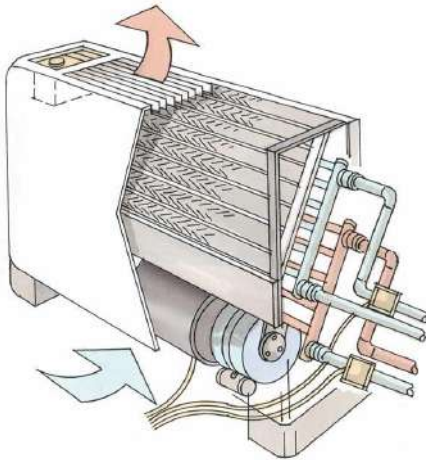
Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di emissione

Batterie di scambio termico

Impianti a 2 tubi: con una distribuzione unica utilizzata o per riscaldamento o per raffrescamento (impianti tradizionali).

Impianti a 4 tubi: Impianti del terziario in cui è necessario gestire la contemporaneità di carico (riscaldamento e raffrescamento, vedi pdc polivalenti), presentano una doppia distribuzione caldo-freddo



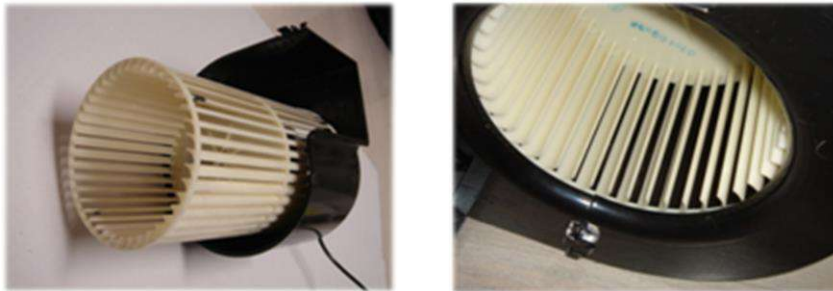
Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di emissione

Motore e ventilatore

- AC – motori tradizionali a corrente alternata
- EC – motori a controllo elettronico, brushless a magneti permanenti consentono controllo ottimale e massima efficienza energetica
- DC con inverter

centrifughi



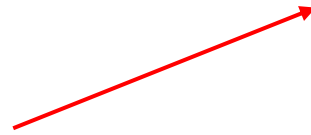
tangenziali



Sottosistema di emissione

Tipologie di ventilconvettori

- A cassette a soffitto
- A batteria alto parete
- A parete con mantellatura
- A parete ad incasso
- Canalizzati
- Ad alto parete
- Con recupero integrato



Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di regolazione

La regolazione opera di fatto su 3 stadi:

- **1° stadio:** regolazione dell'ambiente tramite i terminali
 - **2° stadio:** regolazione della temperatura dell'acqua dell'impianto, con regolazione dei compressori del gruppo frigorifero (precisione del controllo)
 - **3° stadio:** regolazione del circuito/i frigorifero, valvola termostatica e logiche di accensione dei compressori (numero avviamenti e rotazione) (salvaguardia ed efficienza del gruppo frigorifero)
-

Le macchine frigorifere possono controllare non solo il proprio funzionamento ma anche:

- L'inserzione in cascata di più macchine
 - Le pompe di circolazione del circuito primario, anche con l'applicazione di kit idronici
 - Le pompe di circolazione del secondario, con connessione o con la regolazione ambiente o di zona
 - Integrazione con il BMS dell'edificio
-

Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di regolazione

Insieme dei sistemi di controllo e regolazione finalizzati a garantire le condizioni di comfort termoisgrometrico (temperatura e umidità) e qualità dell'aria

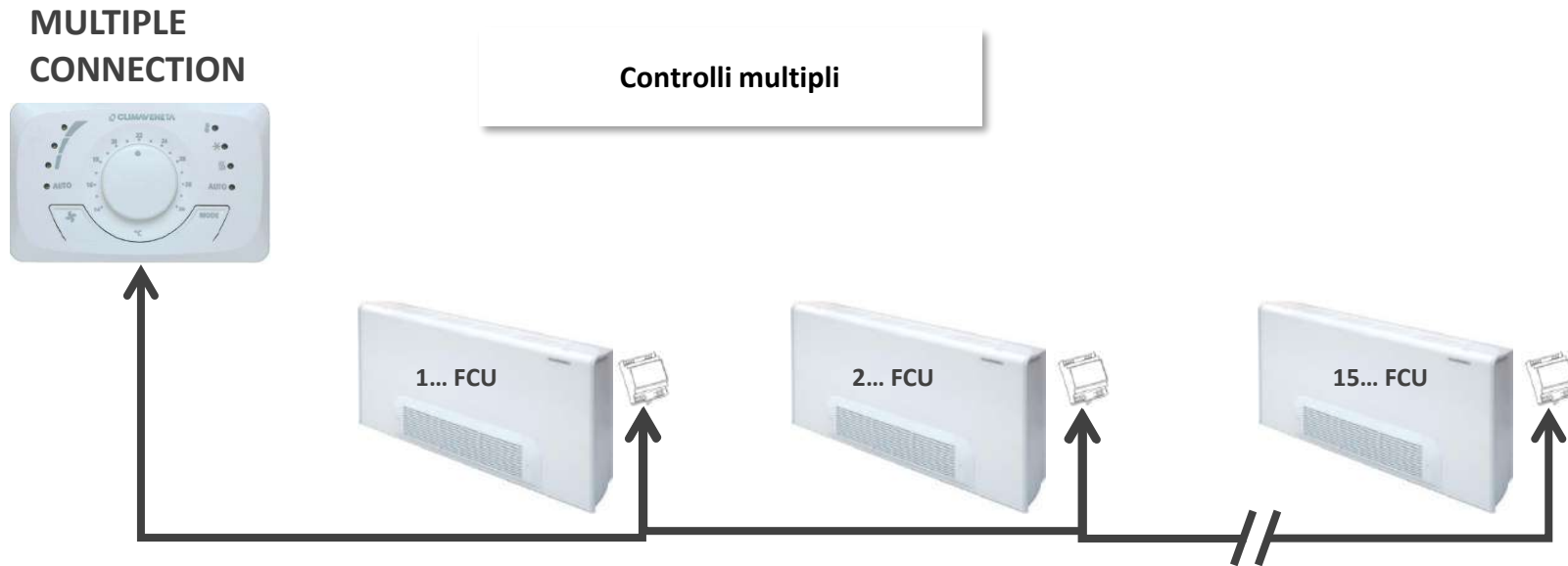
Termostati a bordo fan coils



Introduzione agli impianti idronici

Sottosistema di regolazione

Insieme dei sistemi di controllo e regolazione finalizzati a garantire le condizioni di comfort termoigrometrico (temperatura e umidità) e qualità dell'aria



Introduzione agli impianti idronici

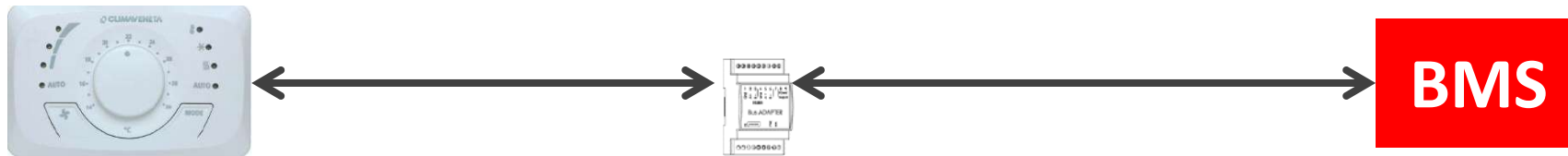
Sottosistema di regolazione

Insieme dei sistemi di controllo e regolazione:

BMS Building Management System

BMS: Sistema “intelligente” basato su reti controllate da microprocessore installato per monitorare e controllare gli impianti di un edificio, come gli impianti di climatizzazione, ventilazione, illuminazione e sanitari.

BMS CONNECTION



GAMMA SISTEMI AD ESPANSIONE DIRETTA

SISTEMI A POMPA DI CALORE

SISTEMI A RECUPERO DI CALORE

SISTEMI CONDENSATI AD ACQUA

I LIMITI DI CARICA DI REFRIGERANTE

L'allegato C della parte 1 di **UNI EN 378**, indica il metodo di calcolo per stabilire la massima quantità di gas refrigerante ammissibile in un impianto di climatizzazione.

Le condizioni per il limite di riempimento possono essere ricavate dalle tabelle nella SN EN 378-1:

1. In base alla tossicità cfr. tabella C1

2. In base all'infiammabilità cfr. tabella C2

Il valore inferiore tra i due determina il quantitativo massimo di riempimento.

Per un sistema ad espansione diretta utilizzando gas R-410A, la massima quantità di refrigerante del sistema ammissibile per servire ambienti con occupazione umana è pari a:

$$\text{Max quantità di refrigerante} = 0.44 \times \text{Volume ambiente climatizzato più piccolo}$$

dove **0.44** è il "Limite pratico, [kg/m³]" (**0,307** per R32)

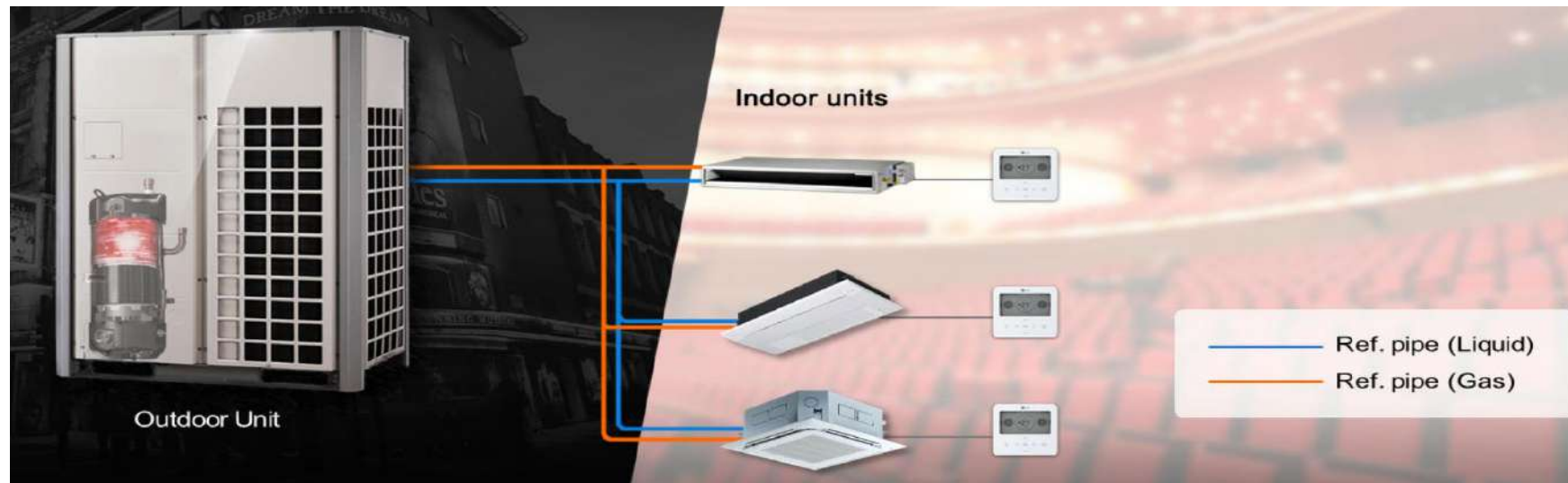
Definizione dei sistemi

Sistemi a pompa di calore

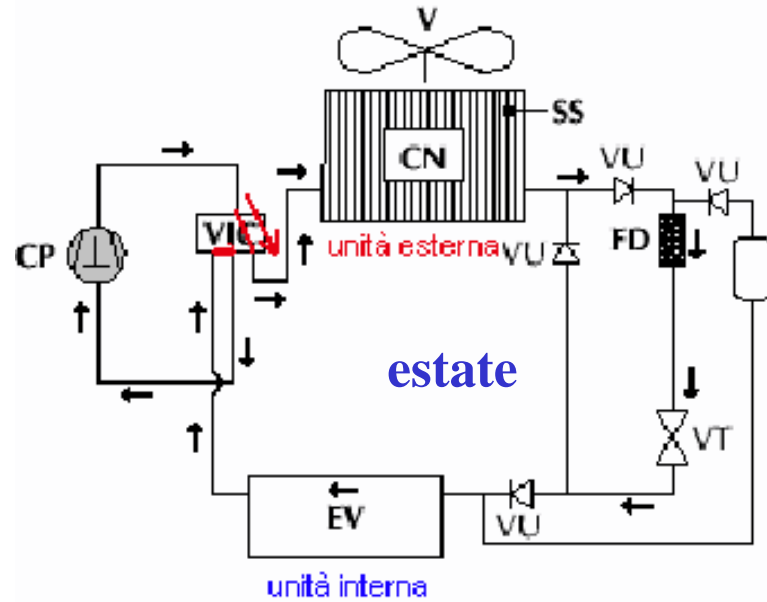
Sistemi che forniscono raffreddamento d'estate riscaldamento in inverno (classica commutazione estate/inverno degli impianti a 2 tubi)

Le unità interne di questi sistemi funzionano o tutte in freddo o tutte in caldo

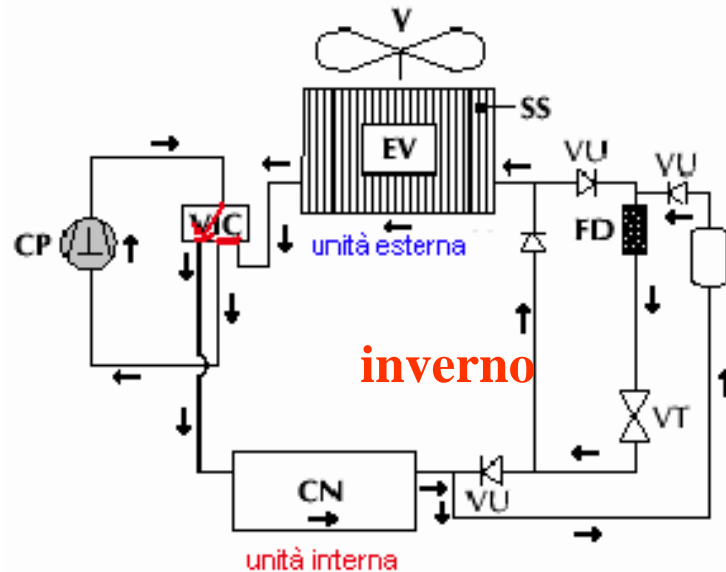
Si possono collegare unità interne dal **50% al **130%** della capacità dell'unità esterna**



Impianti a pompa di calore ad espansione diretta monosplit



- CP: Compressore
- CN: Condensatore
- VT: Valvola di laminazione Termostatica
- EV: Evaporatore
- VIC: Valvola Inversione Ciclo a 4 vie
- VU: Valvola unidirezionale (ritegno)
- FD: Filtro Deidratare: elimina eventuali tracce di umidità



Impianti ad espansione diretta di fluido refrigerante (Split systems, Multi-Split, Impianti VRF)

- scambiatore interno (condensatore in inverno, evaporatore in estate)
- rete di distribuzione del refrigerante e sistemi di controllo e regolazione
- unità esterna moto-evaporante in inverno, moto-condensante in estate

I COMPONENTI DEGLI IMPIANTI
DI CLIMATIZZAZIONE



Impianti ad espansione diretta - Generalità

Gli impianti ad espansione diretta sono usualmente costituiti da una unità esterna e da una a più unità interne. Tipiche caratteristiche dei componenti in ambito civile sono:

- gas refrigerante R410A o R32
- Unità esterna con compressore rotativo
- Controllo a microprocessore
- Telecomandi a raggi infrarossi con display a cristalli liquidi per il controllo di tutte le funzioni
- Timer per la programmazione del funzionamento
- Programma di funzionamento notturno
- Programma di funzionamento in deumidificazione
- Programma di funzionamento in automatico con commutazione riscaldamento / raffreddamento
- Funzione di autodiagnosi
- Funzionamento silenzioso
- Filtro aria
- Unità interna: alette di mandata aria orientabili in orizzontale e in verticale
- Unità interna: alette deflettrici verticali motorizzate azionabili da telecomando
- Unità interna: ventilconvettori canalizzati
- Linee frigorifere (nel residenziale in genere fino a 15 m)

DEFINIZIONE VRF (VRV)

**VARIABLE REFRIGERANT FLOW (VOLUME)
FLUSSO (VOLUME) REFRIGERANTE VARIABILE**

Il principio dei **sistemi VRF o VRV** si basa sulla capacità di “spostare”, dove necessario, l’energia termica o frigorifera generata dalla motocondensante, attraverso le unità interne ubicate nei vari locali.

Il tutto è possibile grazie alla regolazione sofisticata gestita attraverso la rete bus, le valvole LEV montate su ogni unità interna e ai compressori Inverter montati sulle motocondensanti.

Impianti VRF vs Split o Multisplit

Per quanto Split e Multiplisplit e VRF appartengano alla stessa famiglia di impianti in realtà si tratta di sistemi di complessità nettamente diversa.

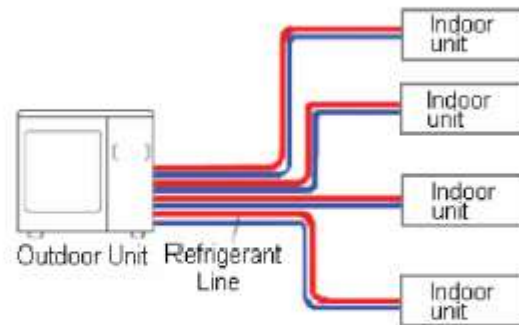
Split e multisplit sono sistemi in cui l'unità esterna contiene 3 elementi su 4 del circuito frigorifero, che tuttavia è un circuito relativamente base.

VRF invece ha unità interne dotate di valvola di espansione elettronica e presenta circuitazioni del refrigerante caratterizzate da maggiore complessità.

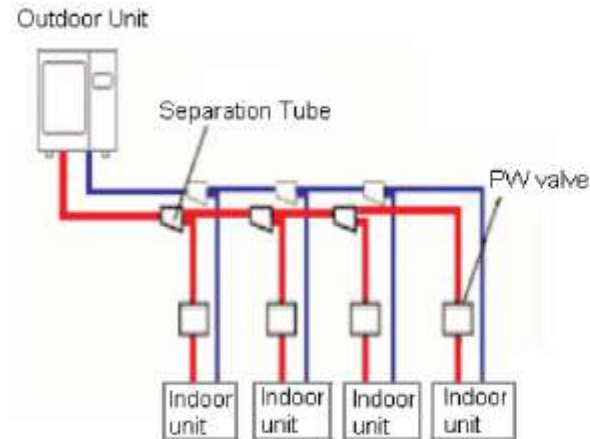
Impianti VRF vs Split o Multisplit

MULTISPLIT

- particolarmente adatti ad ambienti con carico termico omogeneo
- generalmente ciascuna unità interna ha un proprio termostato tuttavia non è possibile regolare la portata di refrigerante della singola unità ma solo unicamente quella d'aria e la portata di refrigerante dell'unità esterna nell'ipotesi (di fatto ormai scontata) che sia dotata di inverter.
- presenta pertanto dei limiti nella capacità di regolazione specialmente in presenza di carichi molto disomogenei nelle diverse zone dell'edificio.



Refrigerant Piping in Multi-Split System



Refrigerant Piping in VRF System

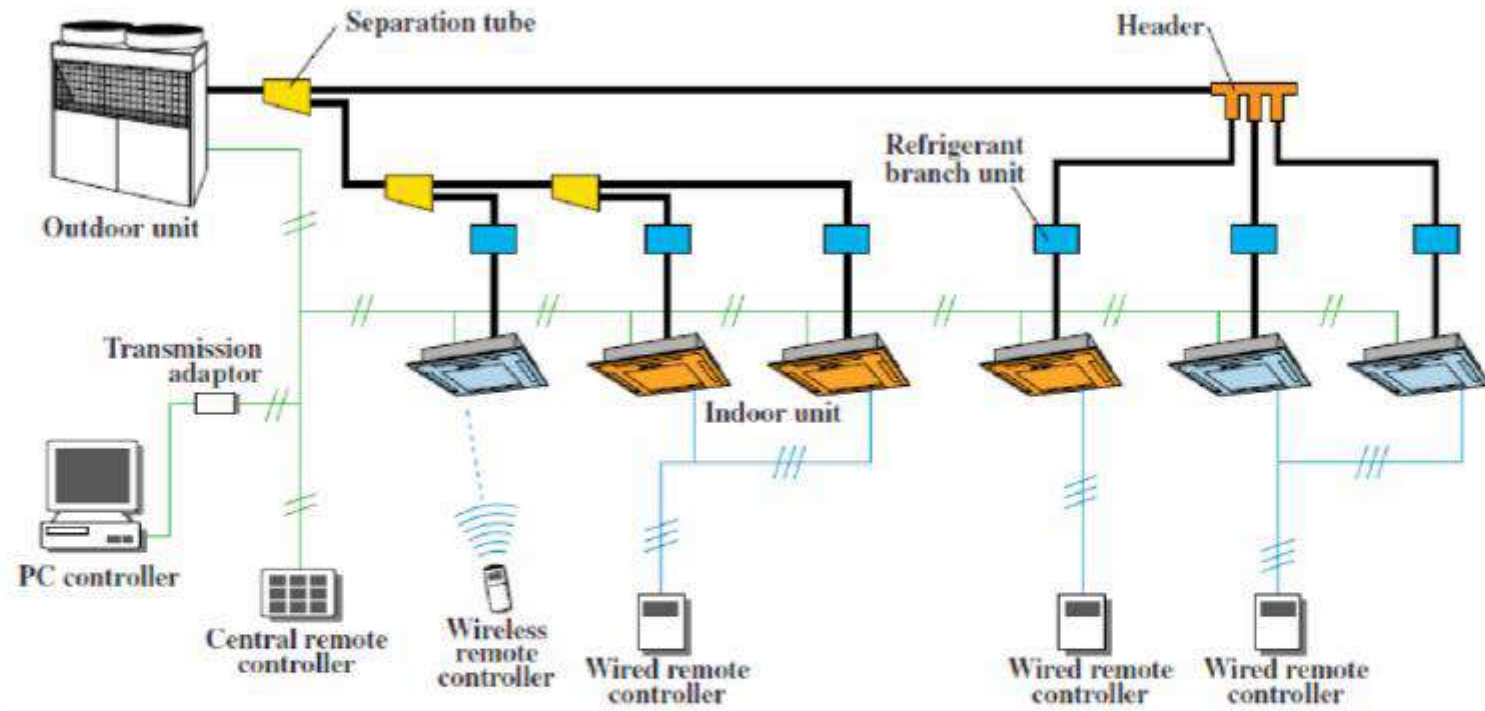
Impianti VRF vs Split o Multisplit

VRF

- Anche in questo caso più unità interne sono collegate ad un'unità esterna, tuttavia cambia la circuitazione e soprattutto la regolazione delle unità stesse
- a differenza dei multi-split sono in grado di regolare la portata di refrigerante di ogni singola unità evaporante interna. Il controllo è ottenuto attraverso valvole PMV (*pulse modulating valve*) le cui aperture sono determinate da microprocessori collegati ai sensori climatici presenti su ciascuna unità interna, utilizzando tipicamente valvole di espansione elettroniche (*EEV*)
- Possono servire edifici di dimensioni molto più elevate
- Possono gestire significative variabilità di carico
- Presentano una distribuzione del fluido più complessa ma con una lunghezza sicuramente inferiore a quella che caratterizzerebbe un sistema multisplit
- Sono modulari

Impianti VRF: configurazioni

VRF



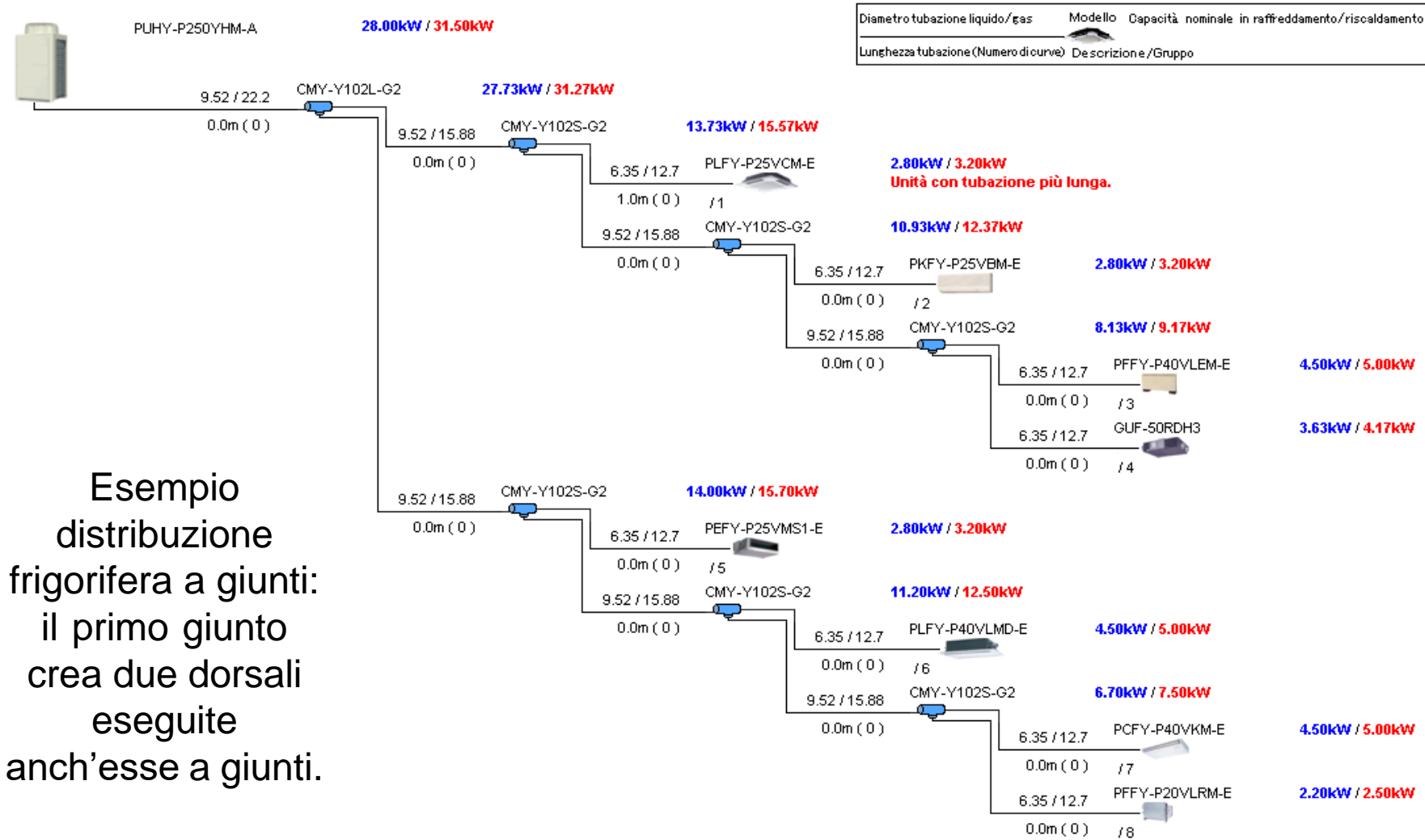
Impianti VRF vs Split o Multisplit

VRF

- un sistema articolato che prevede la connessione di unità interne ed unità esterna attraverso un circuito frigorifero nel quale è presente una linea principale dalla quale si diramano le linee secondaria attraverso separatori o collettori. A monte di ciascuna unità interna è presente un sistema di controllo contenente la valvola di espansione elettronica.
- ogni singola unità interna può essere controllata in termini di accensione o spegnimento, set point di temperatura, portata d'aria e posizione del deflettore.
- nel caso di un sistema semplice la distribuzione del refrigerante ha una linea del liquido (in mandata, in funzionamento in raffrescamento) e una linea del gas (di ritorno all'unità esterna, in funzionamento in raffrescamento).
- Le diramazioni vengono realizzate sfruttando **separatori (a due vie) e collettori (con più di due vie)**. Di norma, per ragioni di bilanciamento dei circuiti, è **importante non vengano impiegati separatori a valle di collettori**.

Impianti a pompa di calore ad espansione diretta VRF (o VRV)

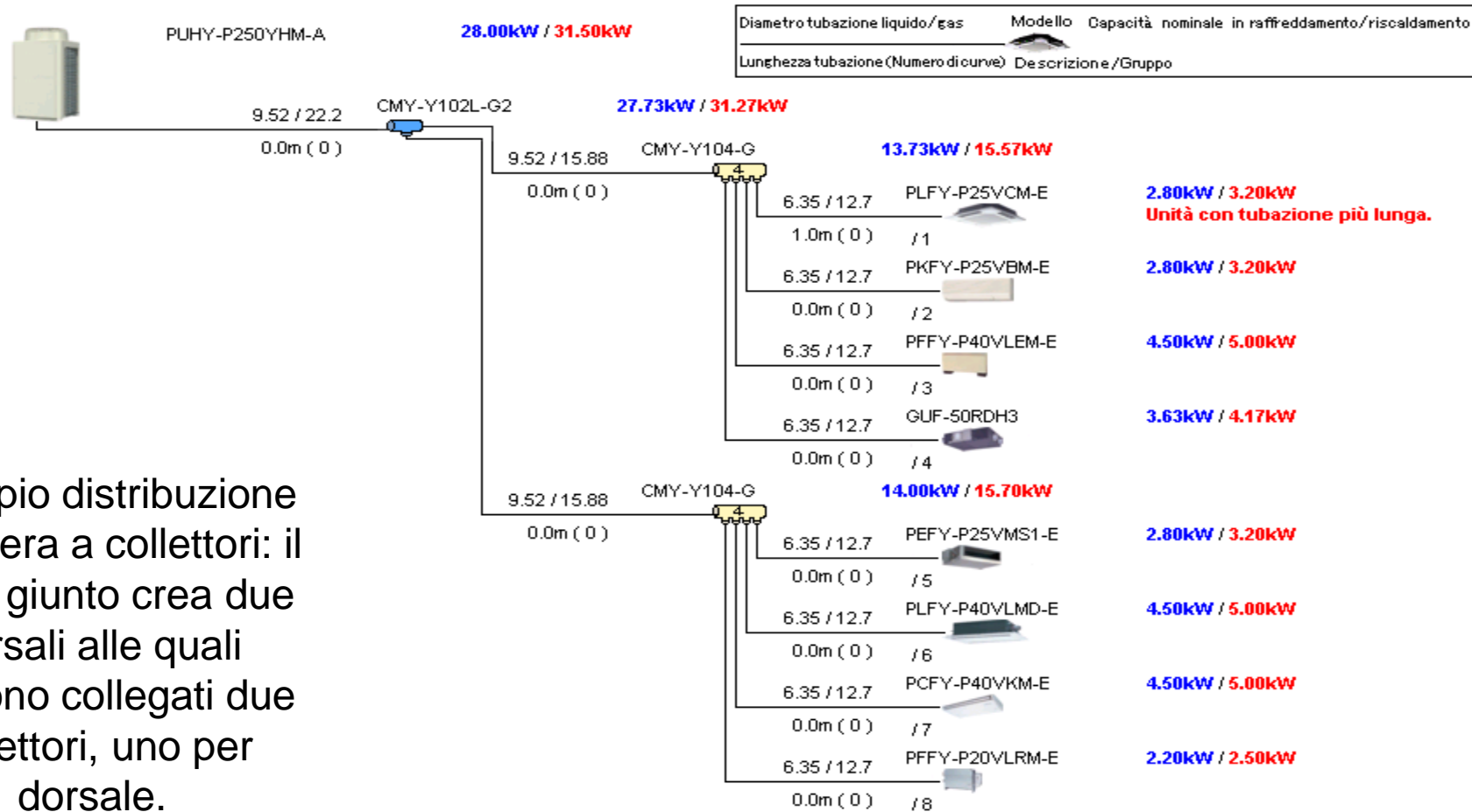
Distribuzione frigorifera a separatori (giunti)



Esempio
distribuzione
frigorifera a giunti:
il primo giunto
crea due dorsali
eseguite
anch'esse a giunti.

Impianti a pompa di calore ad espansione diretta VRF (o VRV)

Distribuzione frigorifera a collettori



Esempio distribuzione frigorifera a collettori: il primo giunto crea due dorsali alle quali vengono collegati due collettori, uno per dorsale.

Limiti lunghezze tubazioni frigorifere

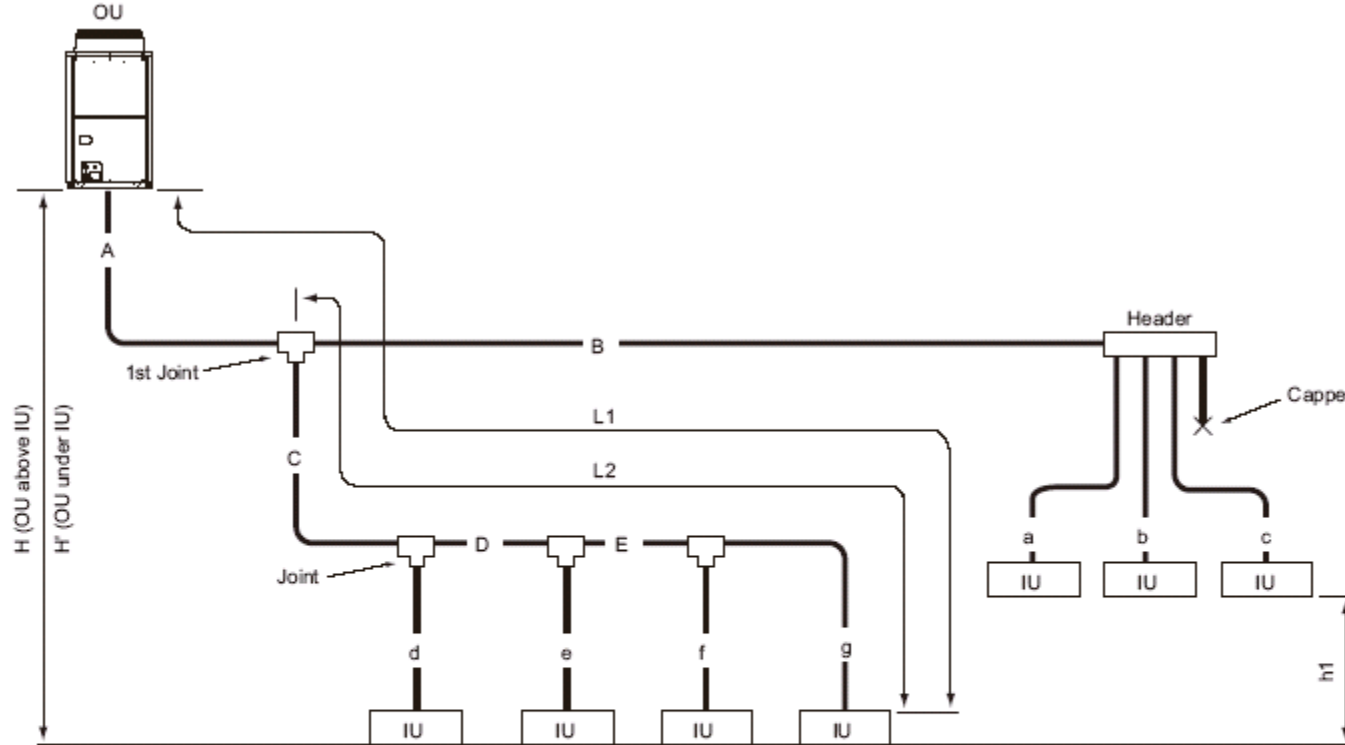


Fig. 3-2-1A Piping scheme

IU : Indoor unit , OU : Outdoor unit

Table3-2-1-1. Piping length		(m [ft.])	
Item	Piping in the figure	Max. length	Max. equivalent length
Total piping length	$A+B+C+D+E+a+b+c+d+e+f+g$	1000 [3280']	-
Farthest IU from OU (L1)	$A+C+D+E+g / A+B+c$	165 [541']	190 [623']
Farthest IU from first Joint (L2)	$C+D+E+g / B+c$	40 [131']	40 [131']
Height between OU and IU (OU above IU)	H	50 [164'] *1	-
Height between OU and IU (OU under IU)	H'	40 [131'] *2	-
Height between IU and IU	h1	15 [49']	-

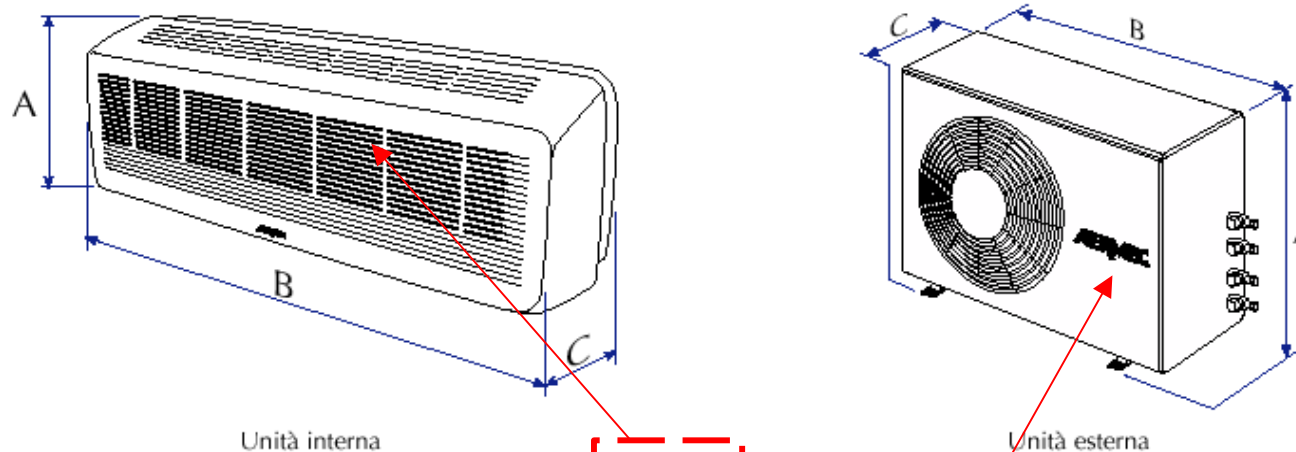
Table3-2-1-2. Bent equivalent length "M"	
Outdoor Model	M (m/bent [ft./bent])
PUHY-(E)P200YHM-A	0.35 [1.15]
PUHY-(E)P250YHM-A	0.42 [1.38]
PUHY-(E)P300YHM-A	0.42 [1.38]
PUHY-P350YHM-A	0.47 [1.54]
PUHY-P400YHM-A	0.50 [1.64]
PUHY-P450YHM-A	0.50 [1.64]

Dati Tecnico-dimensionali

Dati tecnici

Unità esterne	Cp* n.	unità interne in funzione n.	Potenza frigorifera	Potenza assorbita	Classe energetica	Potenza termica	Potenza assorbita	Classe energetica
			W	W		W	W	
MGH 1402C	1	1 0702E	2755	1350	G	2931	1450	G
		2 0702E + 0702E	4220	1450	C	4279	1350	D

Dati dimensionali (mm)

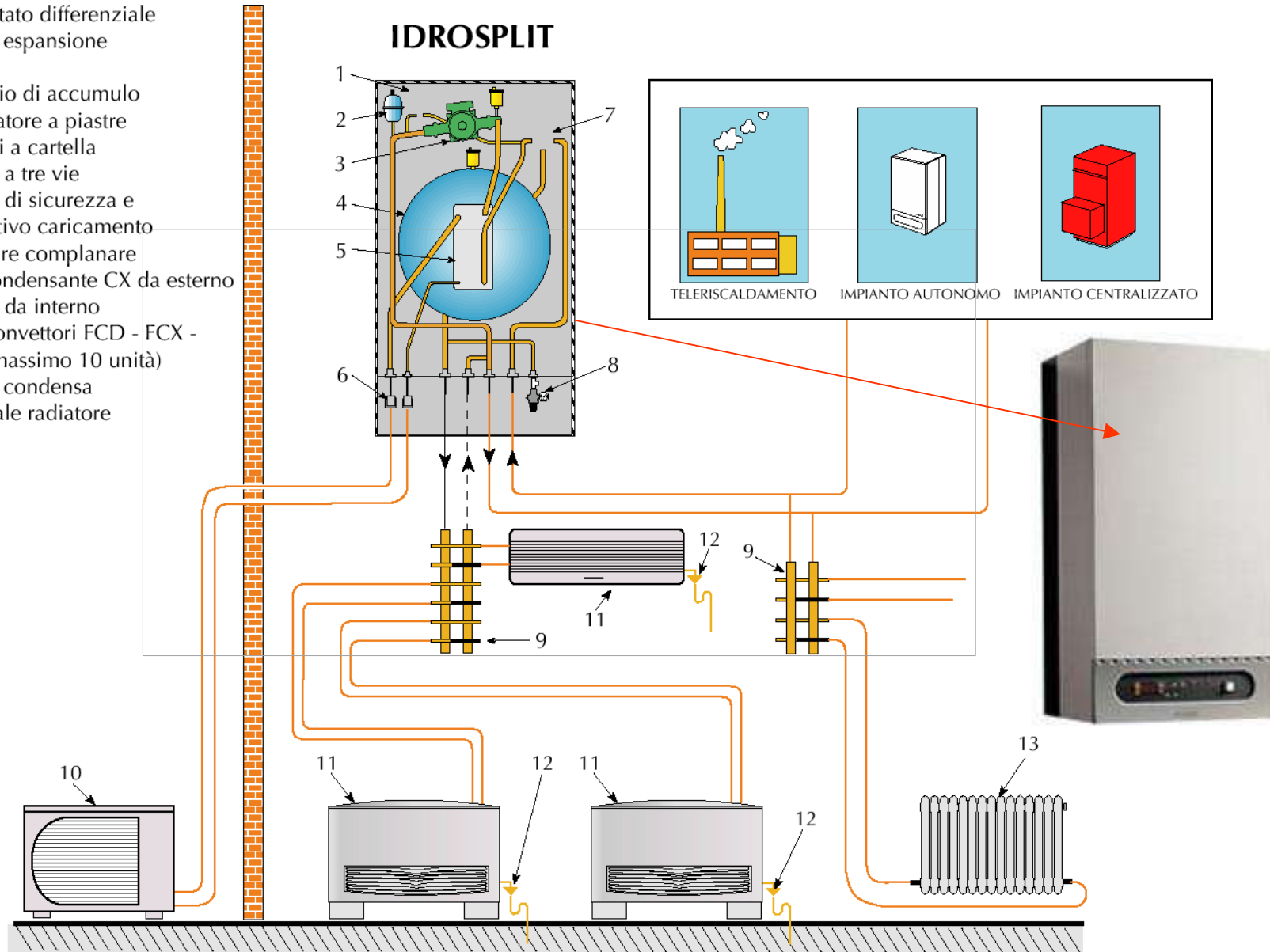


	MGH	0603E	0604E	0702E	0803E	0903E	0952E	1203E	1204E
Altezza	A	260	260	260	260	260	262	285	285
Larghezza	B	824	802	824	824	802	802	900	900
Profondità	C	155	155	155	155	155	165	156	156
Peso	kg	7	7	7	7	7	7	8	8

	MGH	1402C	1902C	2003C	3003C	3004C
Altezza	A	555	655	655	1060	1060
Larghezza	B	801	870	870	870	870
Profondità	C	262	320	320	320	320
Peso	kg	48	62	66	68	80

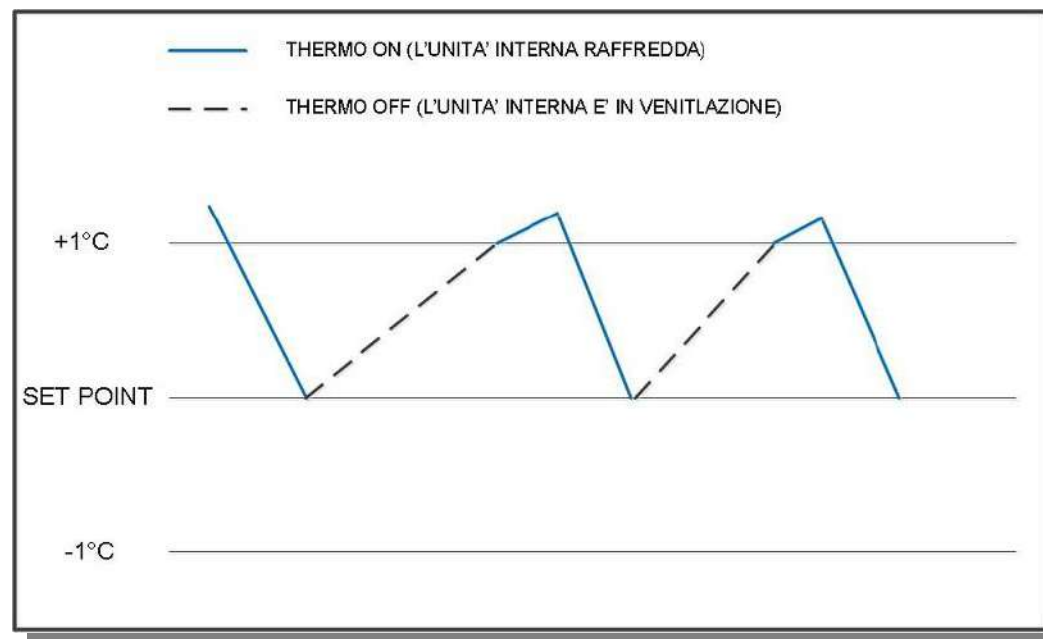
Impianto espansione diretta con modulo idronico

- 1 pressostato differenziale
- 2 vaso di espansione
- 3 pompa
- 4 serbatoio di accumulo
- 5 evaporatore a piastre
- 6 attacchi a cartella
- 7 valvola a tre vie
- 8 valvola di sicurezza e dispositivo caricamento
- 9 collettore complanare
- 10 motocondensante CX da esterno o CWX da interno
- 11 ventilconvettori FCD - FCX - FCW (massimo 10 unità)
- 12 scarico condensa
- 13 eventuale radiatore



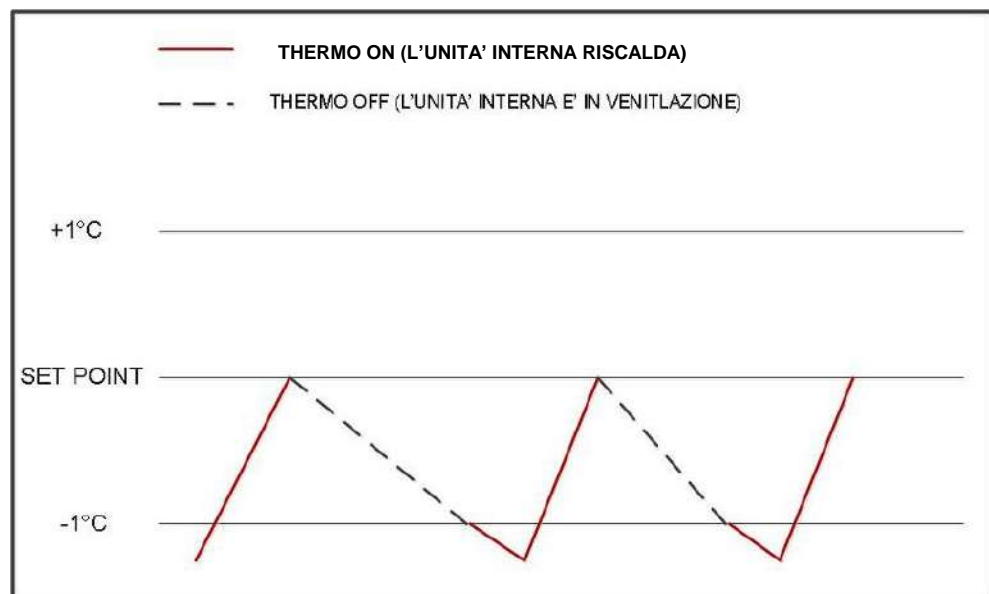
CAMPO OPERATIVO UNITA' INTERNE

L'esempio riportato si riferisce al funzionamento dell'unità interna durante il ciclo **frigorifero**, quando la temperatura interna supera di 1° il setpoint la valvola lev viene aperta al 100% e si chiude parzializzando all'avvicinarsi del setpoint



CAMPO OPERATIVO UNITA' INTERNE

L'esempio riportato si riferisce al funzionamento dell'unità interna durante il ciclo di **riscaldamento**, quando la temperatura interna scende di 1° sotto il setpoint la valvola lev viene aperta al 100% e si chiude parzializzando all'avvicinarsi del setpoint



In riscaldamento al raggiungimento del setpoint la ui ventila alla velocità minima

RESE EFFETTIVE SISTEMI VRF

I sistemi VRF subiscono delle variazioni della propria resa nominale in funzione di alcuni parametri variabili dipendenti dal progetto e dall'ubicazione. I motivi per i quali si corregge la resa sono i seguenti:

Raffrescamento:

- Indice capacità Ue-UI
- Temperatura di progetto esterna e interna
- Lunghezza tubazioni ramo più sfavorito

Riscaldamento:

- Indice capacità Ue-UI
- Temperatura di progetto esterna e interna
- Lunghezza tubazioni ramo più sfavorito
- Cicli di sbrinamento

CALCOLO RESE EFFETTIVE SISTEMA

ESEMPIO con sistema VRF Mitsubishi

U.E. grandezza 350 (40kW/45kW)

- **RAFFREDDAMENTO**

- TEMP. ESTERNA = 35° CDB

- TEMP INTERNA = 25° CDB / 18° CWB

- **RISCALDAMENTO**

- TEMP. ESTERNA = - 5° CWB

- TEMP INTERNA = 20° CDB

- **DATI DEL SISTEMA**

- INDICE CAPACITA' U.I. = 420 [U.I./U.E. = 120%]

- (Somma indici unità interne)

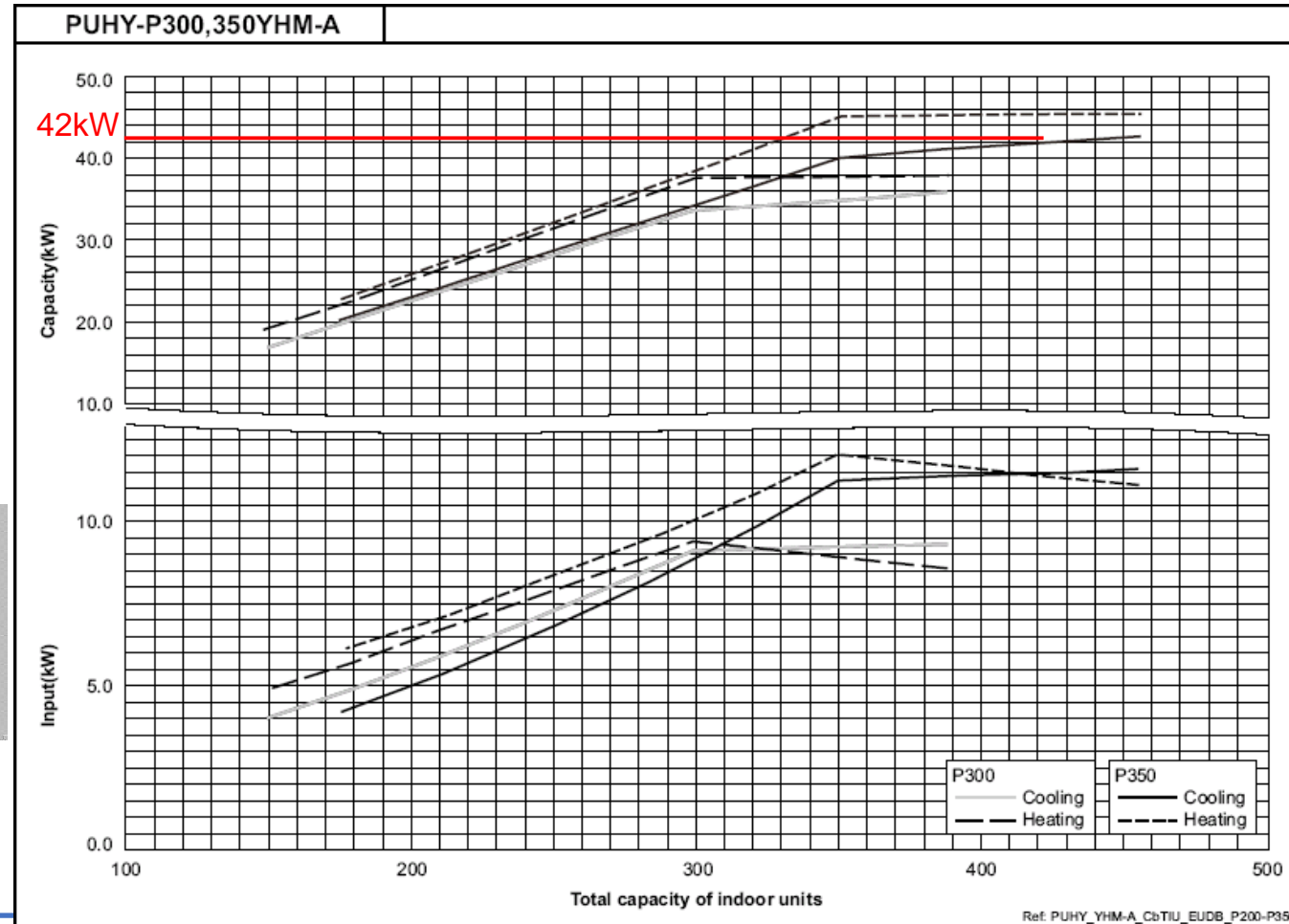
- LUNGHEZZA TUBAZIONI = 130m

- FATTORE DI CONTEMPORANEITA' DEI CARICHI = 80%

RESE EFFETTIVE - RAFFREDDAMENTO

CORREZIONE
RESA PER
INDICE DI
CAPACITA'
UNITA'
INTERNE

CORREZIONE
ASSORBIMENTO
ELETTRICO PER
INDICE DI
CAPACITA'
UNITA'
INTERNE



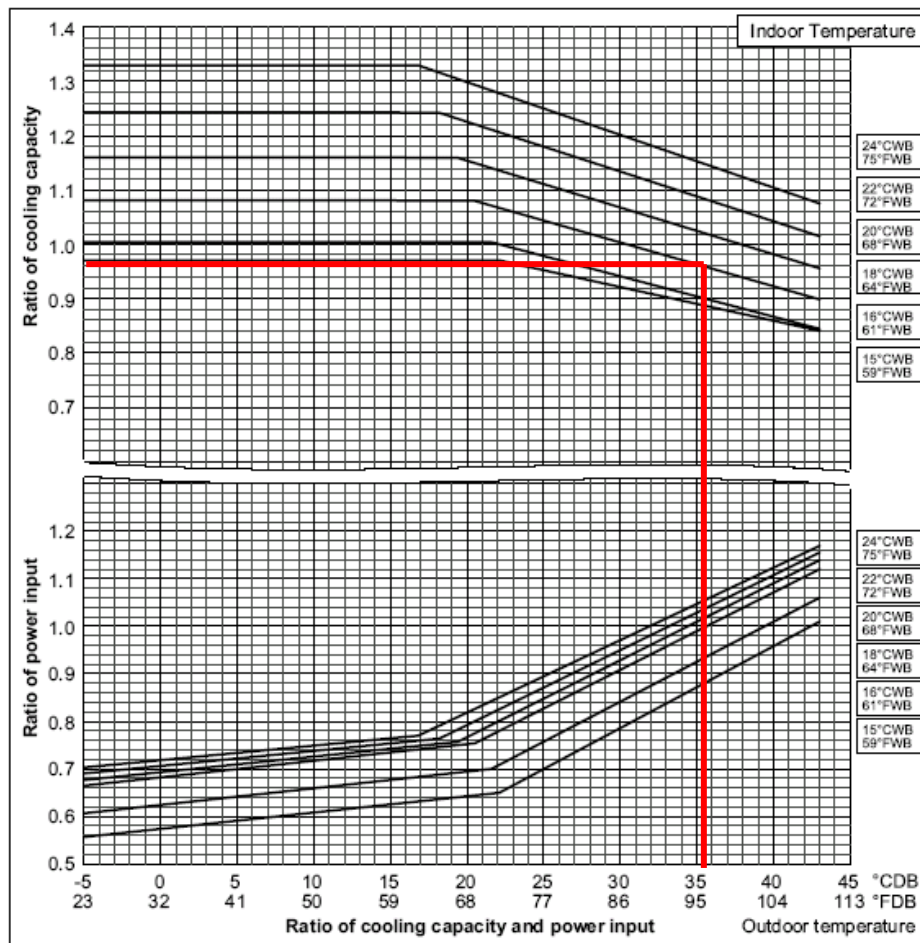
RESE EFFETTIVE - RAFFREDDAMENTO

	PUHY-	P300YHM-A	P350YHM-A
Nominal Cooling Capacity	kW	33.5	40.0
	BTU/h	114,300	136,500
Input	kW	9.07	11.20

	PUHY-	P400YHM-A
Nominal Cooling Capacity	kW	45.0
	BTU/h	153,500
Input	kW	13.23

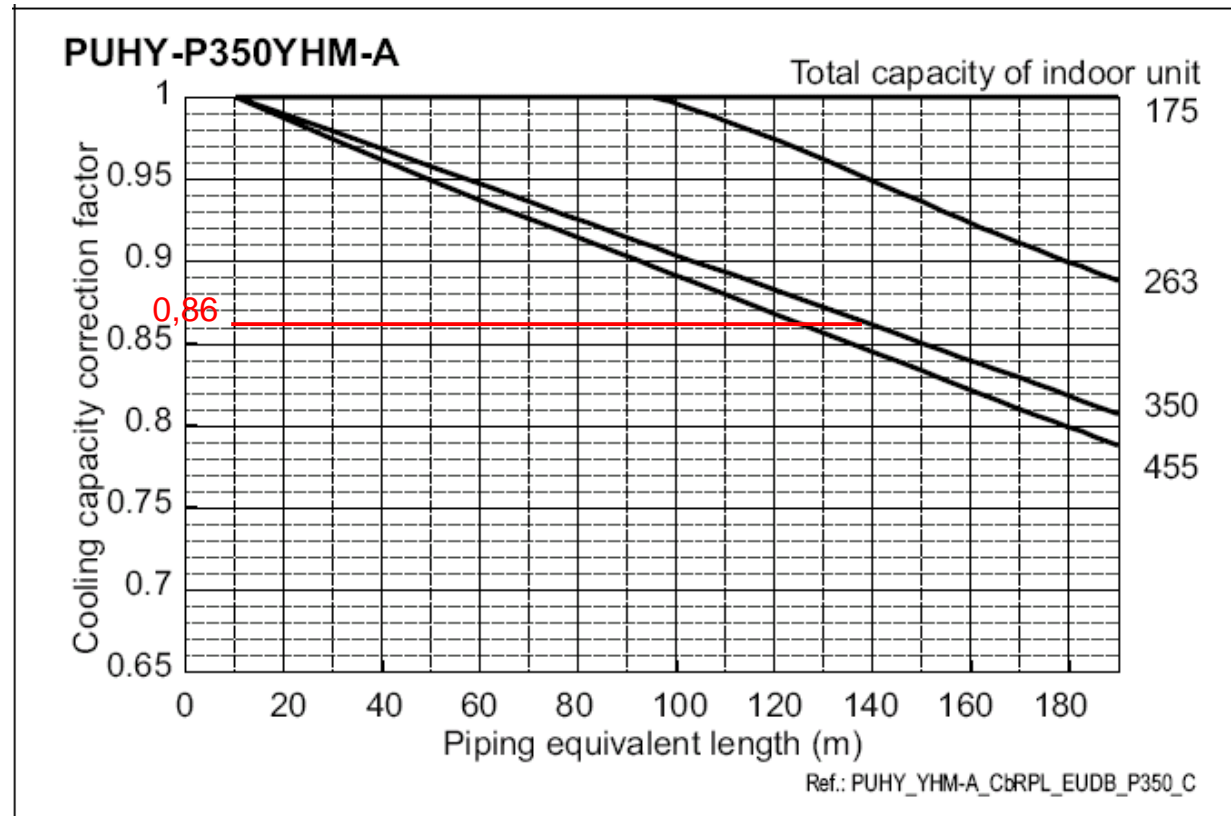
0,96

CORREZIONE
RESA PER LA
TEMPERATURA
INTERNA ED
ESTERNA



RESE EFFETTIVE - RAFFREDDAMENTO

CORREZIONE
PER
LUNGHEZZA
RAMO PIU'
SFAVORITO
130m



RESE EFFETTIVE - RAFFREDDAMENTO

- **RESA EFFETTIVA**

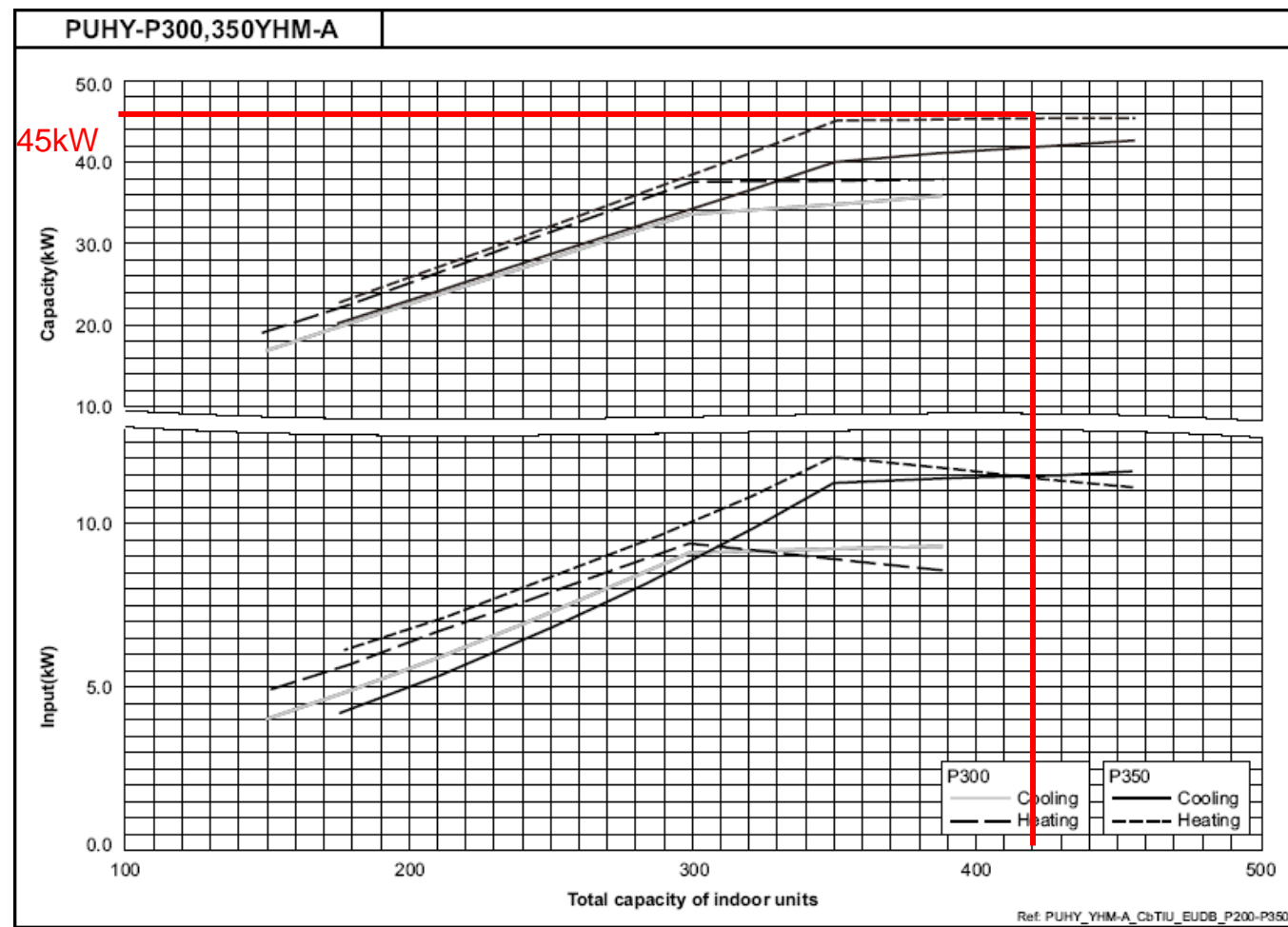
$$42\text{kW} \times 0,96 \times 0,86 = 34,7\text{kW} \text{ (- 13,4\%)}$$

- 42 kW : RESA CON INDICE DI CAPACITÀ U.I. di 420
 - 0,96 : CORREZIONE PER TEMPERATURE ESTERNA / INTERNA
 - 0,86 : CORREZIONE PER LUNGHEZZA TUBAZIONI DI 130 m
-

RESE EFFETTIVE - RISCALDAMENTO

CORREZIONE
RESA PER
INDICE DI
CAPACITA'
UNITA'
INTERNE

CORREZIONE
ASSORBIMENTO
ELETTRICO PER
INDICE DI
CAPACITA'
UNITA'
INTERNE

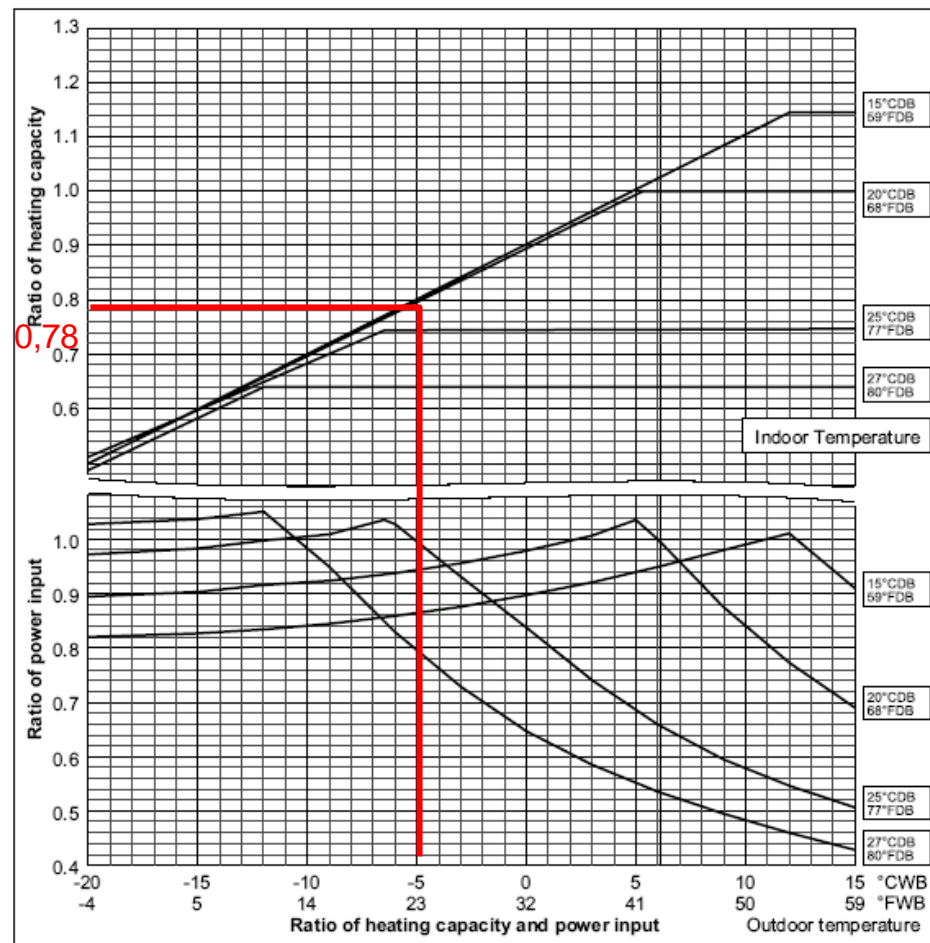


RESE EFFETTIVE - RISCALDAMENTO

PUHY-		P300YHM-A	P350YHM-A
Nominal Heating Capacity	kW	37.5	45.0
	BTU/h	128,000	153,500
Input	kW	9.39	12.09

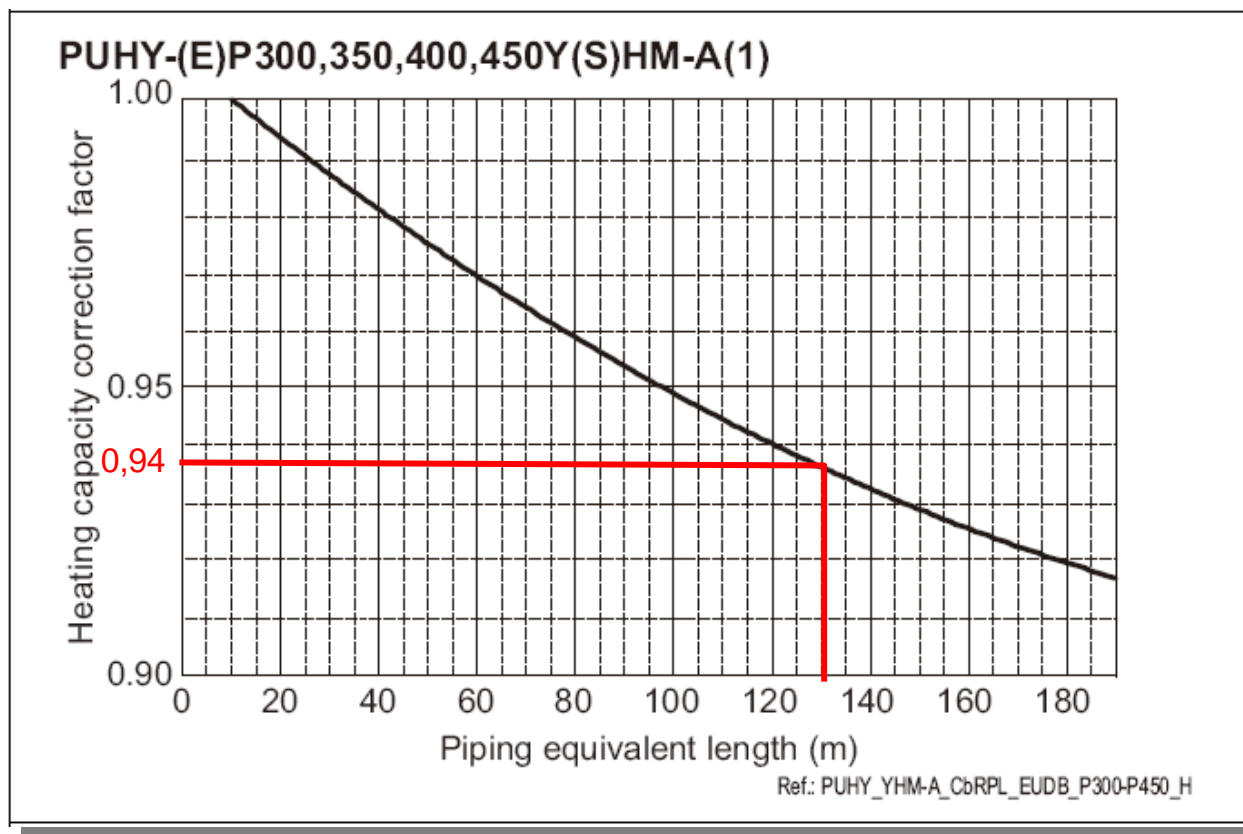
PUHY-		P400YHM-A
Nominal Heating Capacity	kW	50
	BTU/h	170,600
Input	kW	13.47

CORREZIONE
RESA PER LA
TEMPERATURA
INTERNA ED
ESTERNA



RESE EFFETTIVE - RISCALDAMENTO

CORREZIONE
PER
LUNGHEZZA
RAMO PIU'
SFAVORITO
130m



RESE EFFETTIVE - RISCALDAMENTO

CORREZIONE RESA CICLI DI SBRINAMENTO

Outdoor inlet air temp. °C	6	4	2	1	0	-2	-4	-6	-8	-10	-20
Outdoor inlet air temp. °F	43	39	36	34	32	28	25	21	18	14	-4
PUHY-(E)P200YHM	1.00	0.95	0.84	0.83	0.83	0.87	0.90	0.95	0.95	0.95	0.95
PUHY-(E)P250YHM	1.00	0.95	0.84	0.83	0.83	0.87	0.90	0.95	0.95	0.95	0.95
PUHY-(E)P300YHM	1.00	0.93	0.82	0.80	0.82	0.86	0.90	0.90	0.95	0.95	0.95
PUHY-P350YHM	1.00	0.93	0.85	0.83	0.84	0.86			0.95	0.95	0.95
PUHY-(E)P400YHM	1.00	0.95	0.90	0.87	0.88	0.89	0.90	0.95	0.95	0.95	0.95
PUHY-(E)P450YHM	1.00	0.98	0.89	0.87	0.89	0.90	0.92	0.95	0.95	0.95	0.95
PUHY-(E)P500YSHM	1.00	0.98	0.89	0.86	0.89	0.90	0.92	0.95	0.95	0.95	0.95
PUHY-(E)P550YSHM	1.00	0.94	0.87	0.86	0.87	0.88	0.90	0.90	0.93	0.93	0.93
PUHY-(E)P600YSHM	1.00	0.94	0.84	0.86	0.87	0.88	0.90	0.90	0.93	0.93	0.93
PUHY-(E)P650YSHM	1.00	0.94	0.84	0.86	0.87	0.88	0.90	0.90	0.93	0.93	0.93
PUHY-(E)P700YSHM	1.00	0.98	0.89	0.88	0.89	0.90	0.92	0.95	0.95	0.95	0.95
PUHY-(E)P750YSHM	1.00	0.98	0.89	0.88	0.89	0.90	0.92	0.95	0.95	0.95	0.95
PUHY-(E)P800YSHM	1.00	0.98	0.89	0.88	0.89	0.90	0.92	0.95	0.95	0.95	0.95
PUHY-(E)P850YSHM	1.00	0.94	0.87	0.86	0.87	0.88	0.90	0.90	0.93	0.93	0.93
PUHY-(E)P900YSHM	1.00	0.94	0.87	0.86	0.87	0.88	0.90	0.90	0.93	0.93	0.93
PUHY-P950YSHM	1.00	0.94	0.87	0.86	0.87	0.88	0.90	0.90	0.93	0.93	0.93
PUHY-P1000YSHM	1.00	0.94	0.87	0.86	0.87	0.88	0.90	0.90	0.93	0.93	0.93
PUHY-P1050YSHM	1.00	0.94	0.87	0.86	0.87	0.88	0.90	0.90	0.93	0.93	0.93
PUHY-P1100YSHM	1.00	0.94	0.87	0.86	0.87	0.88	0.90	0.90	0.93	0.93	0.93
PUHY-P1150YSHM	1.00	0.94	0.87	0.86	0.87	0.88	0.90	0.90	0.93	0.93	0.93
PUHY-P1200YSHM	1.00	0.94	0.87	0.86	0.87	0.88	0.90	0.90	0.93	0.93	0.93
PUHY-P1250YSHM	1.00	0.94	0.87	0.86	0.87	0.88	0.90	0.90	0.93	0.93	0.93

RESE EFFETTIVE - RISCALDAMENTO

- **RESA EFFETTIVA**

$$45\text{kW} \times 0,78 \times 0,94 \times 0,9 = \mathbf{29,7\text{kW} (- 34\%)}$$

- 45 kW : RESA CON INDICE DI CAPACITÀ U.I. di 420
 - 0,78 : CORREZIONE PER TEMPERATURE ESTERNA / INTERNA
 - 0,94 : CORREZIONE PER LUNGHEZZA TUBAZIONI DI 130 m
 - 0,90 : CORREZIONE PER CICLI SBRINAMENTO
-

Definizione dei sistemi

Sistemi di **raffreddamento e riscaldamento** simultanei a **recupero di calore a due tubi**

Sistemi che forniscono sia raffreddamento che riscaldamento simultaneamente in tutte le stagioni (impianti di massimo comfort paragonabili alla tipologia **4 tubi** nell'impiantistica tradizionale idronica)

Le unità interne di questi sistemi possono funzionare individualmente sia in freddo che in caldo e commutare automaticamente

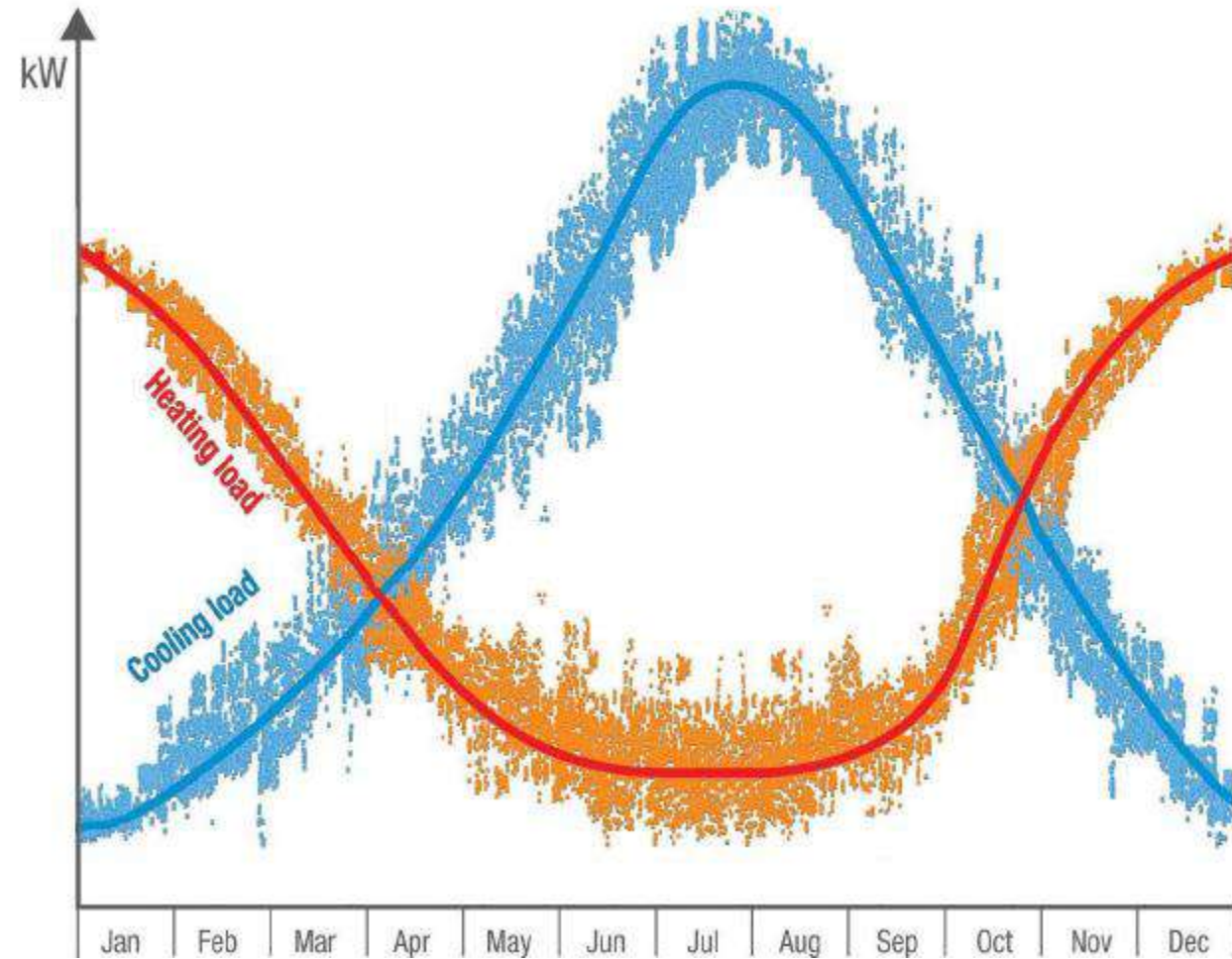
Nei funzionamenti misti si ha il recupero di calore, che è massimo quando la potenza richiesta in freddo e quella richiesta in caldo si equivalgono

Si possono collegare unità interne dal **50%** al **150%** della capacità dell'unità esterna

VRF a recupero

- Gli edifici di nuova costruzione specialmente nel settore commerciale hanno sempre di più l'esigenza di gestire contemporaneità di carico in zone o ambienti diversi dello stesso edificio
- Nelle situazioni in cui si verifica l'esigenza di gestire la contemporaneità di carico è possibile sfruttare sistemi che consentano di utilizzare a proprio vantaggio e a vantaggio dell'efficienza energetica del sistema la produzione contemporanea di freddo (evaporazione) e caldo (condensazione)
- I sistemi VRF raggiungono questo obiettivo con un sistema tecnologicamente avanzato ma allo stesso tempo relativamente semplice da installare

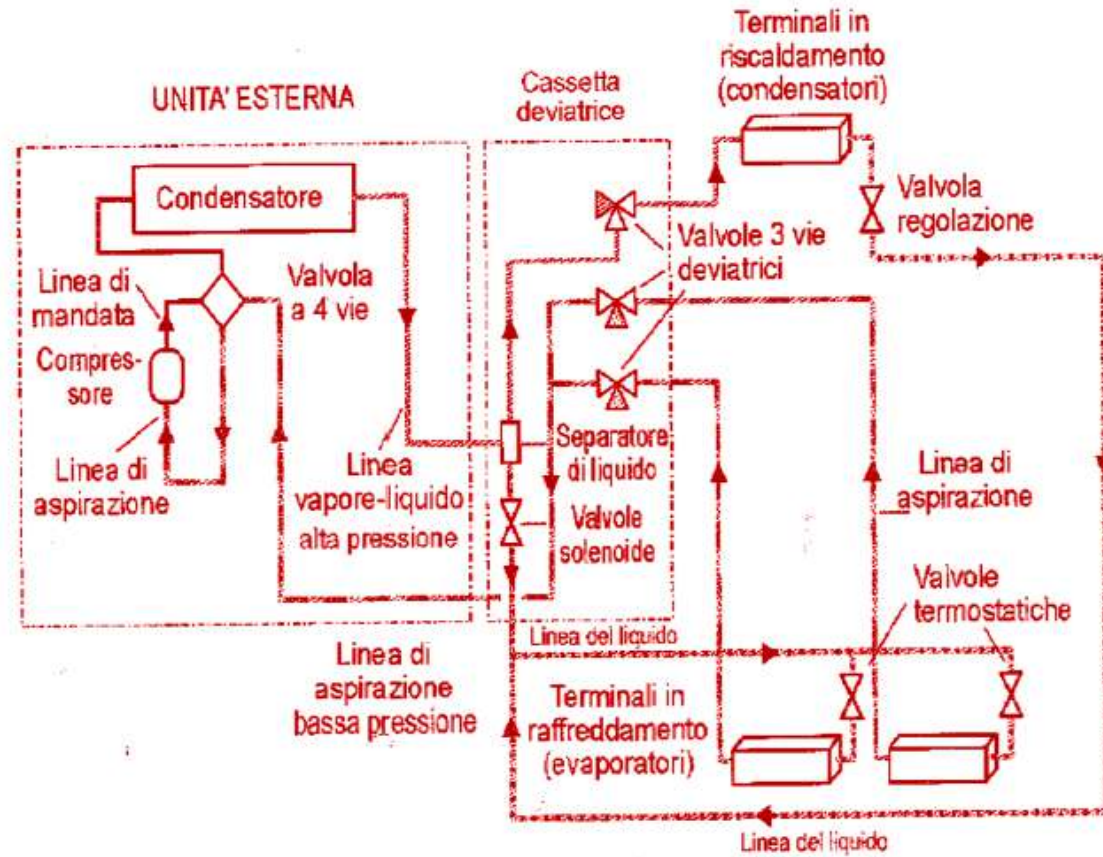
Sovrapposizione carichi termici



VRF a recupero

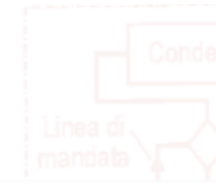
- Sul mercato i sistemi VRF a recupero sono realizzati attraverso due modalità:
 - Configurazione costruttiva a 2 tubi
 - **Configurazione costruttiva a 3 tubi (adottata dalla maggioranza dei costruttori)**
- **Il sistema è chiaramente più complesso di quello semplice per cui è da utilizzare dove effettivamente esiste l'esigenza di gestire per un periodo esteso la contemporaneità di carico**

Pompe di calore: VRF a recupero a 2 tubi



schema di una configurazione a 2 tubi che opera con produzione simultanea di energia termica e frigorifera, ma con prevalenza di richiesta frigorifera; in questo contesto l'unità esterna deve fornire un contributo in termini di condensazione: il refrigerante in uscita dal compressore sotto forma di vapore surriscaldato viene inviato al condensatore, dove tuttavia condensa solo parzialmente

Pompe di calore: VRF a recupero a 2 tubi



L'elemento caratterizzante il sistema è la cassetta deviatrice, che contiene:

- Valvole deviatrici, destinate una a ciascuna unità interna
- Valvole solenoidi
- Un separatore di liquido

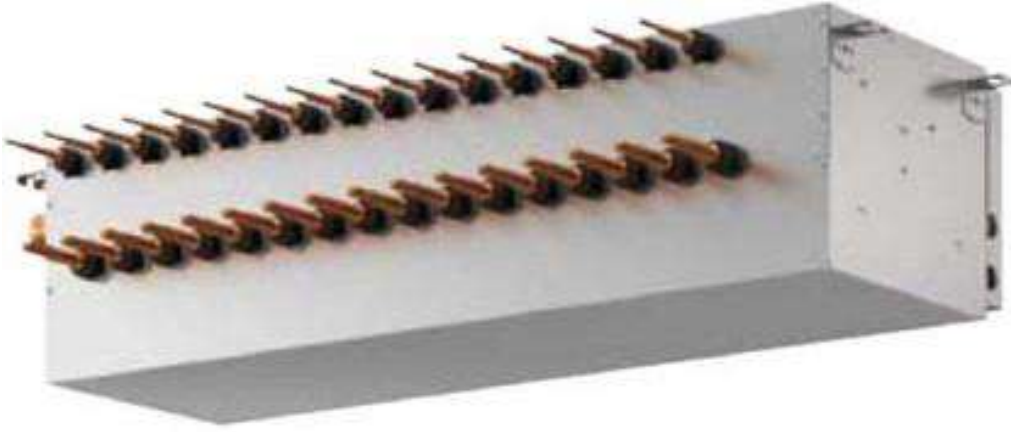
Nel separatore di liquido, il refrigerante proveniente dal condensatore dell'unità esterna condensato parzialmente, separata la parte liquido dalla parte vapore. La parte vapore è inviata alle unità operanti in riscaldamento dove condensa. Il liquido risultante assieme a quello proveniente dalla parte inferiore del separatore viene inviato alle unità operanti in freddo.

Nelle unità interne in modalità raffrescamento il refrigerante si trasforma in vapore surriscaldato che viene aspirato dal compressore attraverso la linea di aspirazione a bassa pressione.

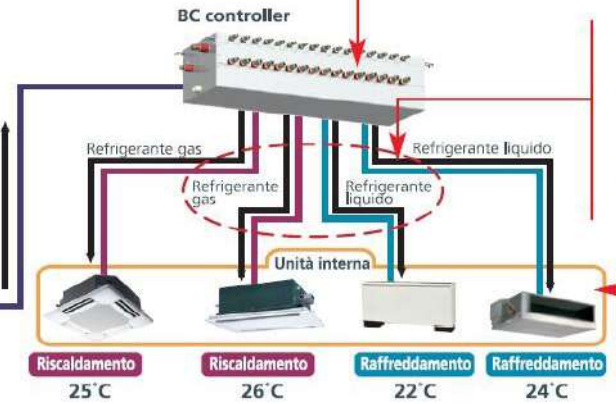
Dall'unità esterna esce una tubazione, la linea di vapore liquido ad alta pressione (in uscita dal condensatore), ne entra una, la linea di aspirazione a bassa pressione. Sono quindi due le tubazioni da e verso le cassette deviatrici.

Distributore Sistema a recupero di calore

Riscaldamento = refrigerante gas
Raffreddamento = refrigerante liquido



1 L'alta pressione e la bassa pressione decidono la frequenza del compressore e la modalità dello scambiatore di calore e controllano anche il volume dello scambio termico.



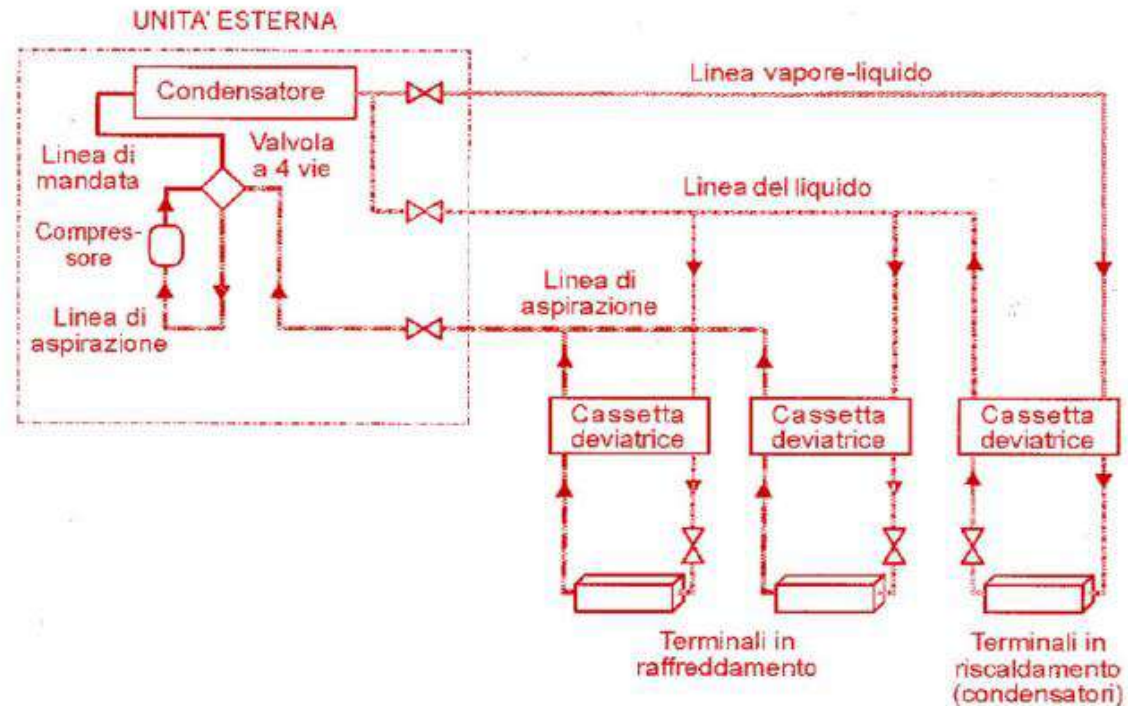
2 CIRCUITO DI REFRIGERAZIONE R2/RW2
Il refrigerante a due fasi gas-liquido dall'unità esterna viene diviso in refrigerante gas e in refrigerante liquido dal separatore gas-liquido nel controller BC.

Il controller BC divide correttamente il refrigerante per ogni unità interna a seconda della modalità di funzionamento dell'unità stessa.

3 Regolazione del flusso di refrigerante in base alla differenza di temperatura tra l'aria di ripresa e l'aria di mandata.

Consente di rispondere alla richiesta di flessibilità raffreddamento/riscaldamento.

Pompe di calore: VRF a recupero a 3 tubi



sistema VRF a recupero a 3 tubi. In questo caso dall'unità esterna si diramano 3 tubazioni: una di aspirazione, una di mandata e la linea del liquido, con ciascuna una valvola a solenoide.

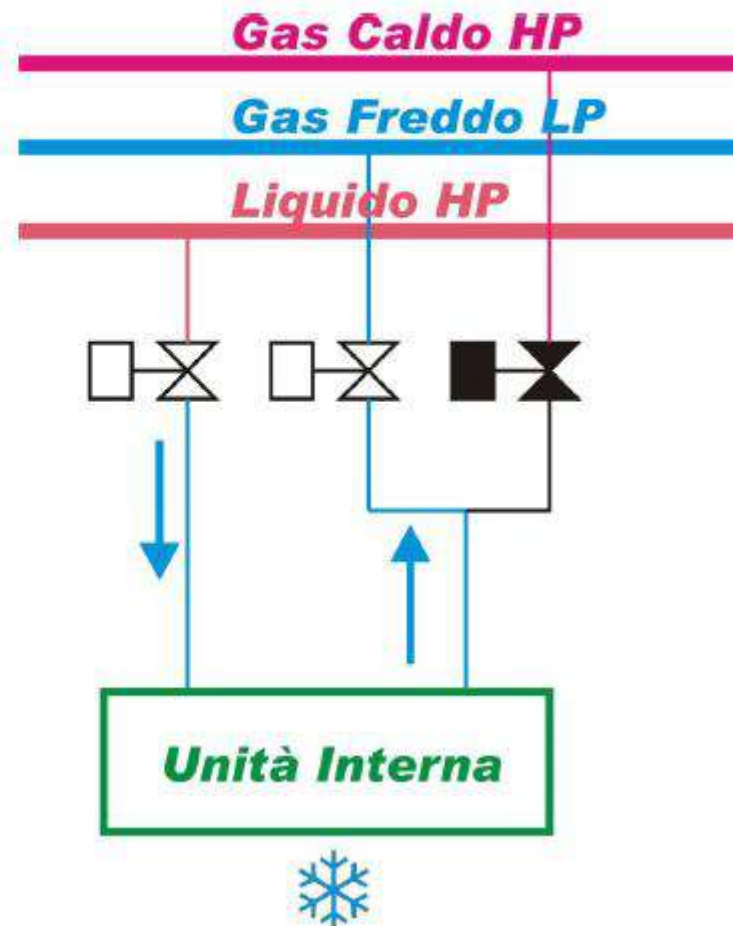
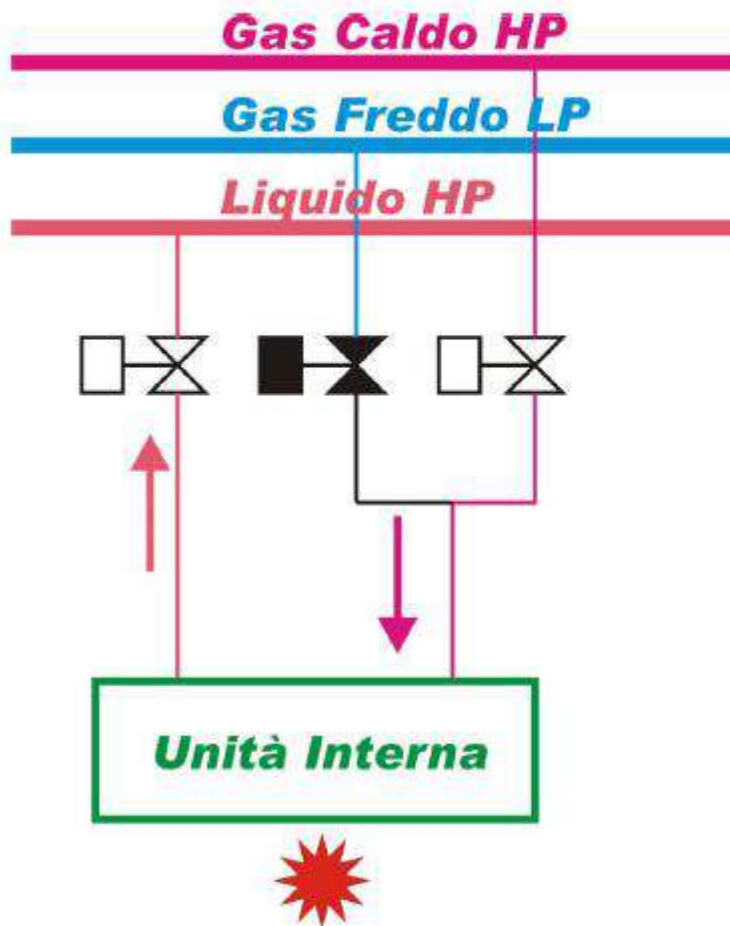
Pompe di calore: VRF a 3 tubi

Dall'unità esterna si diramano 3 tubazioni: una di aspirazione, una di mandata e la linea del liquido, con ciascuna una valvola a solenoide.

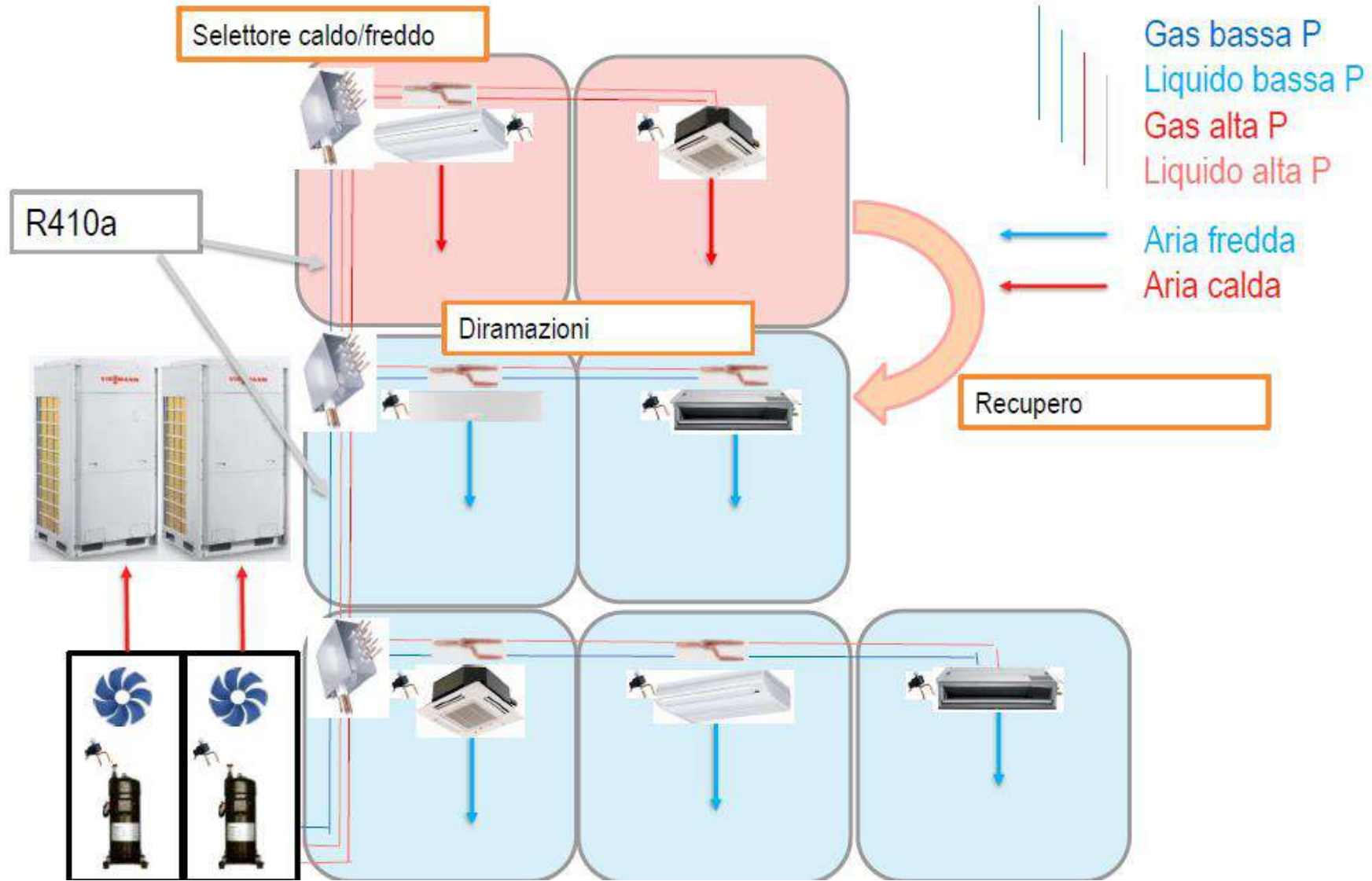
Le unità interne sono collegate ad una cassetta deviatrice che in funzione delle modalità di funzionamento collega il terminale interno a due delle tre linee:

- Le unità operanti in freddo sono collegate alla linea del freddo (in ingresso) e alla linea di aspirazione (in uscita)
- Le unità operanti in riscaldamento sono collegate alla linea vapore liquido (anche in questo caso il refrigerante non condensa completamente nel condensatore dell'unità esterna) e alla linea aspirazione. La linea del liquido ha pertanto la propria valvola solenoide chiusa

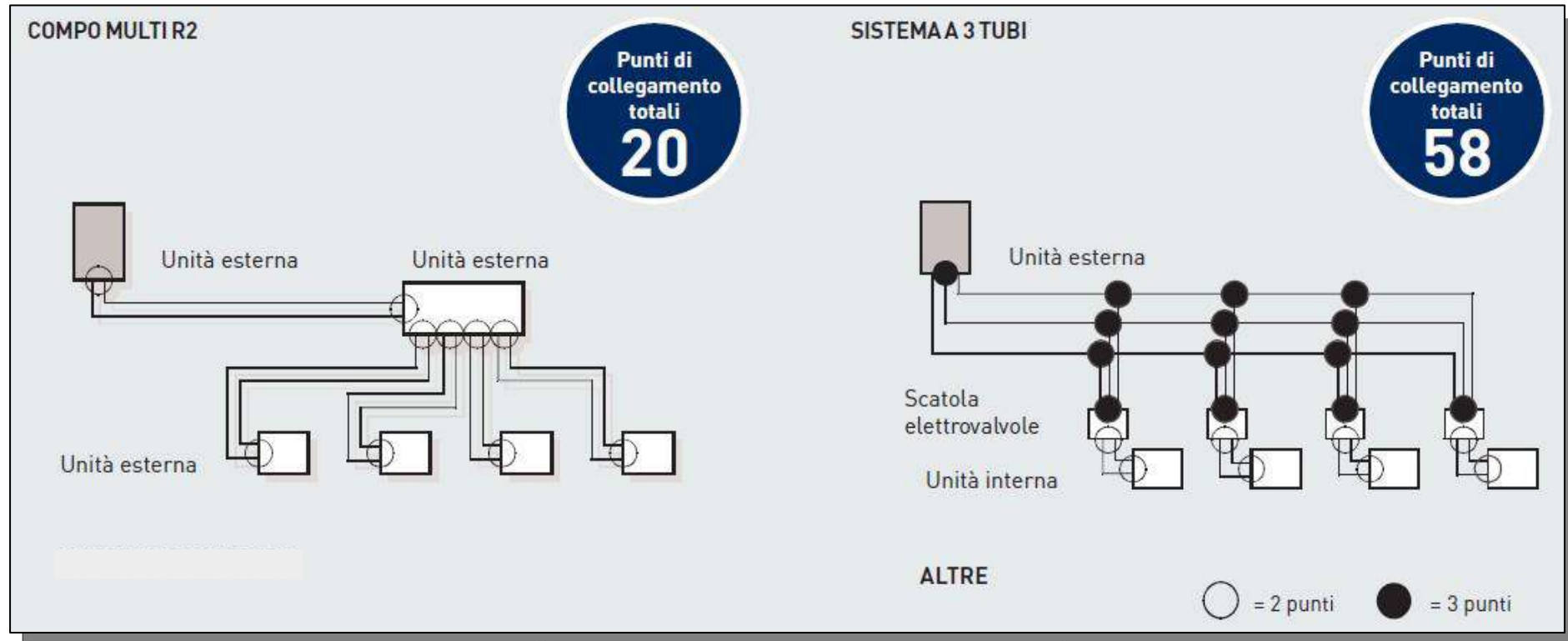
Pompe di calore: VRF a 3 tubi



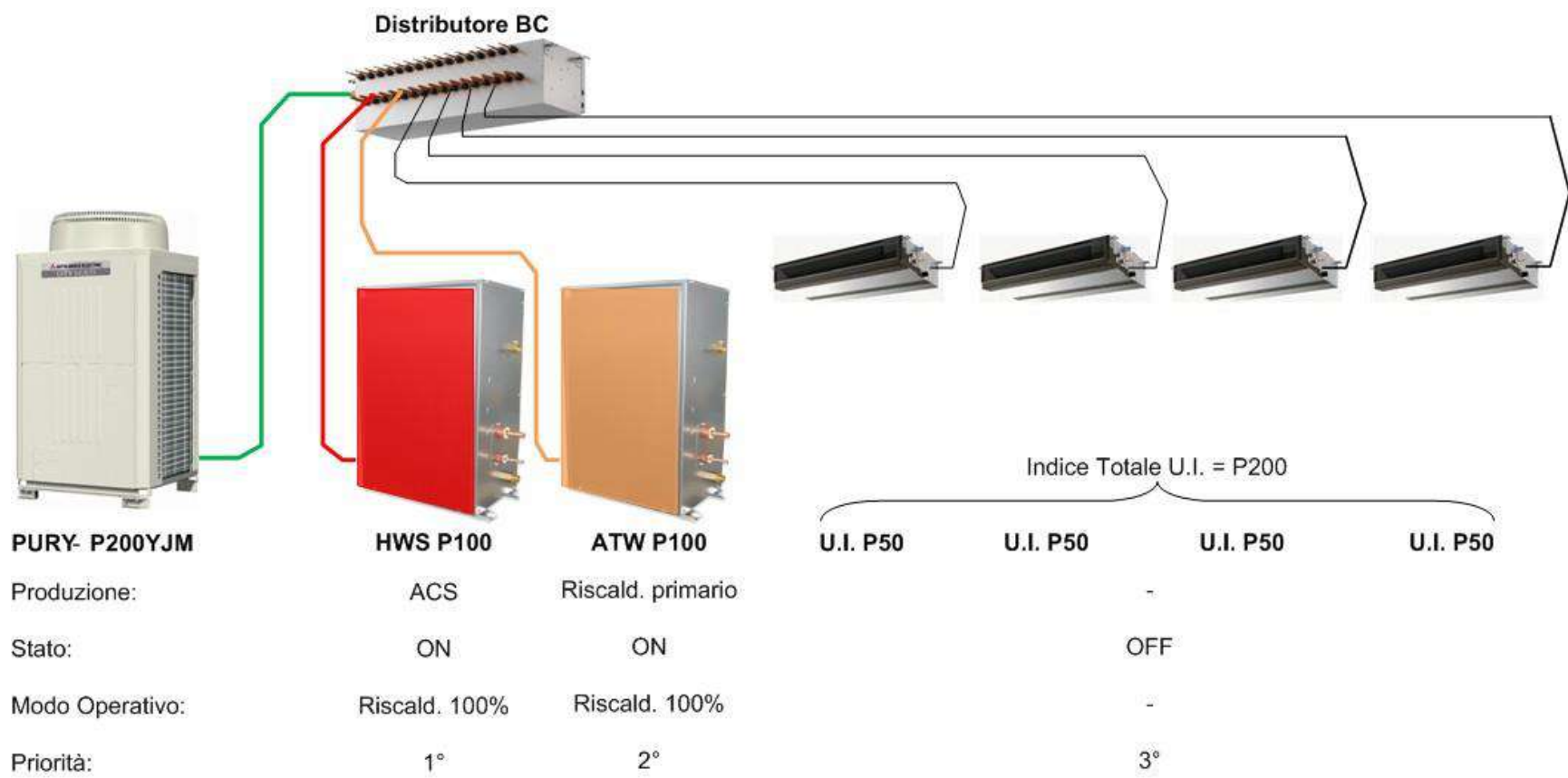
ESPANSIONE – VRF, Recupero di calore (3 tubi): raffrescamento e riscaldamento simultanei



CONFRONTO TRA SISTEMI A RECUPERO DI CALORE, CON DIFFERENTI PUNTI DI COLLEGAMENTO DEI TUBI

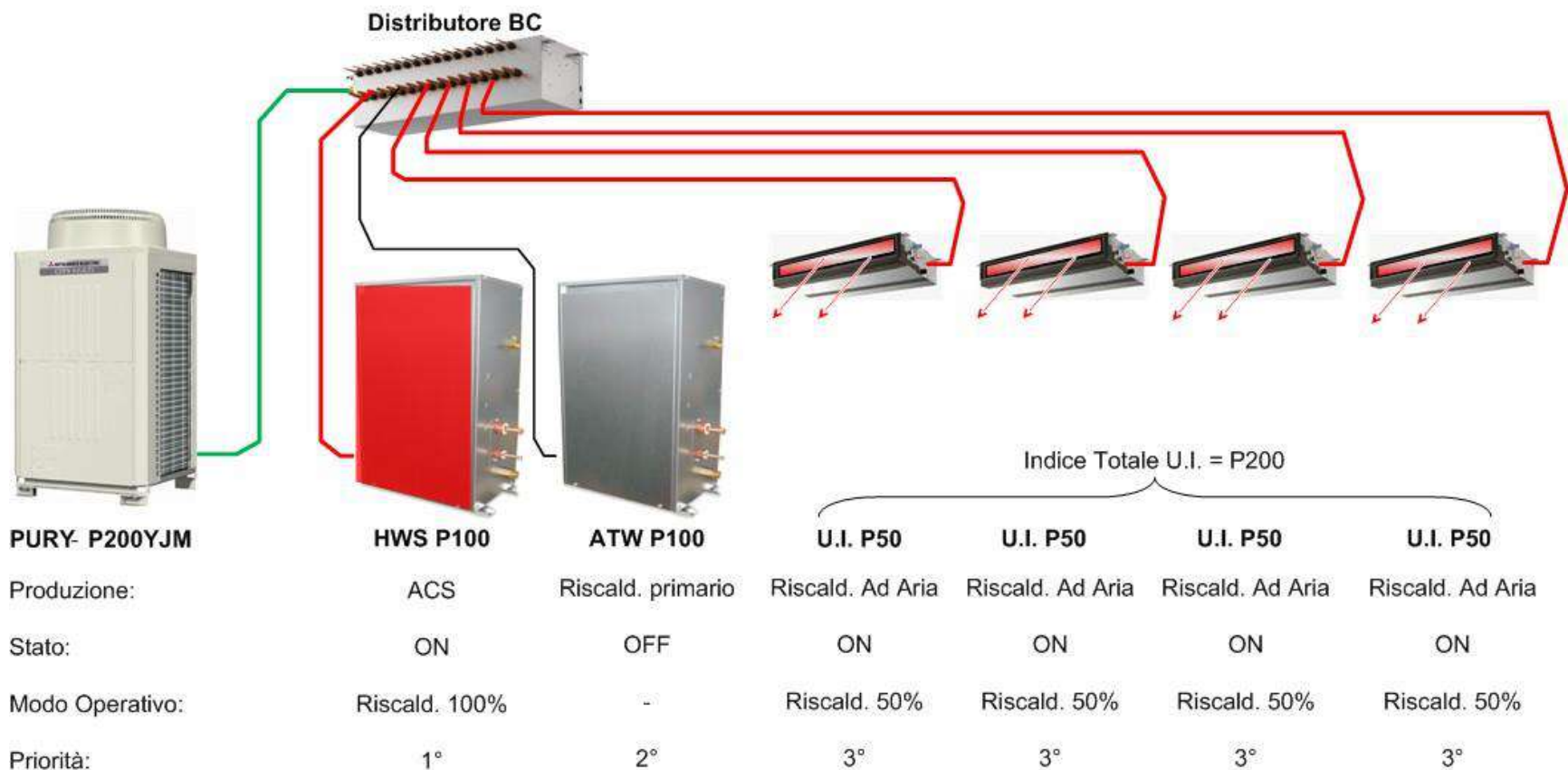


Inverno



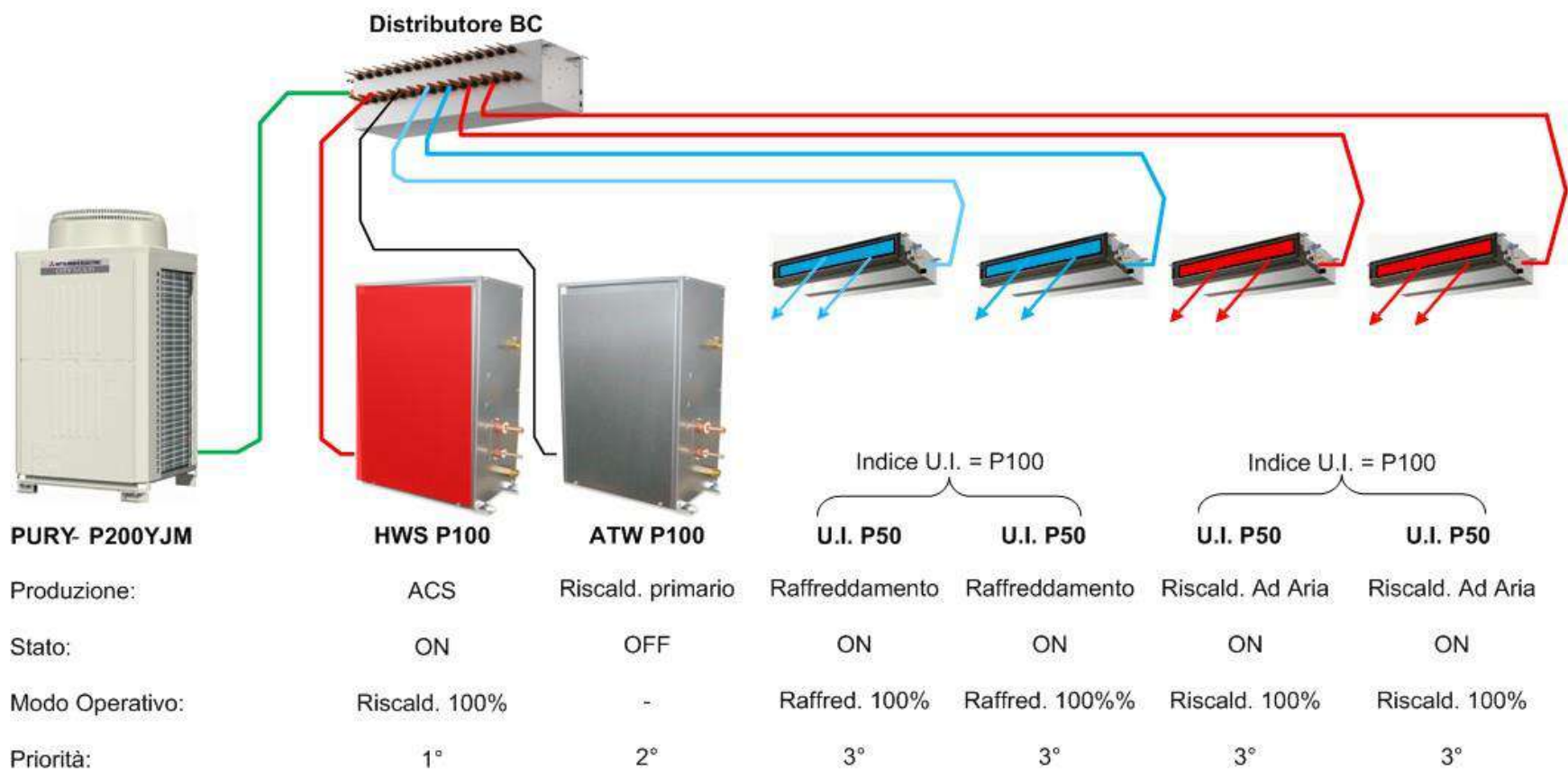
ACS= 50 % + RISC.RADIANTE= 50 % TOTALE = 100 % CAPACITA' U.E.

Autunno – mezze stagioni fredde



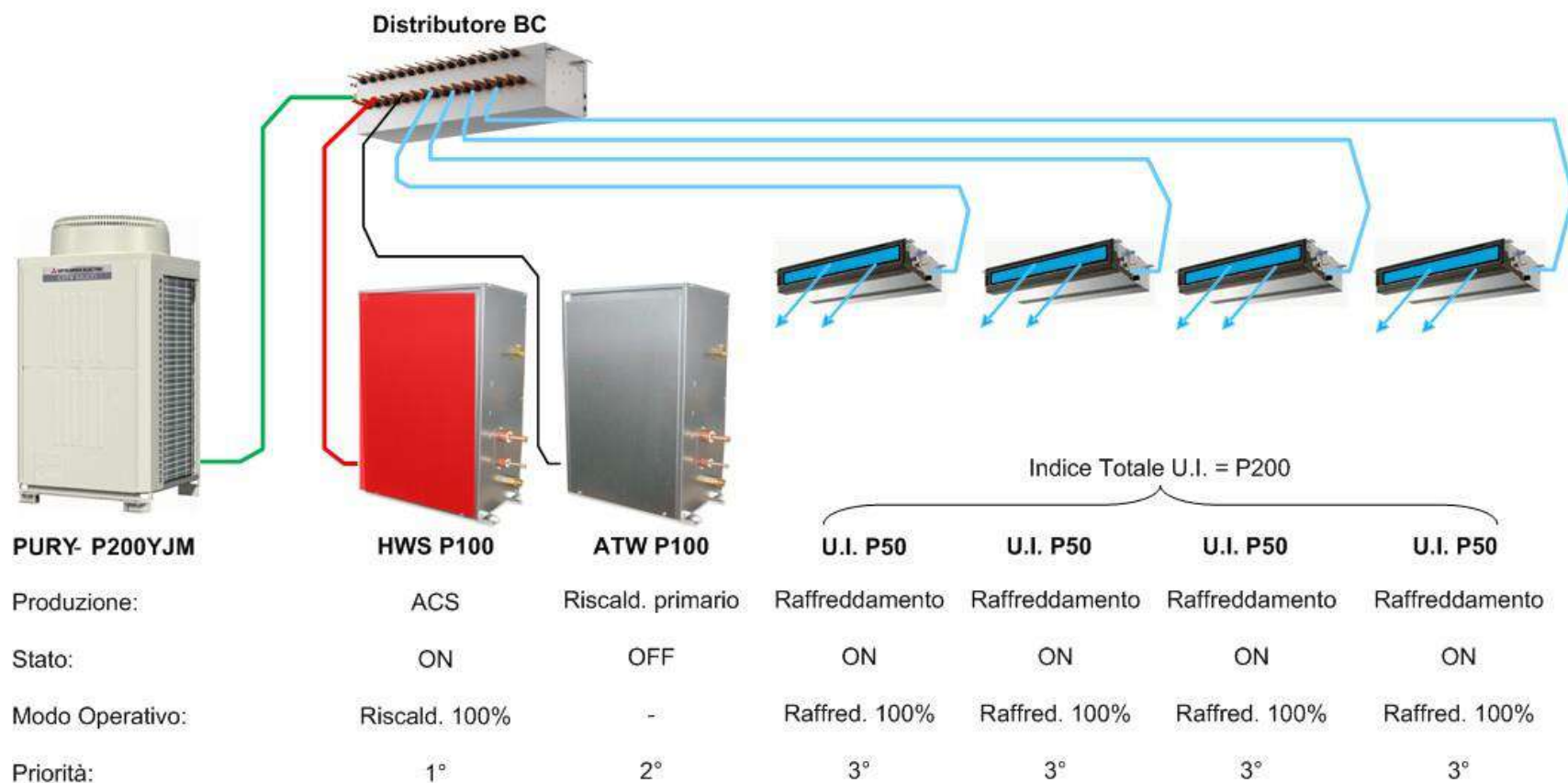
ACS= 50 % + RISCALDAMENTO= 100 % TOTALE = 150 % CAPACITA' U.E.

Primavera



ACS= 50 % + RAFFRESC = 50 % + RISC = 50 % TOTALE = 150 % CAPACITA' U.E.

Estate



ACS= 50 % + RAFFRESCAMENTO= 100 % TOTALE = 150 % CAPACITA' U.E.

Definizione dei sistemi

Sistemi di **ad espansione diretta condensati ad acqua**

Sistemi a pompa di calore dove la sorgente di scambio del condensatore è acqua (possono essere a pompa di calore standard o a recupero di calore)



...Grazie per l'attenzione!