

---

# SISTEMI VRF: caratteristiche, applicazioni, criticità

Ing. Fabio Minchio, Ph.D.

# Impianti VRF

- L'acrononimo VRF identifica i sistemi di climatizzazione “Variable Refrigerant Flow”, a velocità di refrigerante variabile. Tali sistemi sono anche noti come VRV “Variable Refrigerant Volume”; in questo caso però si tratta di un marchio registrato da Daikin pertanto tutti gli altri produttori hanno successivamente impiegato il termine VRF. VRF e VRV identificano di fatto la stessa tipologia di sistemi.
- La terminologia descrive una tecnologia ormai nota ed utilizzata anche in Italia da parecchi anni. I sistemi VRF fanno parte dei sistemi di climatizzazione **cosiddetti ad espansione diretta, nei quali cioè il refrigerante scambia direttamente calore con l'aria ambiente.**
- In realtà la nuova norma UNI EN 378-1:2017 parla più in generale di sistemi «direct releasable» con riferimento a quei sistemi che possono determinare una fuoriscita di refrigerante nell'ambiente occupato anche per via indiretta, per cui si è persa la nozione di espansione diretta come comunemente concepita

## Impianti VRF

Facendo riferimento allo standard americano ARI 1230 è possibile definire i sistemi VRF come sistemi split per il condizionamento dell'aria o in pompa di calore costituiti da un unico circuito frigorifero con:

- **Una o più unità esterne**
- **Un compressore a velocità variabile o un compressore con configurazione alternativa in grado di variare la capacità del sistema su 3 o più step**
- **Una molteplicità di unità interne, regolate e controllate singolarmente da un sistema di regolazione (diverso da produttore a produttore) e connesse ad una rete di comunicazione comune**

Il sistema non deve essere confuso con i sistemi VAV (Velocità d'Aria Variabile) basati sulla variazione della portata d'aria in ambiente in funzione del carico termico o frigorifero dell'ambiente climatizzato. **A variare nei sistemi VRF non è la portata d'aria infatti ma quella di refrigerante.**

## Impianti VRF

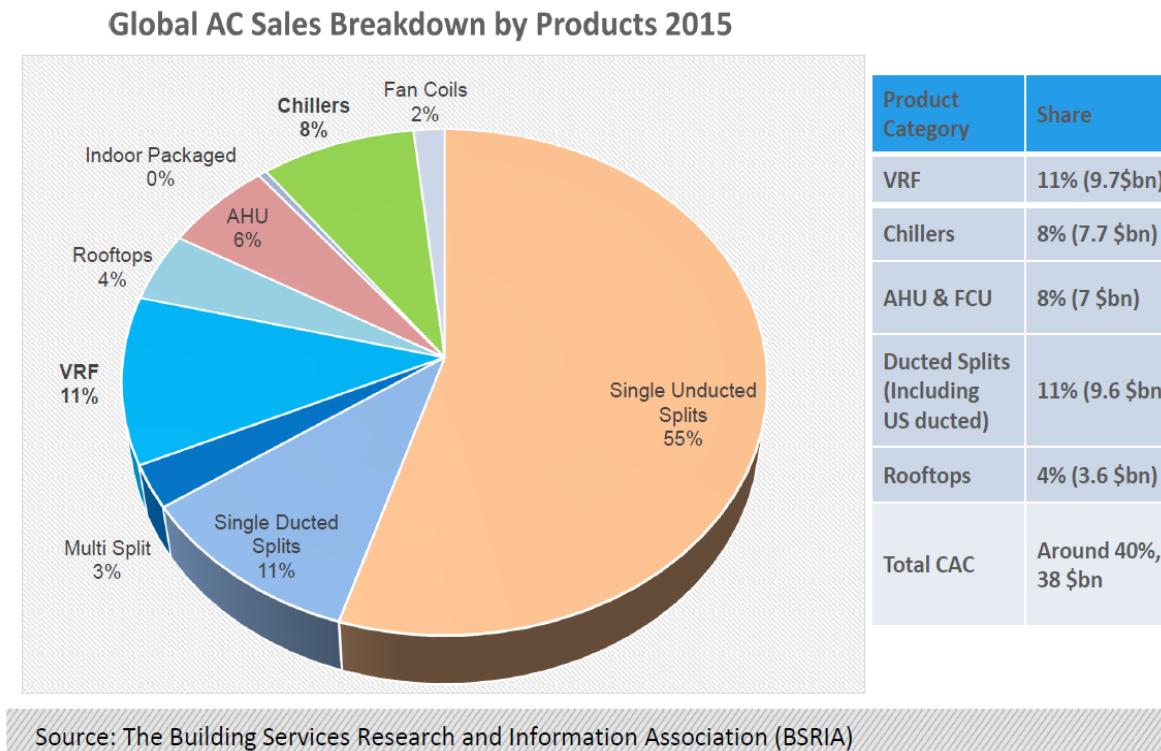
Il principio di funzionamento comune a tutti i costruttori è il seguente, per quanto il sistema di controllo della portata e alcune soluzioni costruttive siano in realtà specifiche da produttore a produttore:

- Ciascuna **unità interna** è in grado di controllare la propria portata di refrigerante per soddisfare il carico richiesto dall'ambiente in cui è posizionata, utilizzando tipicamente una valvola elettronica di espansione dedicata.
- L'**unità esterna** grazie al sistema di regolazione è in grado di adattare la portata elaborata. In questo modo il sistema presenta una portata di refrigerante variabile risultante dalla somma delle diverse portate richieste dalle unità interne

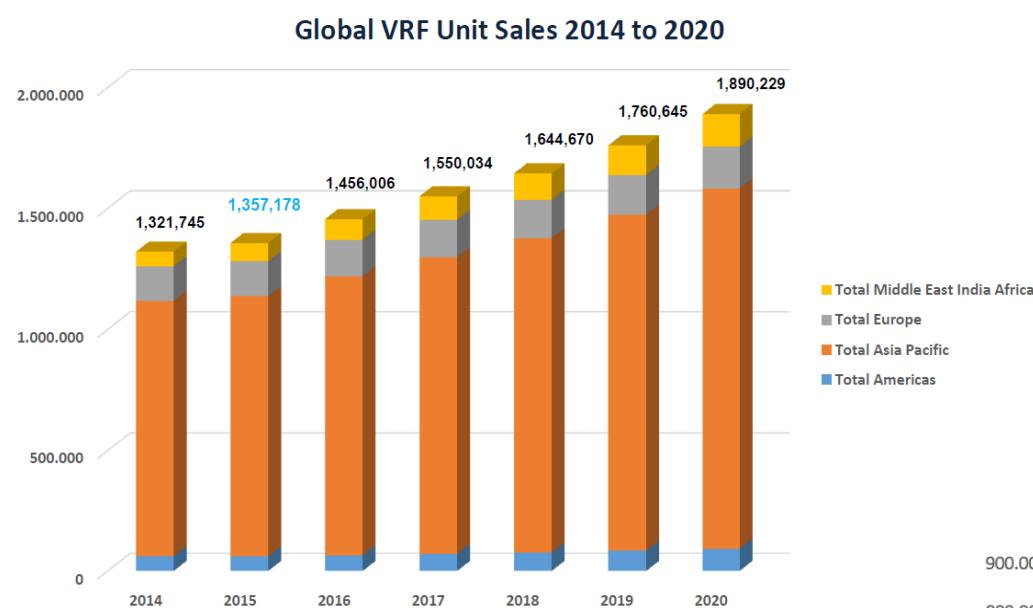
# Impianti VRF

I sistemi VRF sono stati introdotti per prima volta in Giappone nei primi anni '80 che ha prima avuto una diffusione notevole in Giappone e nei Paesi asiatici, poi si è diffuso in Europa (introdotto nel 1987) e solo successivamente nel mercato USA.

Da dati statistici disponibili (non recentissimi) la quota di mercato sulle vendite annuali mondiali è dell'11%.



# Impianti VRF



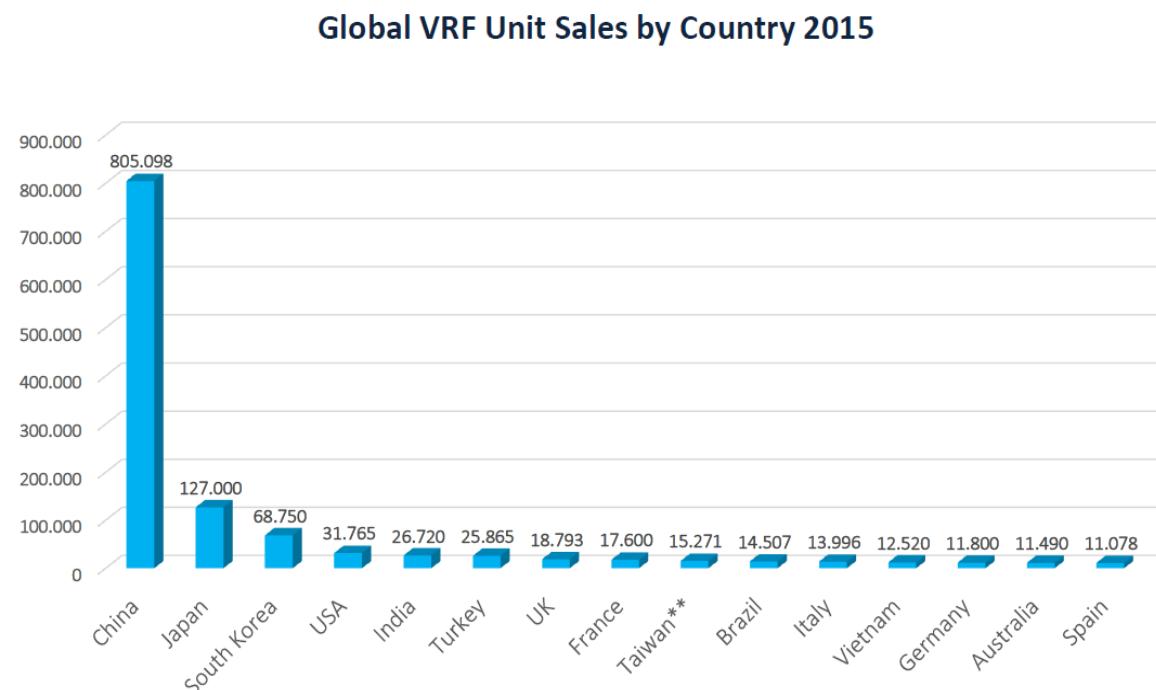
Source: The Building Services Research and Information Association (BSRIA)

Nonostante alcune criticità (transizione refrigeranti in particolare) il mercato VRF cresce ad un tasso vicino o superiore al 10% annuo ed è destinato ad uno sviluppo ulteriore nei prossimi anni a livello globale

La diffusione mondiale non è però omogenea, perché vi è una netta preponderanza dei paesi asiatici (Cina e Giappone su tutti)

In Europa i sistemi sono comunque diffusi mentre molte meno sviluppato proporzionalmente ai volumi complessivi è il mercato USA.

L'Italia è il decimo mercato per il VRF



Source: The Building Services Research and Information Association (BSRIA)

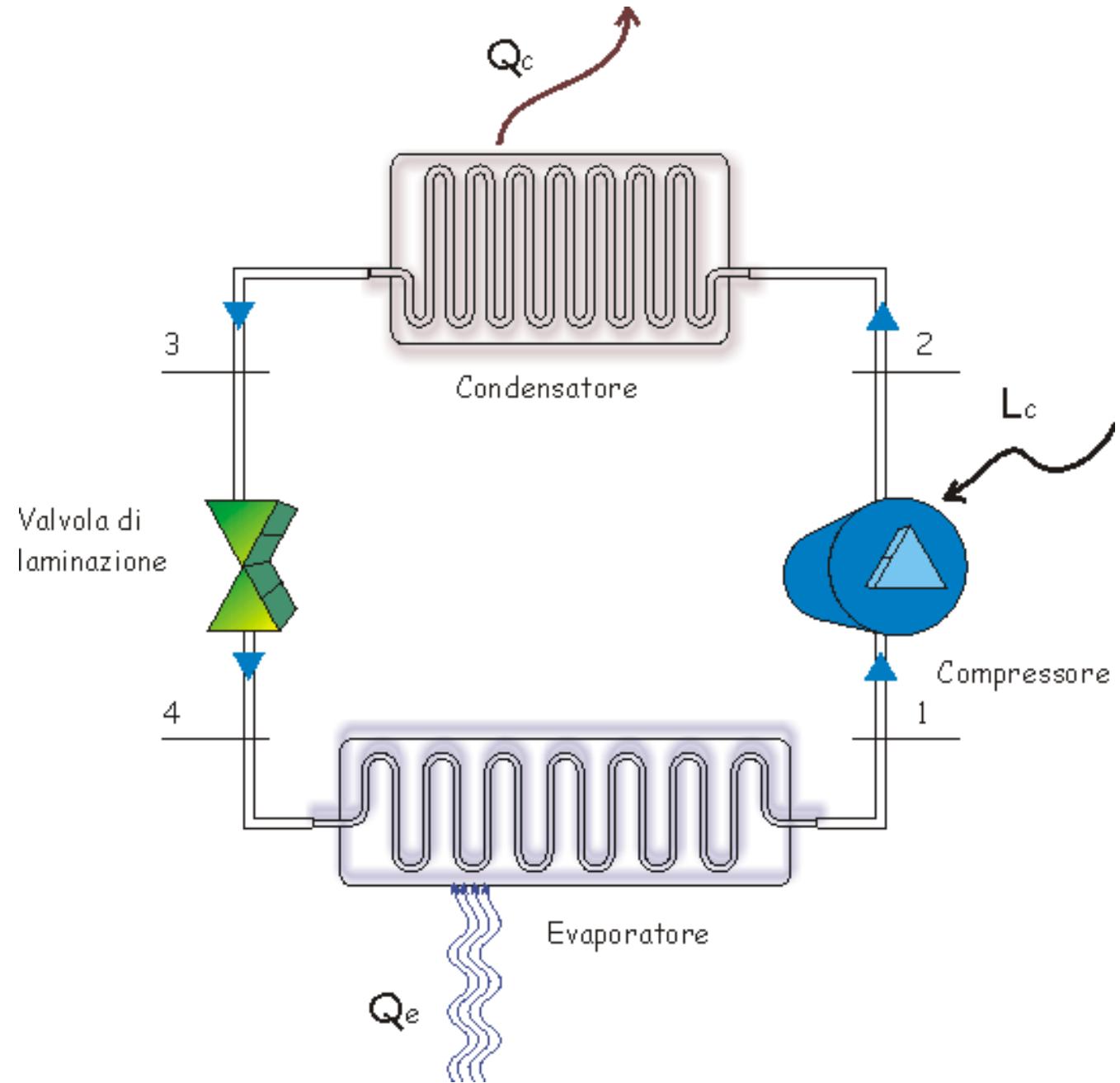
## Impianti VRF vs Split o Multisplit

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

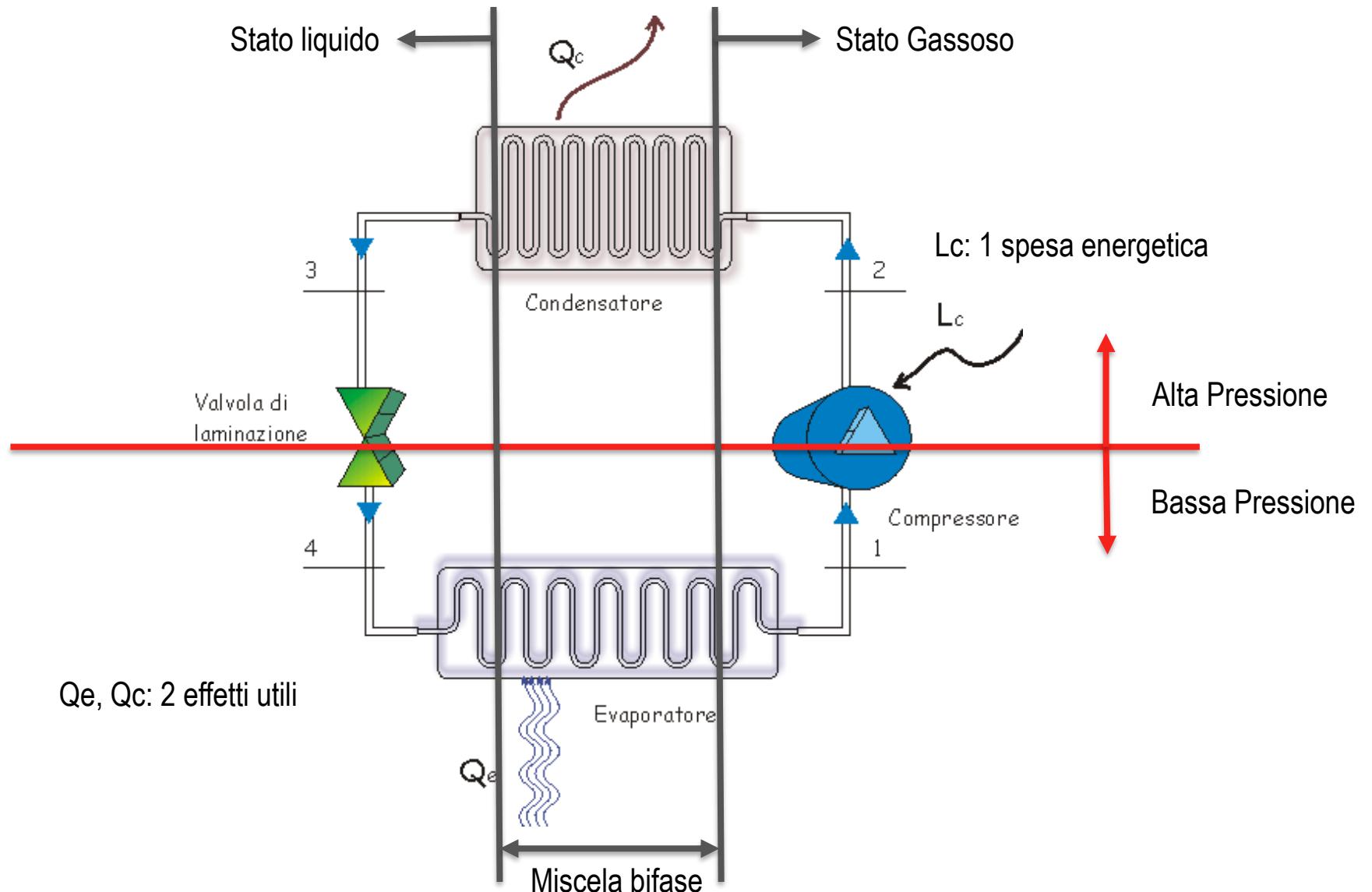
Split e multisplit sono sistemi in cui l'unità esterna contiene 3 elementi su 4 del circuito frigorifero, che tuttavia è un circuito relativamente base.

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

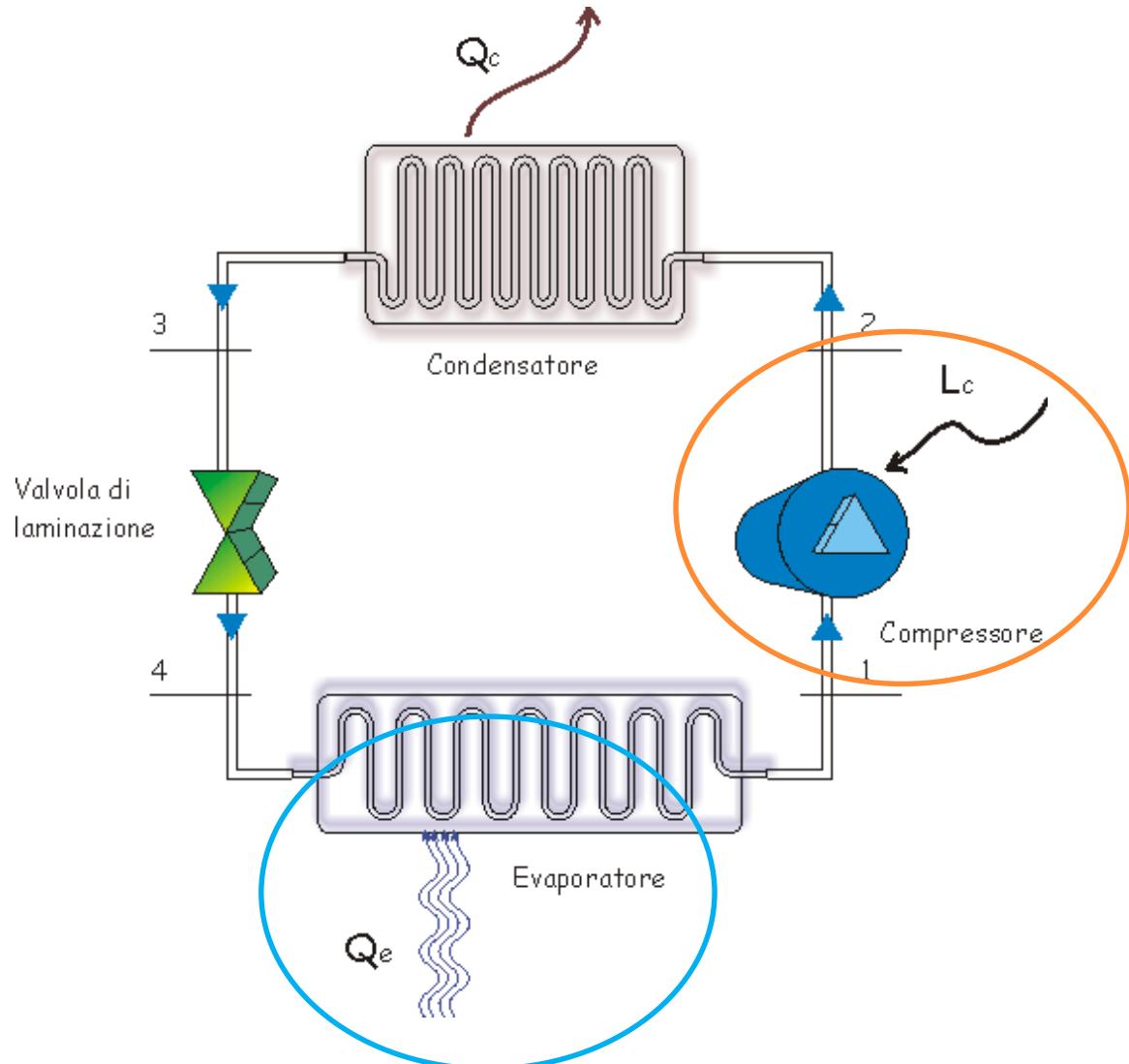
## Il Circuito Frigo..



## Circuito Frigo.. Fasi e pressioni



# Circuito Frigo.. I calcoli in freddo..



$$EER = \frac{Q_e}{L_c}$$

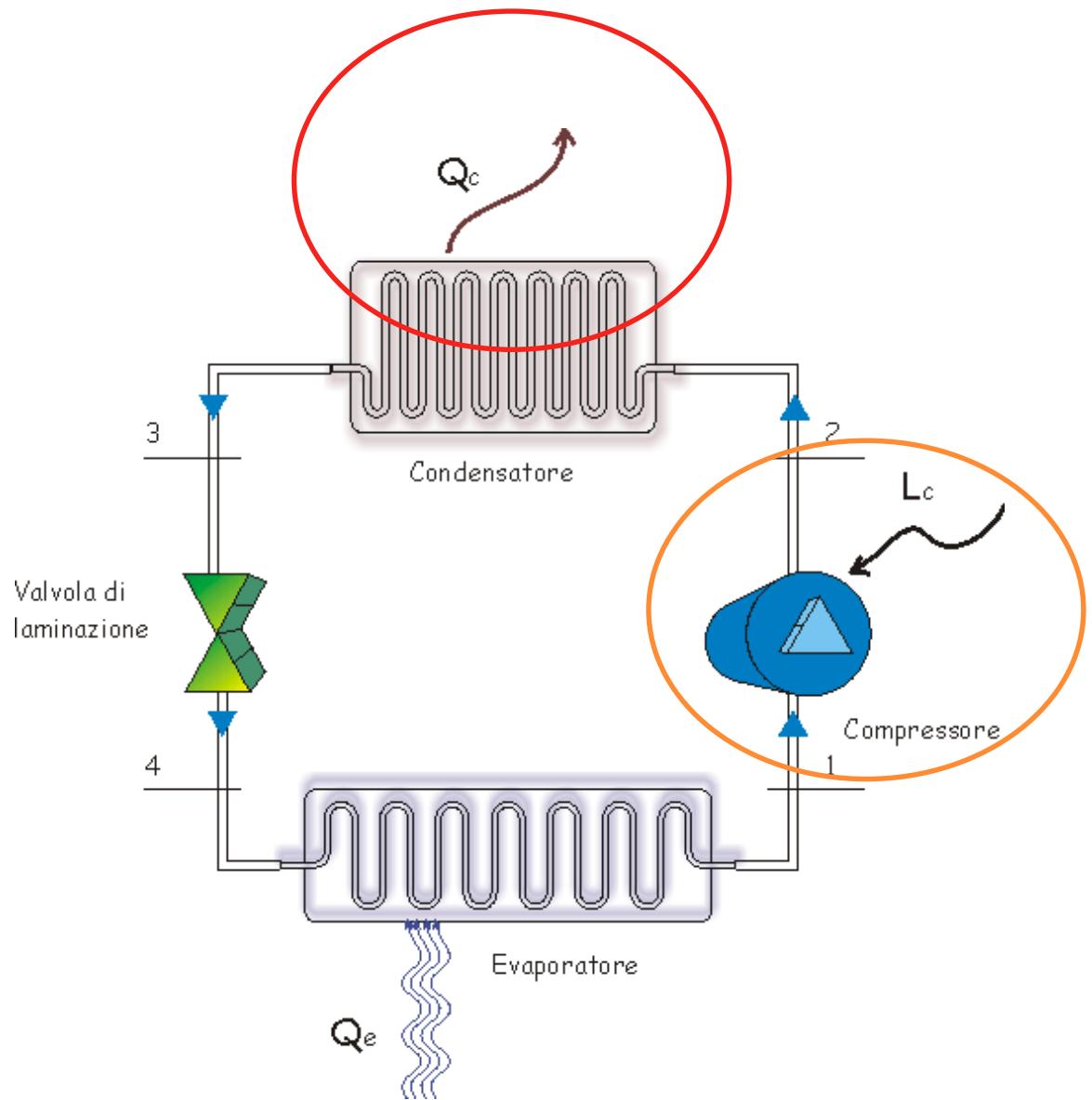
$f(T_{ev})$   
 $f(T_{cond} - T_{ev})$

Alle condizioni nominali:  $T_{ext} / T_{in} - T_{out}$   
 $T_{ext} / T_{int}$

$$SEER = \sum_1^n \frac{Q_e}{L_c}$$

Media delle singole condizioni – profilo medio stagionale

## Circuito Frigo.. I calcoli in caldo..



$$COP = \frac{Q_c}{L_c}$$

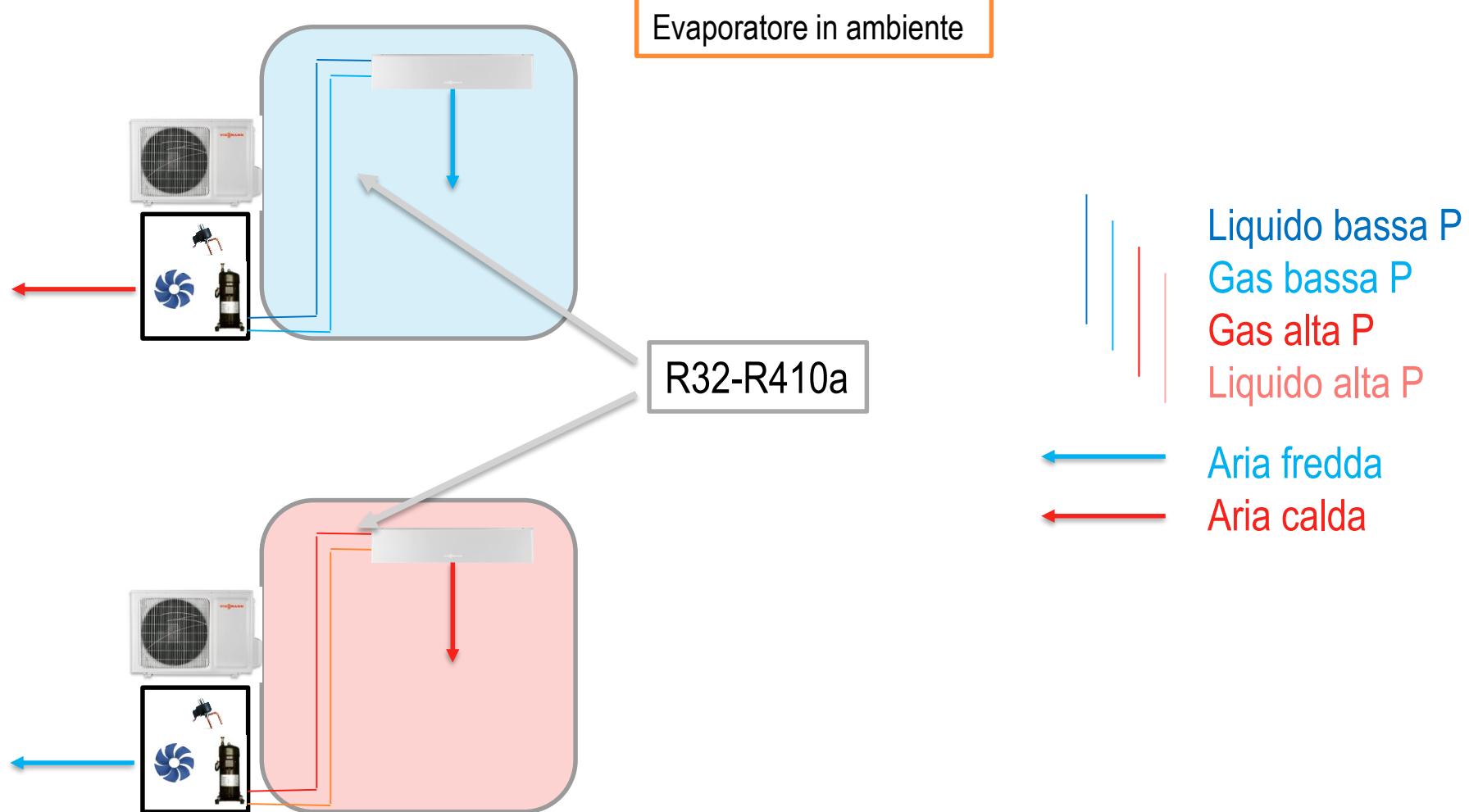
$f(T_{ev})$   
 $f(T_{cond} - T_{ev})$

Alle condizioni nominali:  $T_{ext} / T_{in} - T_{out}$   
 $T_{ext} / T_{int}$

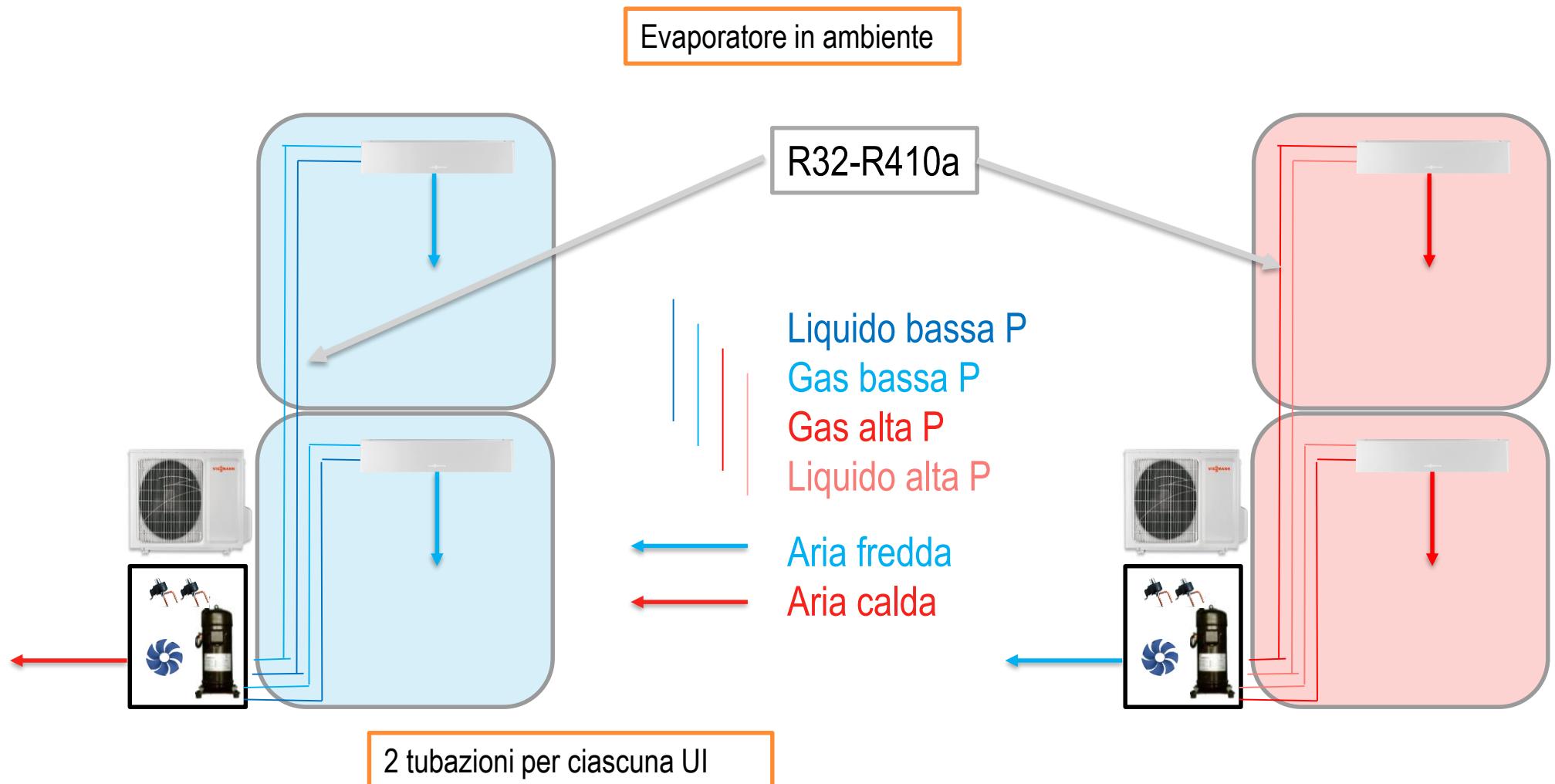
$$SCOP = \sum_1^n \frac{Q_c}{L_c}$$

Media delle singole condizioni – profilo medio stagionale

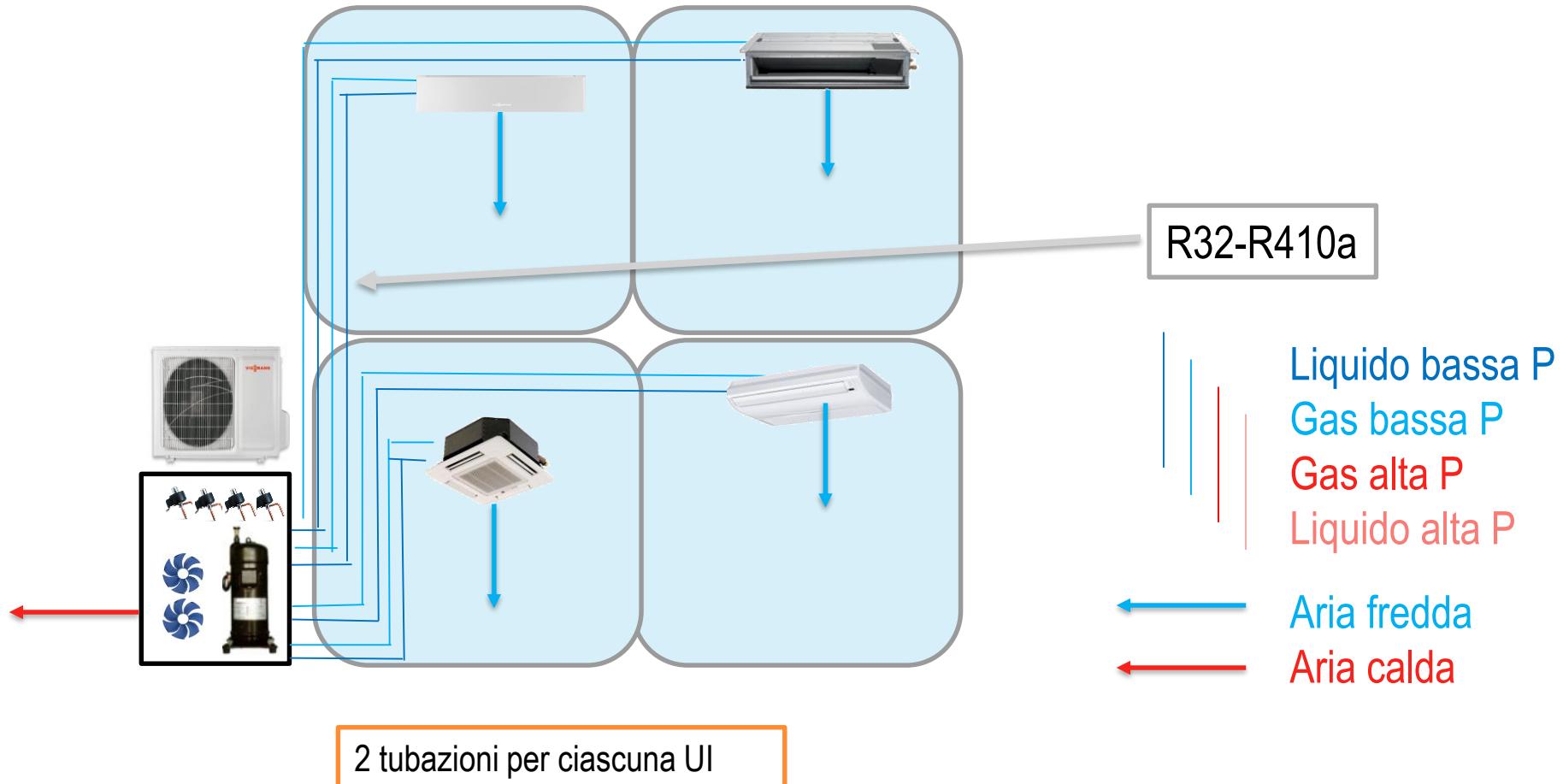
## ESPANSIONE - MONOSPLIT: raffrescamento e riscaldamento



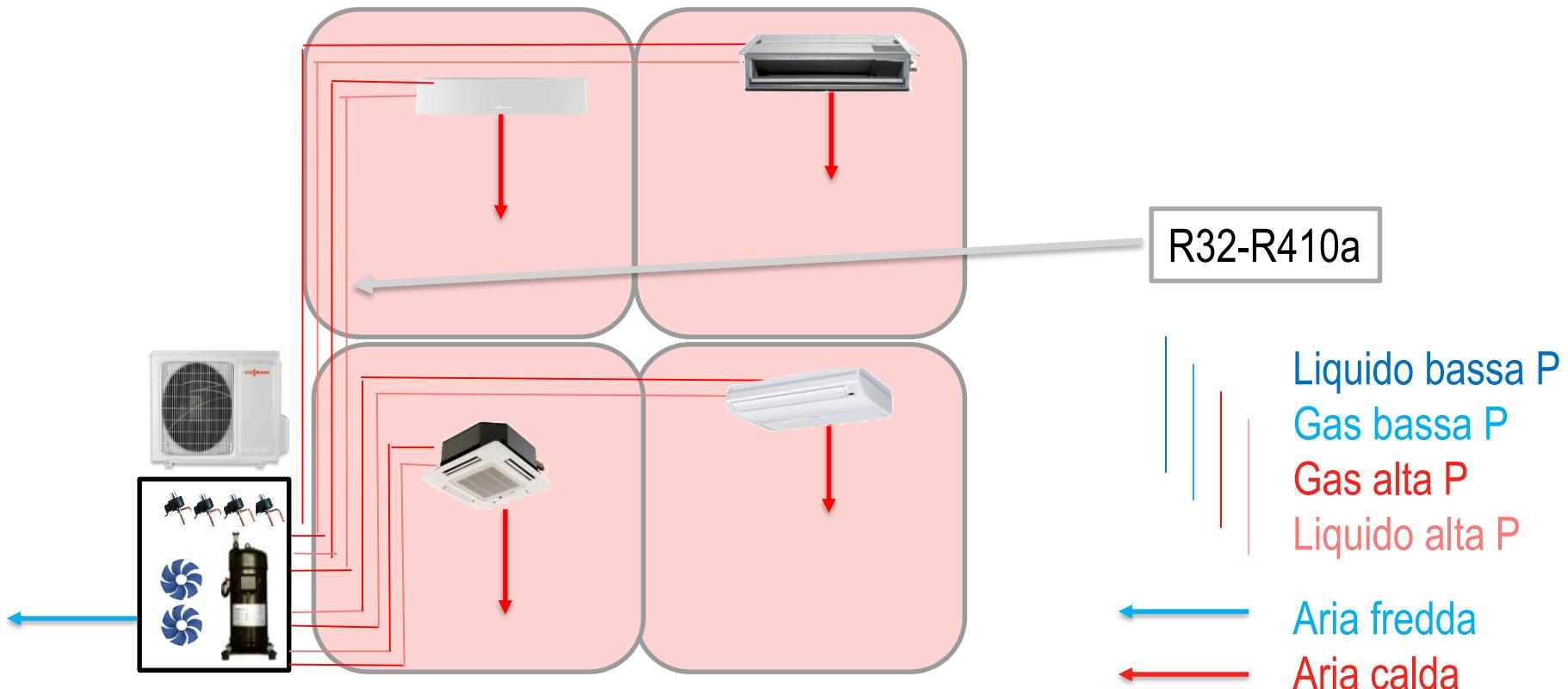
## ESPANSIONE - MULTISPLIT: raffrescamento e riscaldamento



## ESPANSIONE - FREE MATCH: raffrescamento



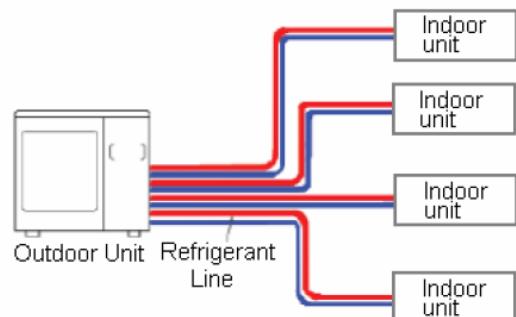
## ESPANSIONE - FREE MATCH: riscaldamento



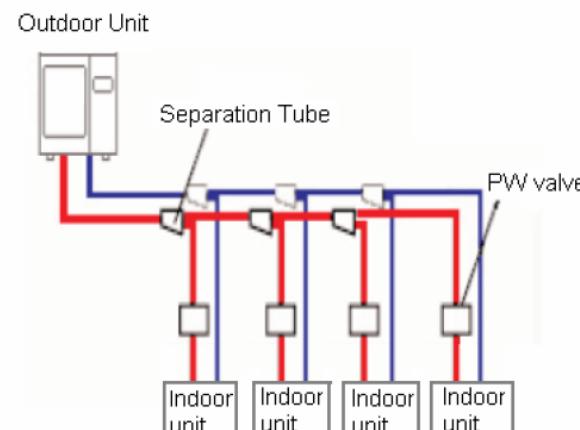
# Impianti VRF vs Split o Multisplit

## 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

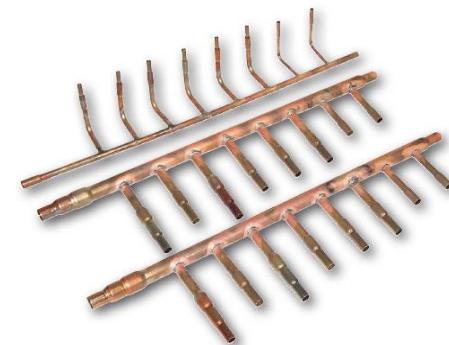
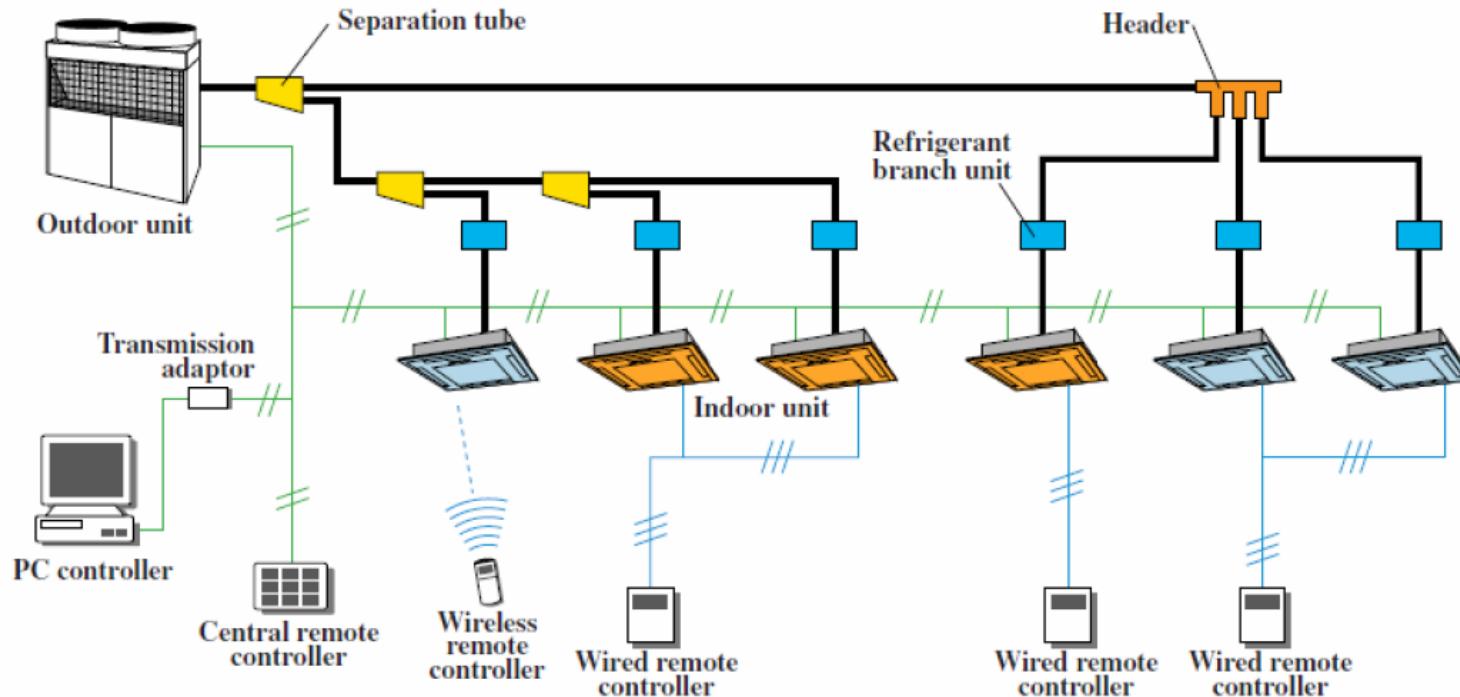
# Impianti VRF vs Split o Multisplit

## 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 secondarie 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**.

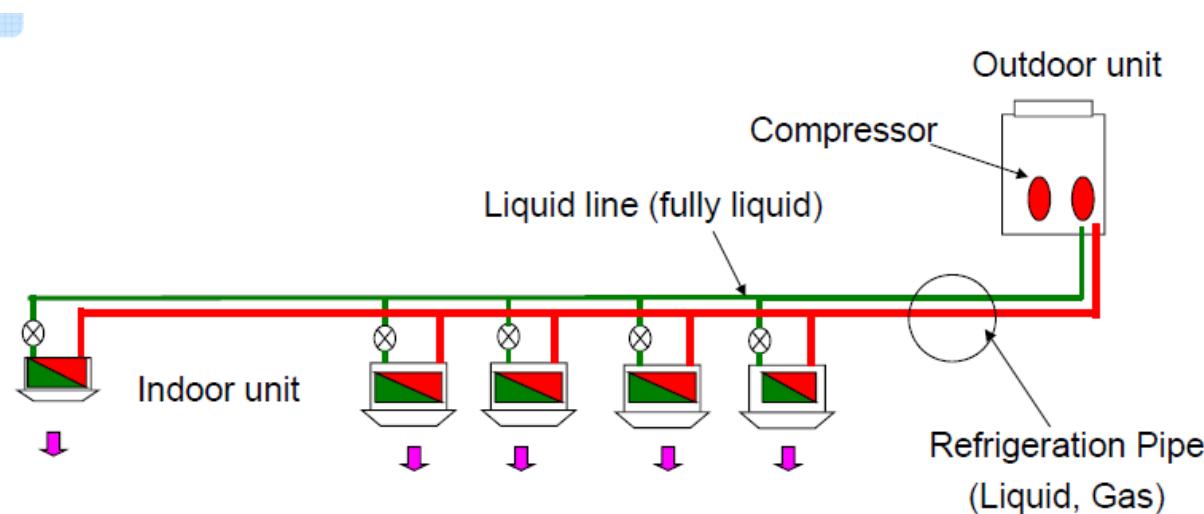
# Impianti VRF vs Split o Multisplit

## VRF

- Tre sono le tipologie di VRF:
  - Sistemi per solo raffrescamento
  - Sistemi in riscaldamento (pompa di calore)
  - Sistemi a recupero

## VRF in pompa di calore

- I sistemi VRF in pompa di calore consentono sia di riscaldare sia di raffrescare ma non permettono di fornire i due servizi simultaneamente in zone diverse dell'edificio.
- Le unità interne in pompa di calore operano come condensatori, in regime di raffrescamento operano come evaporatore. Il sistema presenta una distribuzione a due tubi
- Soluzione più semplice che si applica laddove tutti gli ambienti serviti presentano negli stessi periodo dell'anno necessità di riscaldamento o raffrescamento, in assenza quindi di situazioni in cui sia necessario gestire la contemporaneità di carico in zone diverse.



## ESPANSIONE - VRF, PdC (2 tubi): raffrescamento

Liquido bassa P

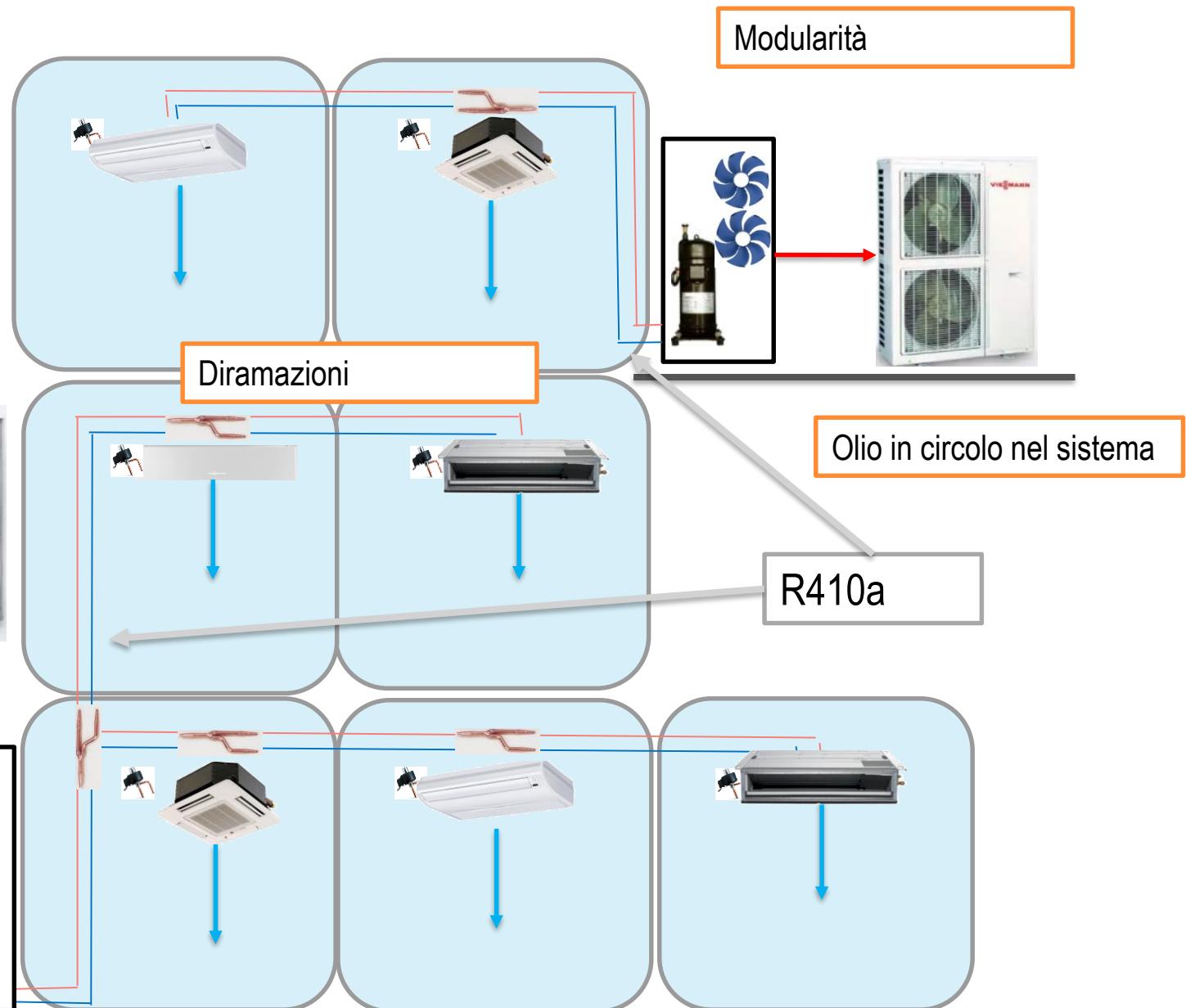
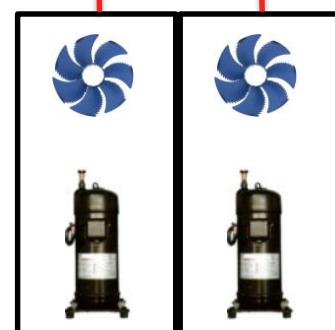
Gas bassa P

Gas alta P

Liquido alta P

Aria fredda

Aria calda



## ESPANSIONE - VRF, PdC (2 tubi): riscaldamento

Liquido bassa P

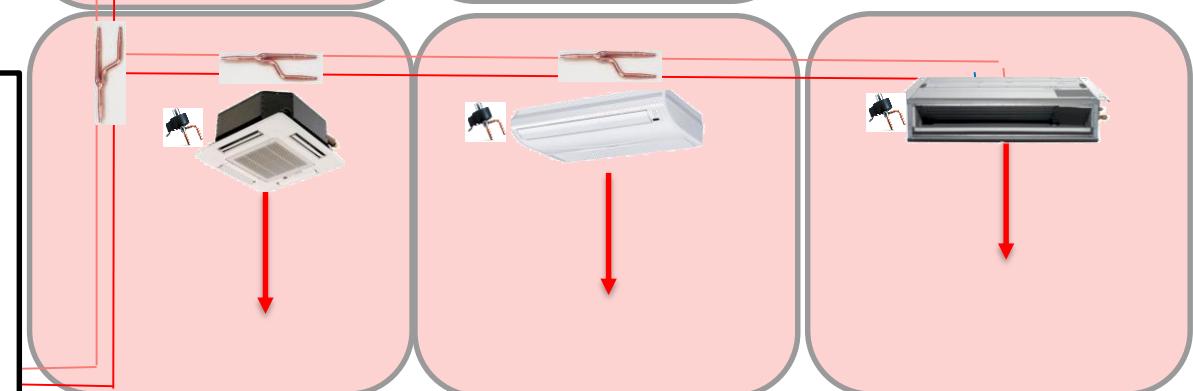
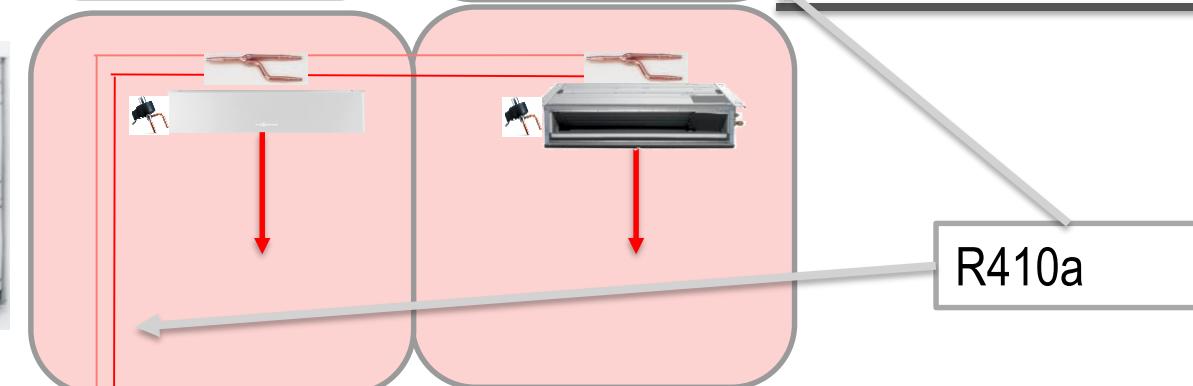
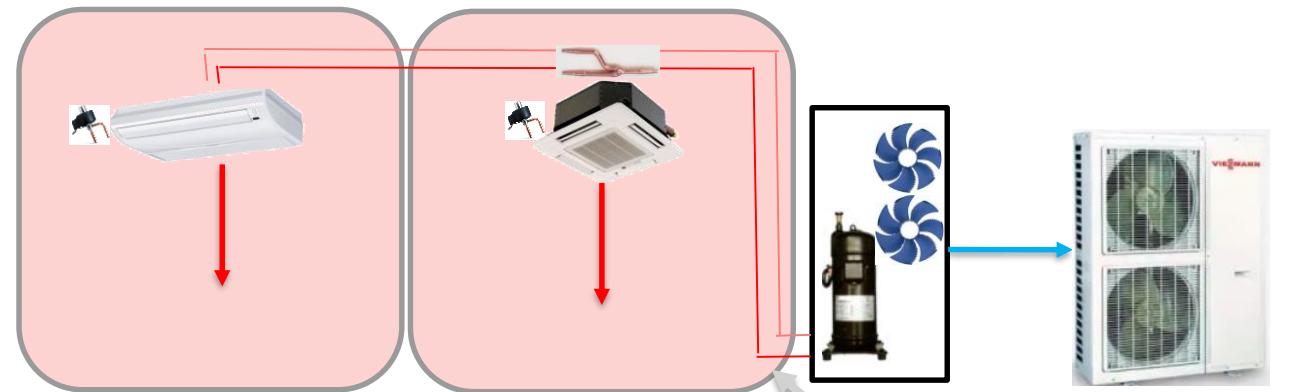
Gas bassa P

Gas alta P

Liquido alta P

Aria fredda

Aria calda



## Evoluzione carichi termici

- E' sempre più comune negli edifici, specie nel terziario, riscontrare in uno stesso edificio l'esigenza contemporanea di energia termica e frigorifera
- Ruolo sempre minore delle dispersioni per trasmissione:

$$Q_h = (Q_t + Q_v) - \eta(Q_{sol} + Q_{int})$$

## Evoluzione carichi termici

- Edifici molto isolati spostano molto «prima» la transizione riscaldamento – raffrescamento
- Apporti interni ed apporti solari diventano il driver del carico termico sensibile
- Carico termico per ventilazione e per produzione acqua calda sanitaria restano invece incomprimibili

## Evoluzione carichi termici

- Incremento sistematico isolamento termico dell'involucro edilizio:
  - Diminuzione fabbisogni di riscaldamento
  - Abbassamento della temperatura di off dell'impianto di riscaldamento (apporti interni e solari pareggiano le dispersioni in corrispondenza di una temperatura aria esterna inferiore)
  - In presenza di rilevanti apporti interni (apporti solari in qualche modo controllabili), allungamento della stagione di raffrescamento

## Evoluzione carichi termici

- Approccio energetico all'edificio:
    - Non è più possibile valutarne le prestazioni complessivamente, ma è sempre più importante nella progettazione impiantistica valutare il comportamento energetico di zone diverse dell'edificio
- Es. Richiesta frigorifera a Sud e termica a Nord di un edificio non si sommano algebricamente ma sono due fabbisogni entrambi da soddisfare

## Sovrapposizione carichi termici

- Ogni edificio presenta pertanto nel bilancio complessivo delle diverse zone termiche che lo costituiscono una sovrapposizione dei carichi termici più o meno marcata

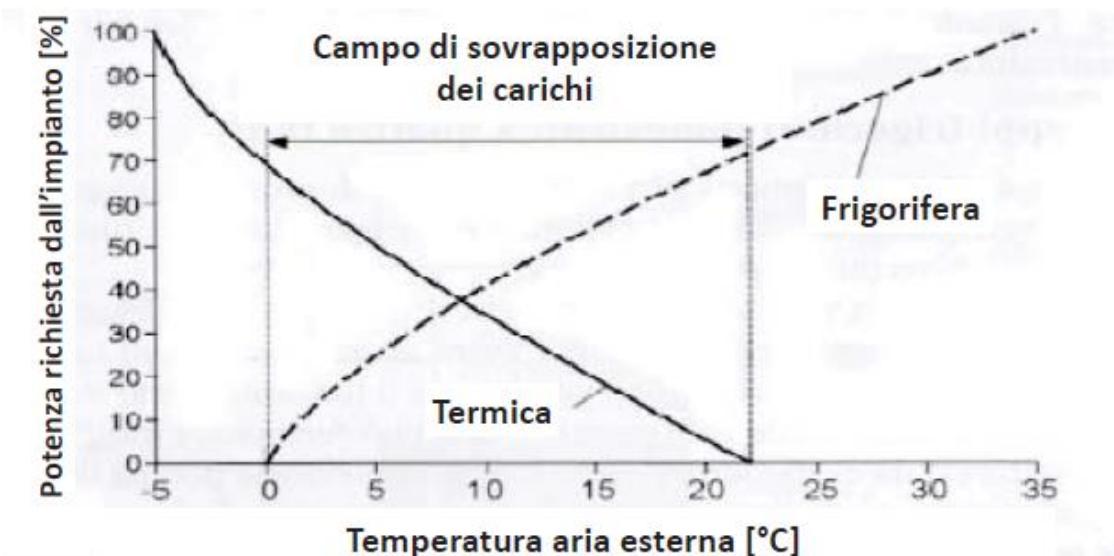
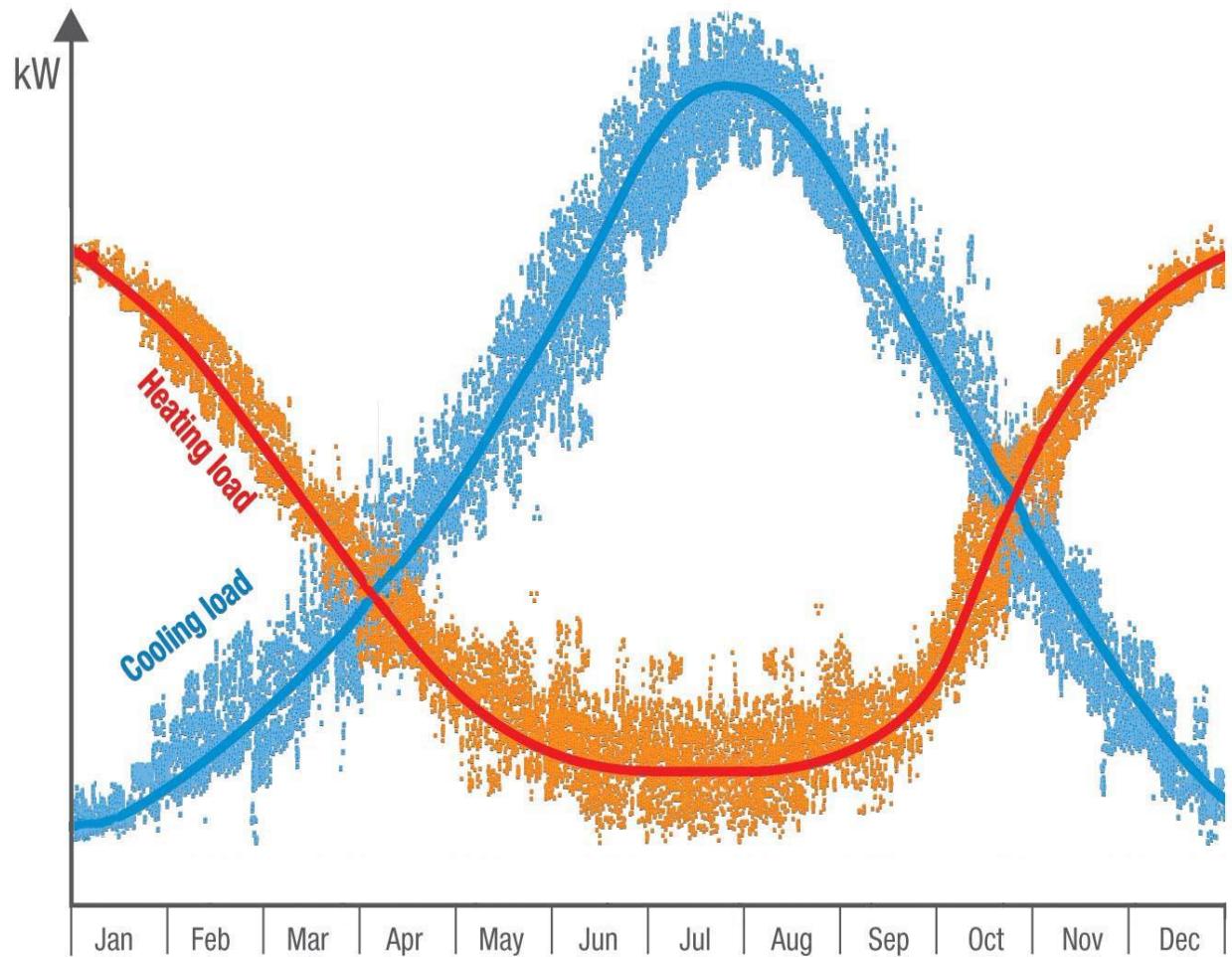


Grafico da M. Vio – Climatizzazione con sistemi radianti

# Sovrapposizione carichi termici



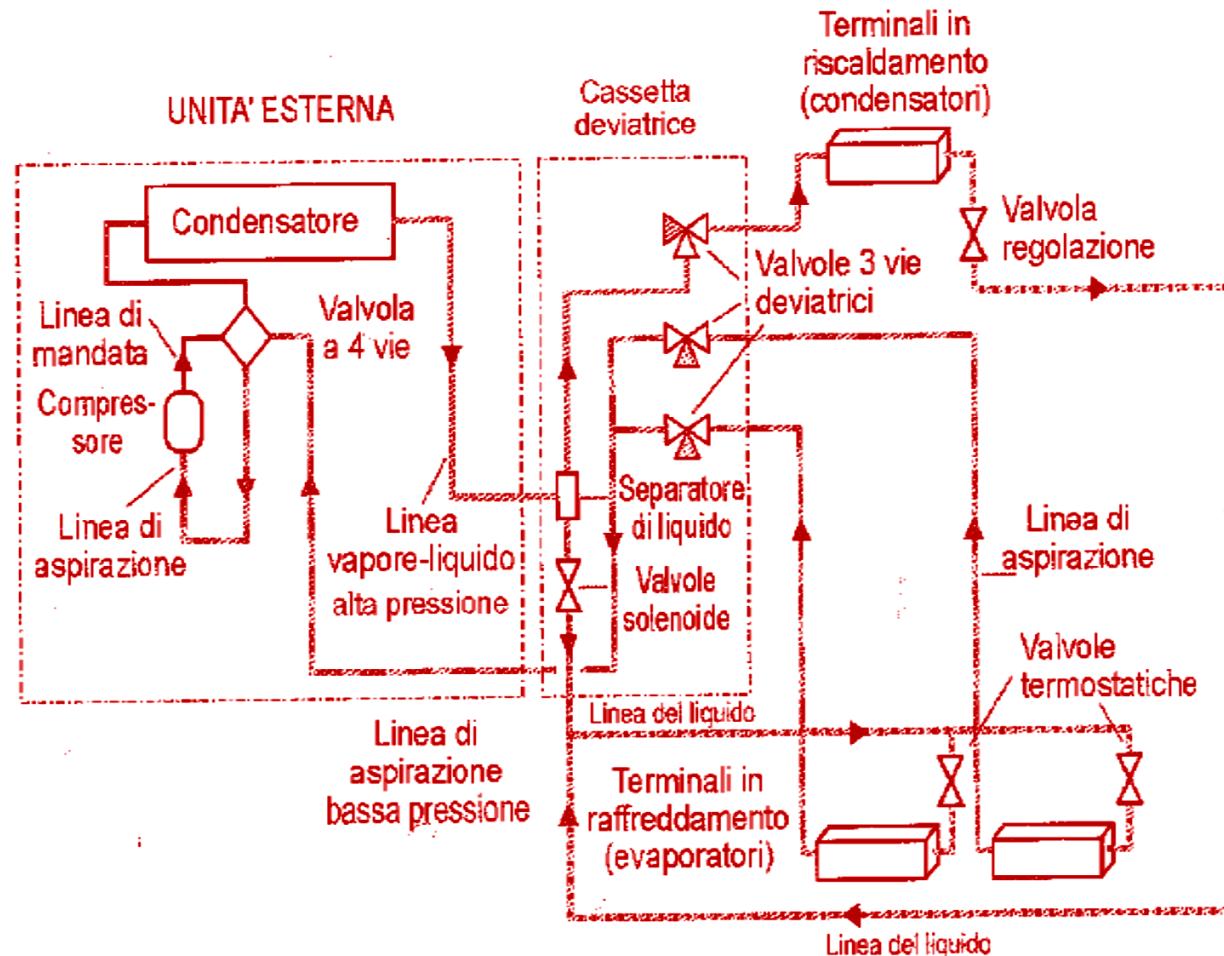
## VRF a recupero

- 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

## 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 (Vio, Rigo, 2010)

## Pompe di calore: VRF a recupero a 2 tubi

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

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

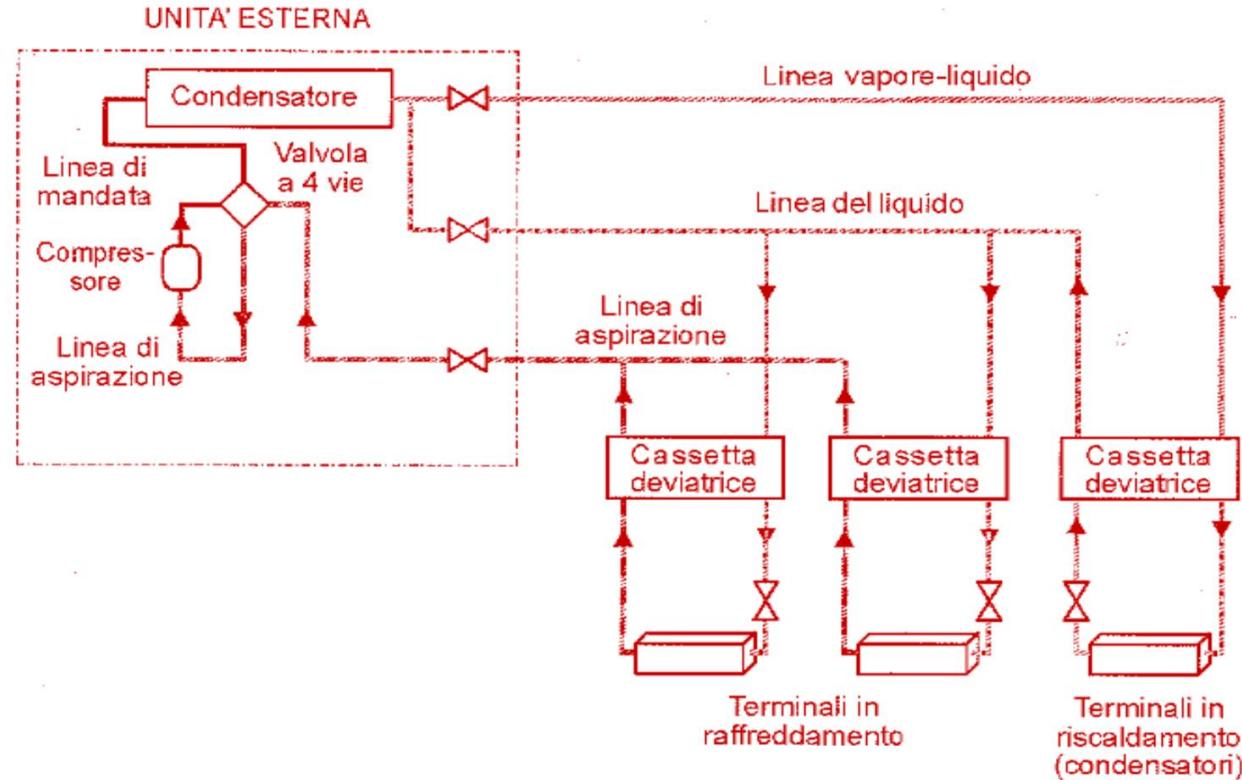
Nel separatore di liquido, il refrigerante proveniente dal condensatore dell'unità esterna condensato parzialmente, separata la parte liquido dalla parte vapore. La parte vapore è inviata alle unità operanti in riscaldamento dove condensa. Il liquido risultante assieme a quello proveniente dalla parte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

## Pompe di calore: VRF a recupero a 2 tubi

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.

## 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. (Vio, Rigo, 2010)

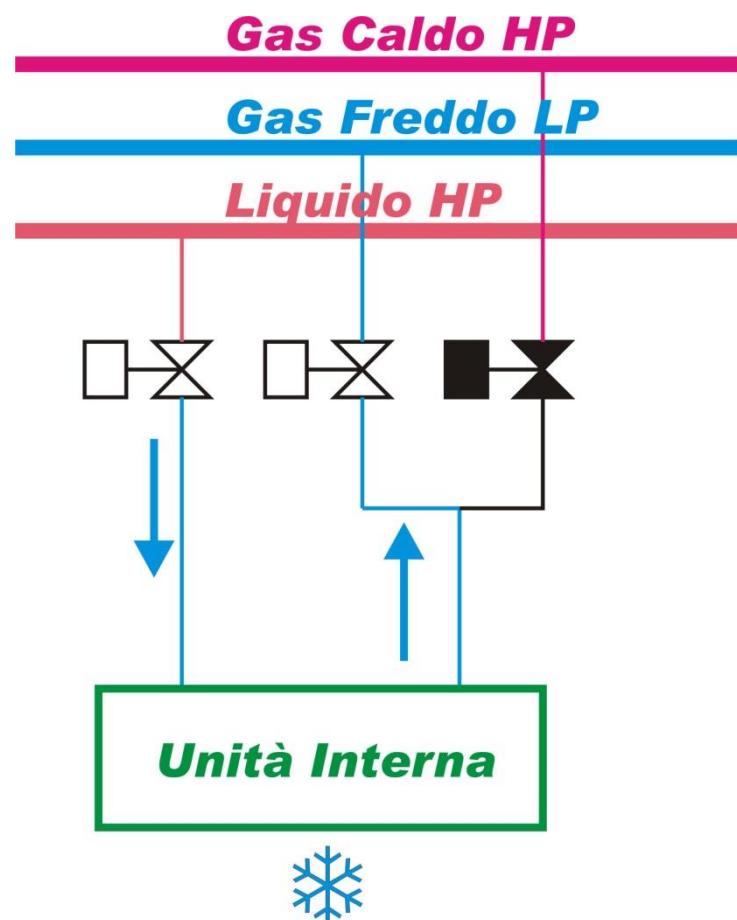
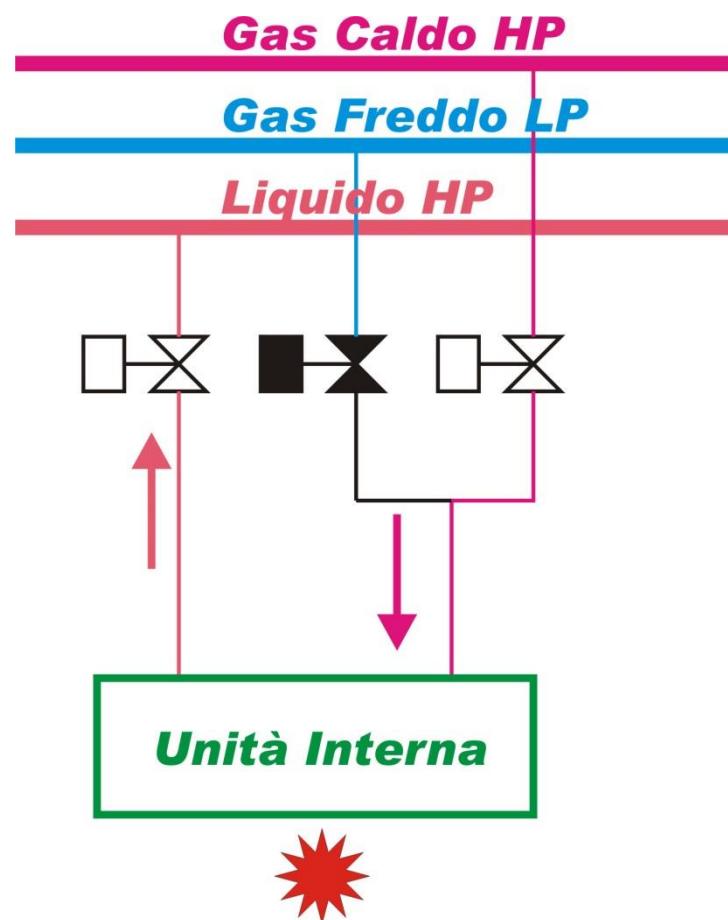
## Pompe di calore: VRF a 3 tubi

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

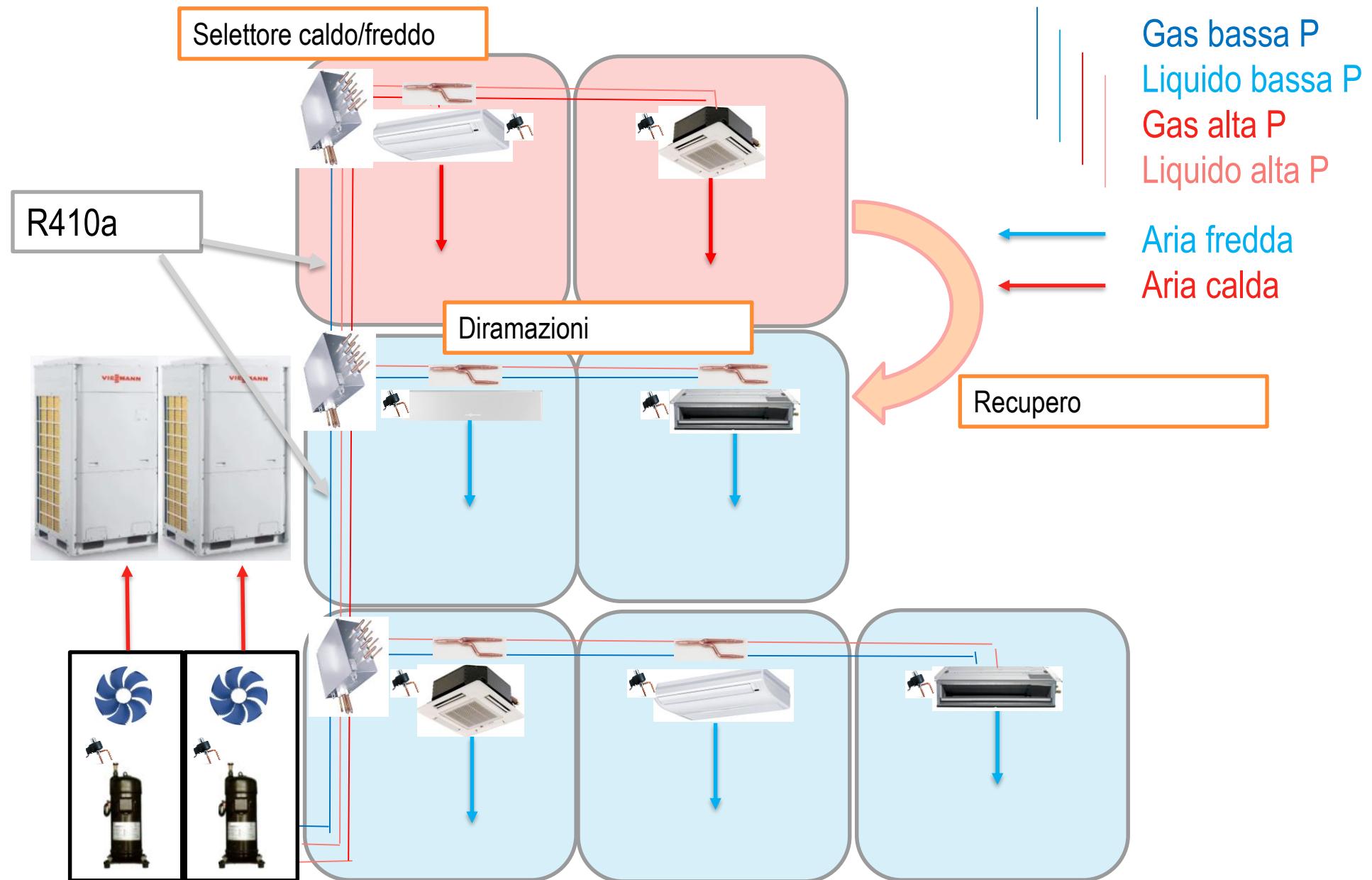
Le unità interne sono collegate ad una cassetta deviatrice che in funzione delle modalità di funzionamento collega il terminale interno a due delle tre linee:

- 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

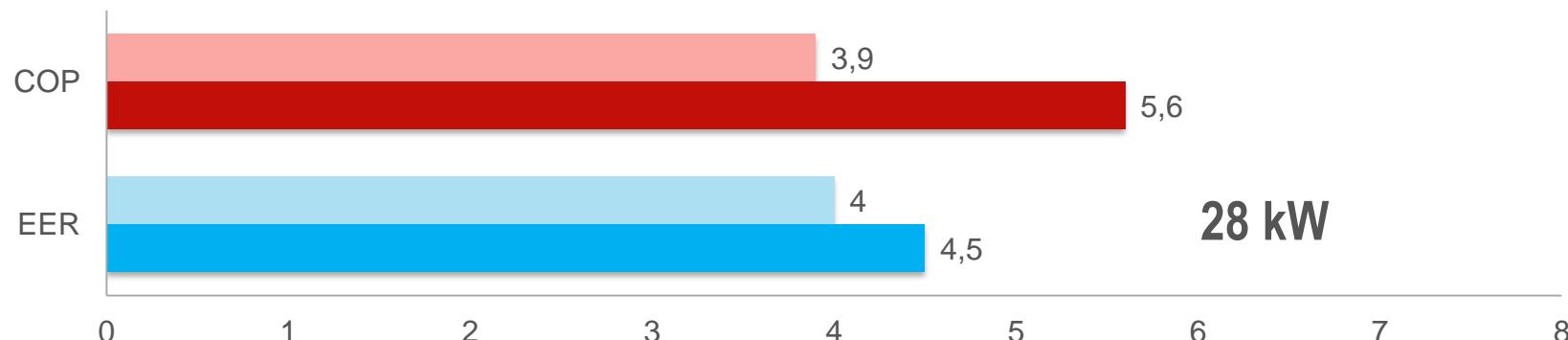
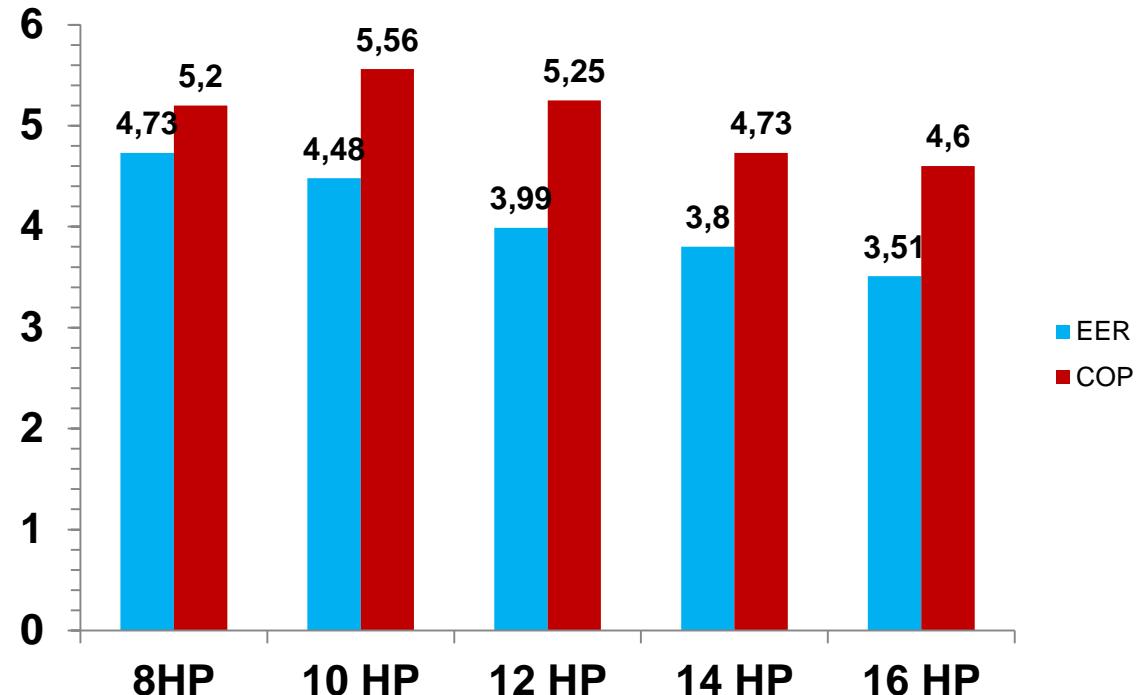


# Impianti VRF: componenti Panoramica unità esterne

Modello	Potenza (kW)	
<b>1. Pompa di Calore 2 Tubi</b>	22,4 - 28 - 33,5 - 40 - 45 kW + Combinazioni fino a 180 kW	
<b>2. Recupero di Calore 3 Tubi</b>	22,4 - 28 - 33,5 - 40 - 45 kW + Combinazioni fino a 180 kW	
<b>3. MINI</b>	12 - 14 - 16 kW (1 phase)	
<b>4. SLIM</b>	22,4 - 28 - 33,5 kW (3 phase)	
	8kW	
	22kW	
	45kW	
	180kW	→

# Unità esterne a flusso verticale

## Sistemi in pompa di calore - **Caratt. generali**

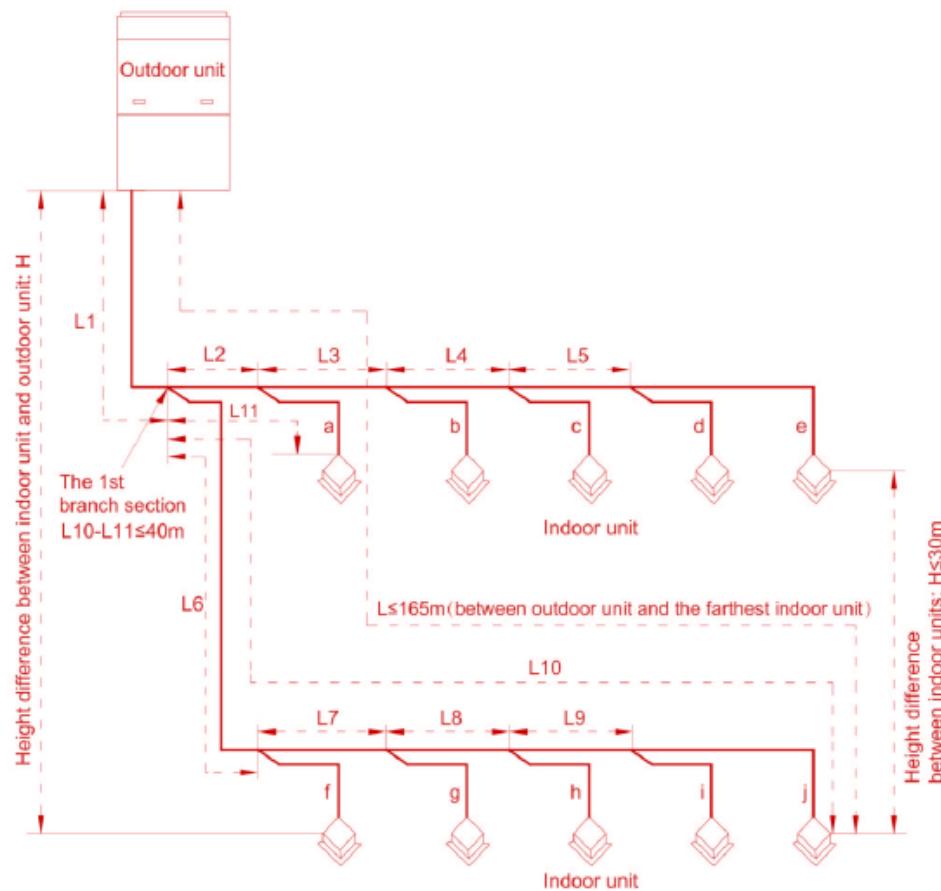


\* Dati di efficienza riferiti a A7/W35 per COP e A35/W18 per EER

# Unità esterne a flusso verticale Sistemi in pompa di calore



## Flessibilità d'installazione:



1000 m : Lunghezza tot equivalente delle tubazioni

165 m : Distanza massima UE - UI

30 m : Dislivello massimo UI - UI

90 m : Dislivello massimo UE - UI

40 m : Distanza massima UI - prima diramazione

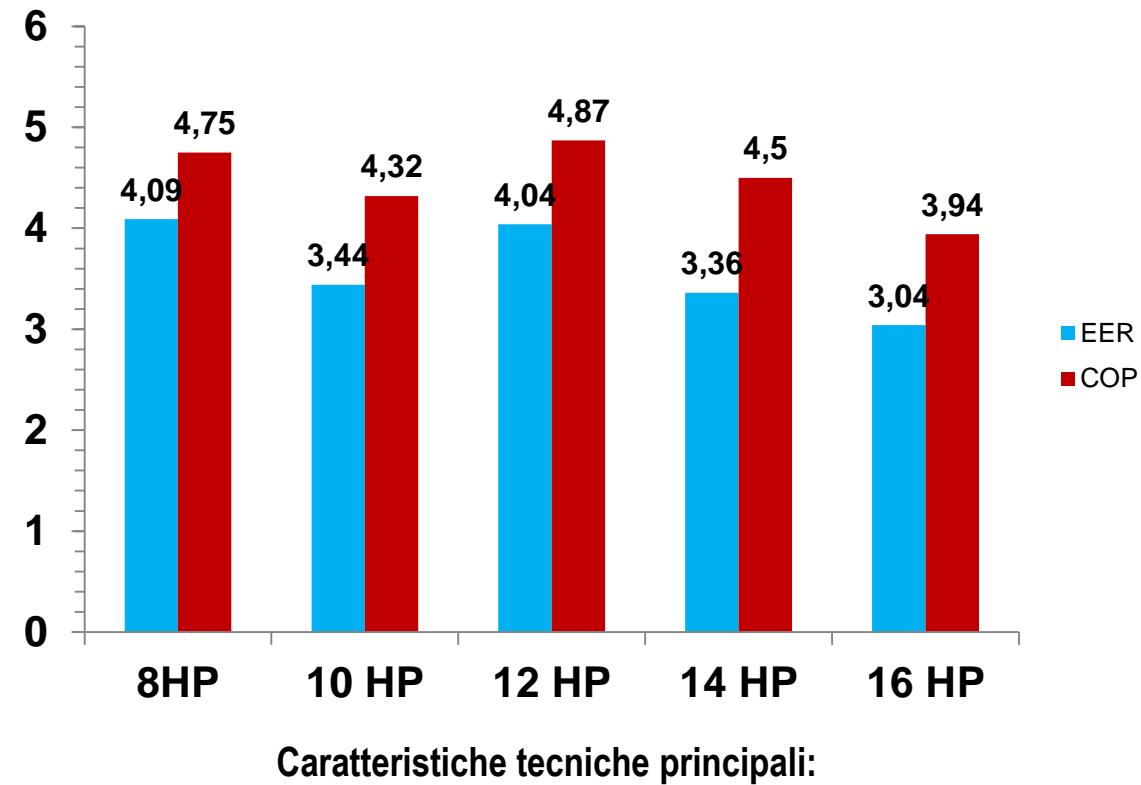
# Vitoclima 333-S

## Panoramica unità esterne

Modello	Potenza (kW)			
1. Pompa di Calore 2 Tubi	22,4 - 28 - 33,5 - 40 - 45 kW + Combinazioni fino a 180 kW			
2. Recupero di Calore 3 Tubi	22,4 - 28 - 33,5 - 40 - 45 kW + Combinazioni fino a 180 kW			
3. MINI	12 - 14 - 16 kW (1 phase)			
4. SLIM	22,4 - 28 - 33,5 kW (3 phase)			
	8kW	22kW	45kW	180kW

# Unità esterne a flusso verticale

## Sistemi in pompa di calore - **Caratt. generali**



### Caratteristiche tecniche principali:

- Riscaldamento e raffrescamento simultanei (recupero energetico)
- Limiti di temperatura ambiente di funzionamento
  - 5 ~ 52 °C raffrescamento
  - 20 ~ 24 °C riscaldamento
  - 10 ~ 24 °C recupero di calore

# Unità esterne a flusso verticale

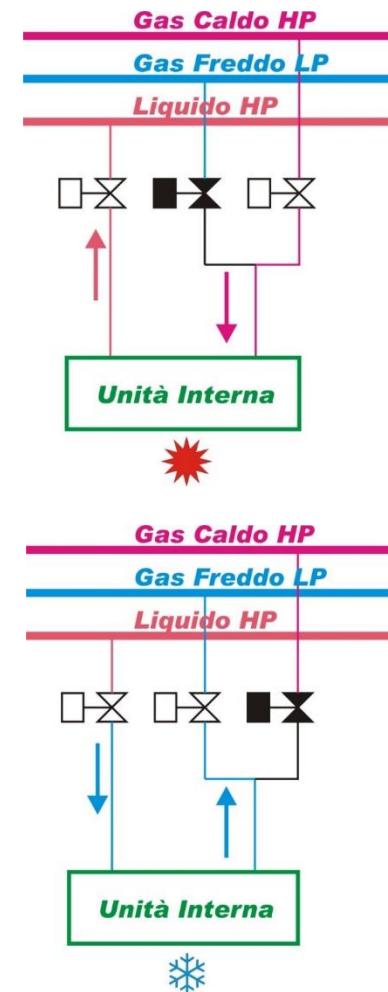
## Sistemi a recupero di calore - distributori



Vitoclima 333-S  
Moduli di distribuzione per sistemi a recupero di calore

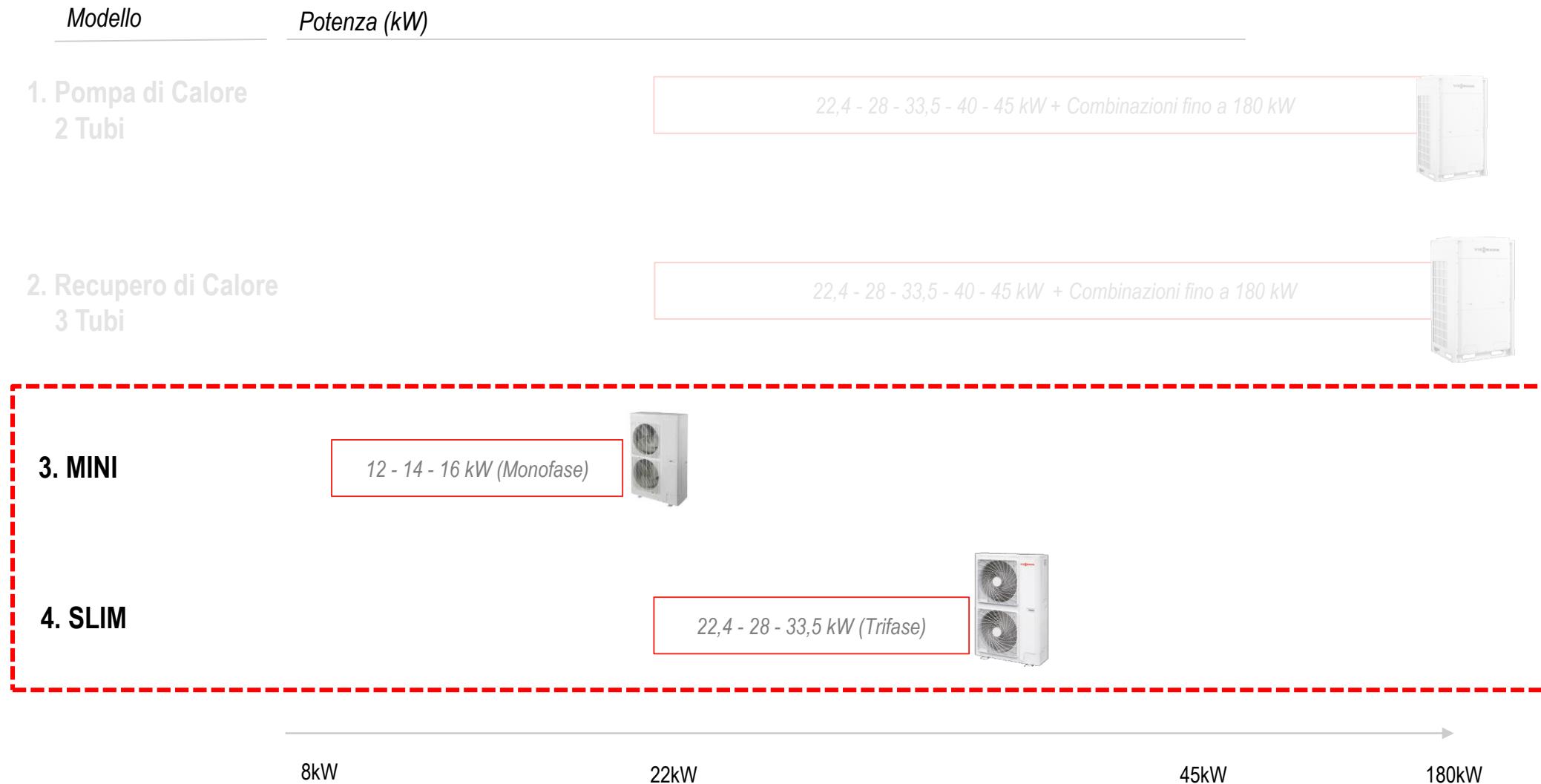
32/33

Modello	VHRNCHS1B	VHRNCHS4B	VHRNCHS8B	
Numero rami uscita	1	4	8	
Numero di unità interne che possono essere collegate ad ogni ramo	8	8	8	
Numero massimo di unità interne collegabili	8	32	64	
Capacità massima per ogni ramo	kW	14	14	14
Capacità massima unità interne collegabili	kW	14	45	68
Alimentazione elettrica		220-240V 1Ph-50/60Hz	220-240V 1Ph-50/60Hz	220-240V 1Ph-50/60Hz
Collegamento tubo unità interne	Liquido mm	Ø9,52	Ø9,52	Ø9,52
	Gas mm	Ø15,9	Ø15,9	Ø15,9
Collegamento tubo dell'unità esterna	Gas ad alta pressione mm	Ø12,7	Ø22,2	Ø22,2-25,4
	Liquido mm	Ø9,52	Ø12,7	Ø15,9
	Gas a bassa pressione mm	Ø15,9	Ø28,6	Ø28,6



# Vitoclima 333-S

## Panoramica unità esterne

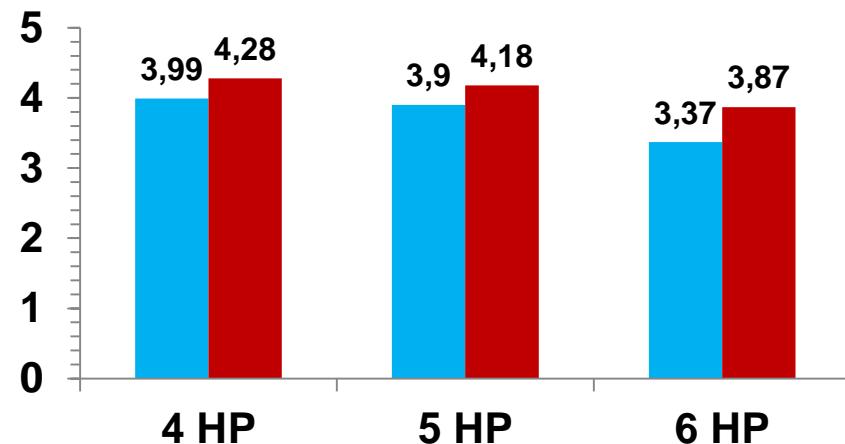


# Unità esterne a flusso orizzontale

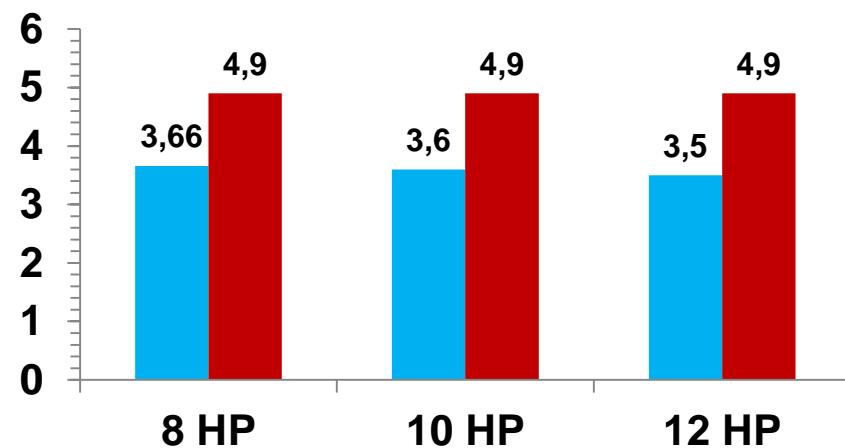
## Sistemi in pompa di calore MINI e SLIM - [Caratt. generali](#)



### Prestazioni MINI



### Prestazioni SLIM



# Unità esterne a flusso orizzontale

## Sistemi in pompa di calore MINI e SLIM - **Caratt. generali**



### Caratteristiche tecniche principali:

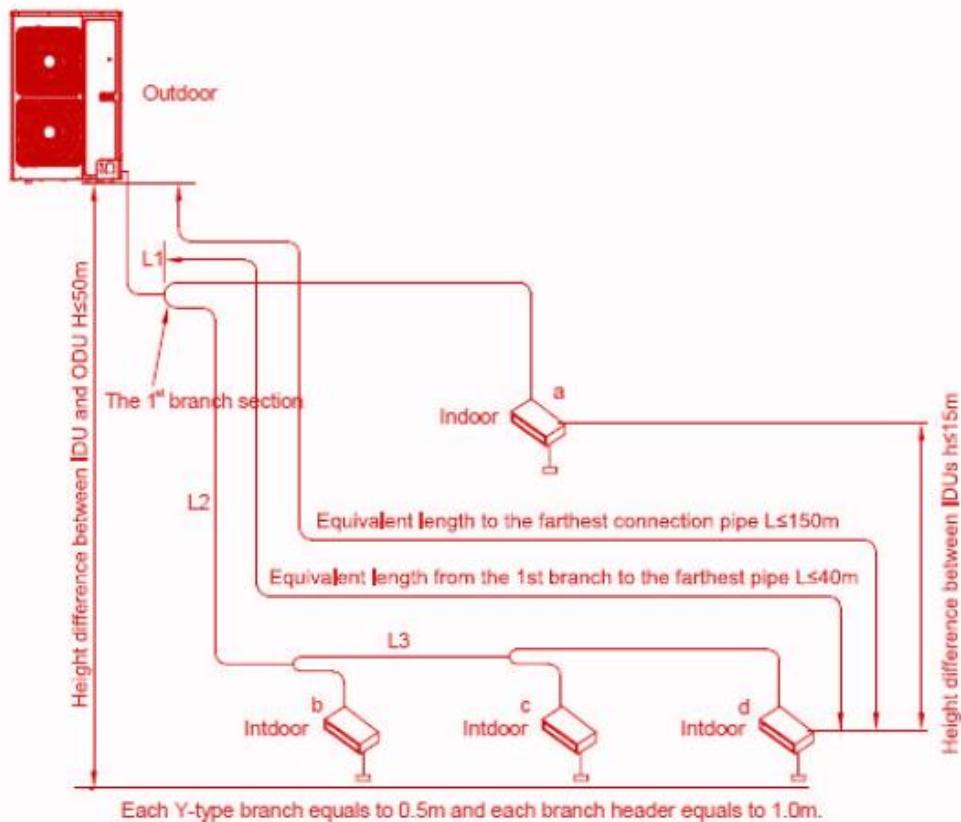


- **EER e COP da primi della classe**
- Fino a 20 unità interne
- **Diminuzione del peso (10 HP → 166 vs 225 kg)**
- **Volume ridotto (10 HP → 940 x 460 x 1615 vs 1340 x 765 x 1605)**
- Limiti di temperatura ambiente di funzionamento  
-5 ~ 48 °C raffrescamento  
-20 ~ 27 °C riscaldamento
- Rapporto di capacità (U.I./U.E.)  
50 ~ 135 %
- Gamma SLIM può essere connessa a recuperatori di calore attivi
- **Distanze d'installazione minime**
- Modalità silenziosa, risparmio energetico
- Funzioni dedicate per hotel
- **Controlli singoli (fino a 8 UI), centralizzati, di gestione remota e di contabilizzazione dell'energia**
- Comunicazione Can Bus

# Unità esterne a flusso verticale Sistemi in pompa di calore



## Flessibilità d'installazione:



300 m : Lunghezza tot equivalente delle tubazioni

120 m : Distanza massima UE - UI

15 m : Dislivello massimo UI - UI

40 m : Dislivello massimo UE - UI

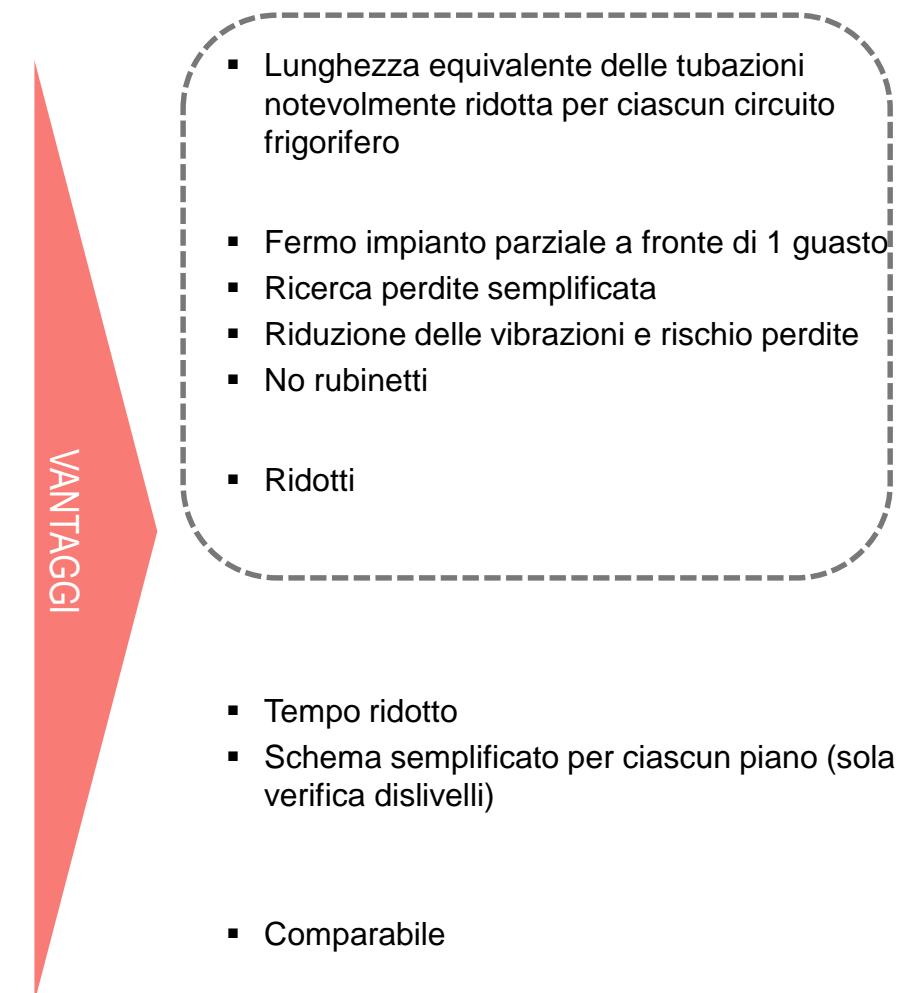
40 m : Distanza massima UI - prima diramazione

# Modularità nei sistemi VRF

## Tematiche

- Problemi nel garantire il ritorno dell'olio
- Perdite e continuità di servizio
- Limiti legati alla quantità di refrigerante per alberghi, ristoranti, supermercati, ecc.
- Progettazione
- Efficienza impianto

## Vantaggi



# Tipologie unità interne

Modello	Potenza (kW)	
<b>1. CASSETTE</b>	Da 2,2 a 14 kW	 Compact 4-way Cassette  Four-way Cassette  Two-way Cassette  One-way Cassette
<b>2. CANALIZZATO</b>	Da 2,2 a 28 kW	 Super High ESP Duct  High ESP Duct  Low ESP Duct  Slim Duct
<b>3. PARETE</b>	Da 2,2 a 7,1 kW	 Wall Mounted Type
<b>4. SOFFITTO PAVIMENTO</b>	Da 2,2 a 7,1 kW	 Floor Ceiling  Console
	2,2 kW	→
	7,1 kW	
		28kW

# Integrazione con ventilazione



## Recuperatori di calore

Vitovent 300-W	56
Vitoclima Micro E	57
Vitoclima Micro DX	58
Vitoclima CFR+90/CFRE+90	59
Vitoclima CFR-PHE+/CFR-PHEE+	60

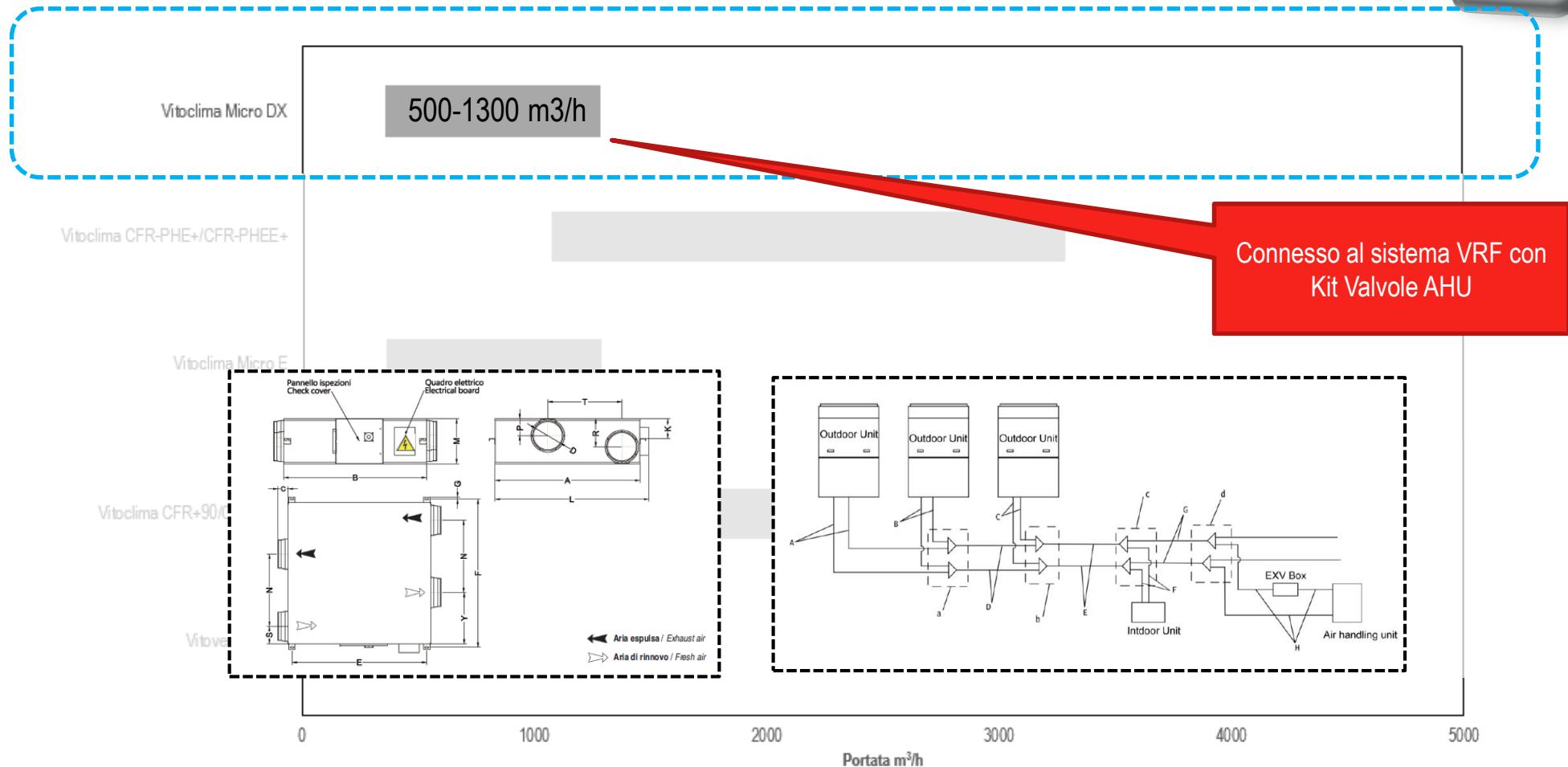
### Gamma recuperatori di calore

La gamma recuperatori di calore si distingue per la varietà, completezza, caratterizzazione e consente di soddisfare i bisogni entalpici e sensibili per applicazioni residenziali e commerciali. Alcuni modelli sono inoltre comandati e collegati ai sistemi VRF.

	<b>VITOVENT 300-W</b>	Recuperatori di calore sensibile ed entalpico Portate d'aria nominale: 300 - 400 m³/h
	<b>VITOCLIMA MICRO-E</b>	Recuperatori di calore entalpici Portate: 500 - 650 - 800 - 1000 - 1300 m³/h
	<b>VITOCLIMA MICRO-DX</b>	Recuperatori di calore entalpici Portate: 500 - 800 - 1300 m³/h
	<b>VITOCLIMA CFR-PHE +</b>	Recuperatori di calore sensibile Portate d'aria nominale: 1500 - 2300 - 3100 m³/h
	<b>VITOCLIMA CFR-PHEE +</b>	Recuperatori di calore sensibile Portate d'aria nominale: 1500 - 2300 - 3100 m³/h
	<b>VITOCLIMA CFR+90</b>	Recuperatori di calore entalpico Portate d'aria nominale: 1600 - 2500 - 3500 - 4300 m³/h
	<b>VITOCLIMA CFRE+90</b>	Recuperatori di calore entalpico Portate d'aria nominale: 1600 - 2500 m³/h

# Recuperatori di calore

## Entalpici con batteria di trattamento ad espansione diretta



# Recuperatori di calore

## Recuperatori entalpici



Vitoclima Micro DX

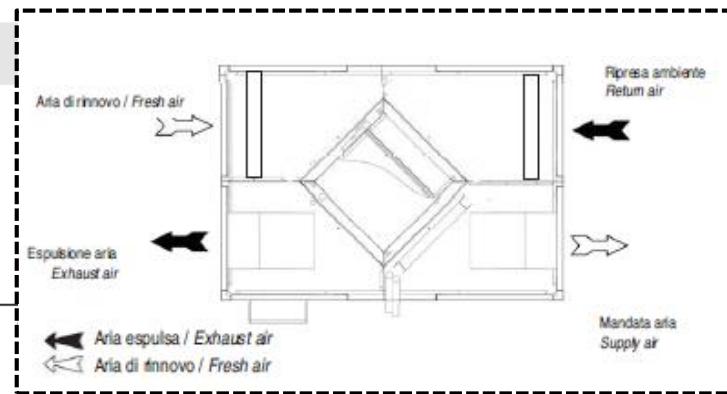
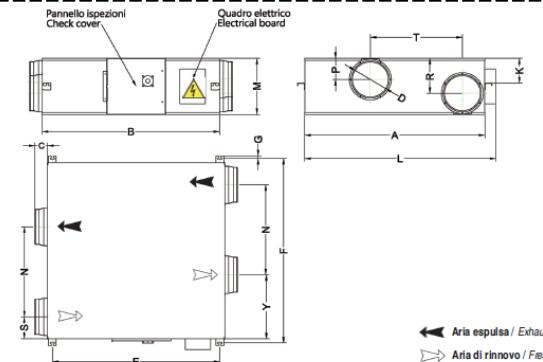
Vitoclima CFR-PHE+/CFR-PHEE+

Vitoclima Micro E

1500-3100 m<sup>3</sup>/h

500-1300 m<sup>3</sup>/h

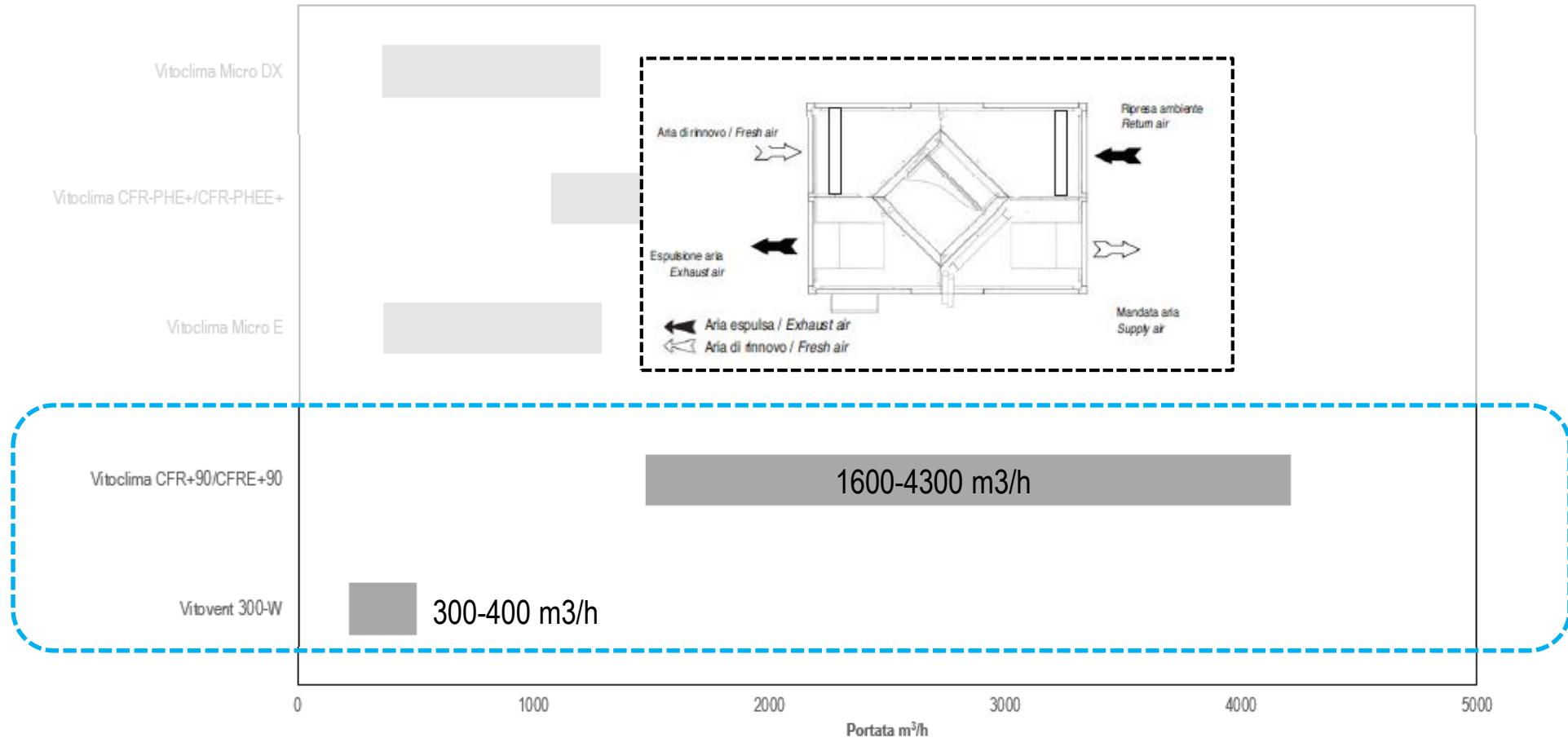
Vitoclima C



500

# Recuperatori di calore

## Recuperatori sensibili



# Vitoclima 333-S

## 4 – Controlli



### Controlli

Controlli individuali

63

Controlli centralizzati

65

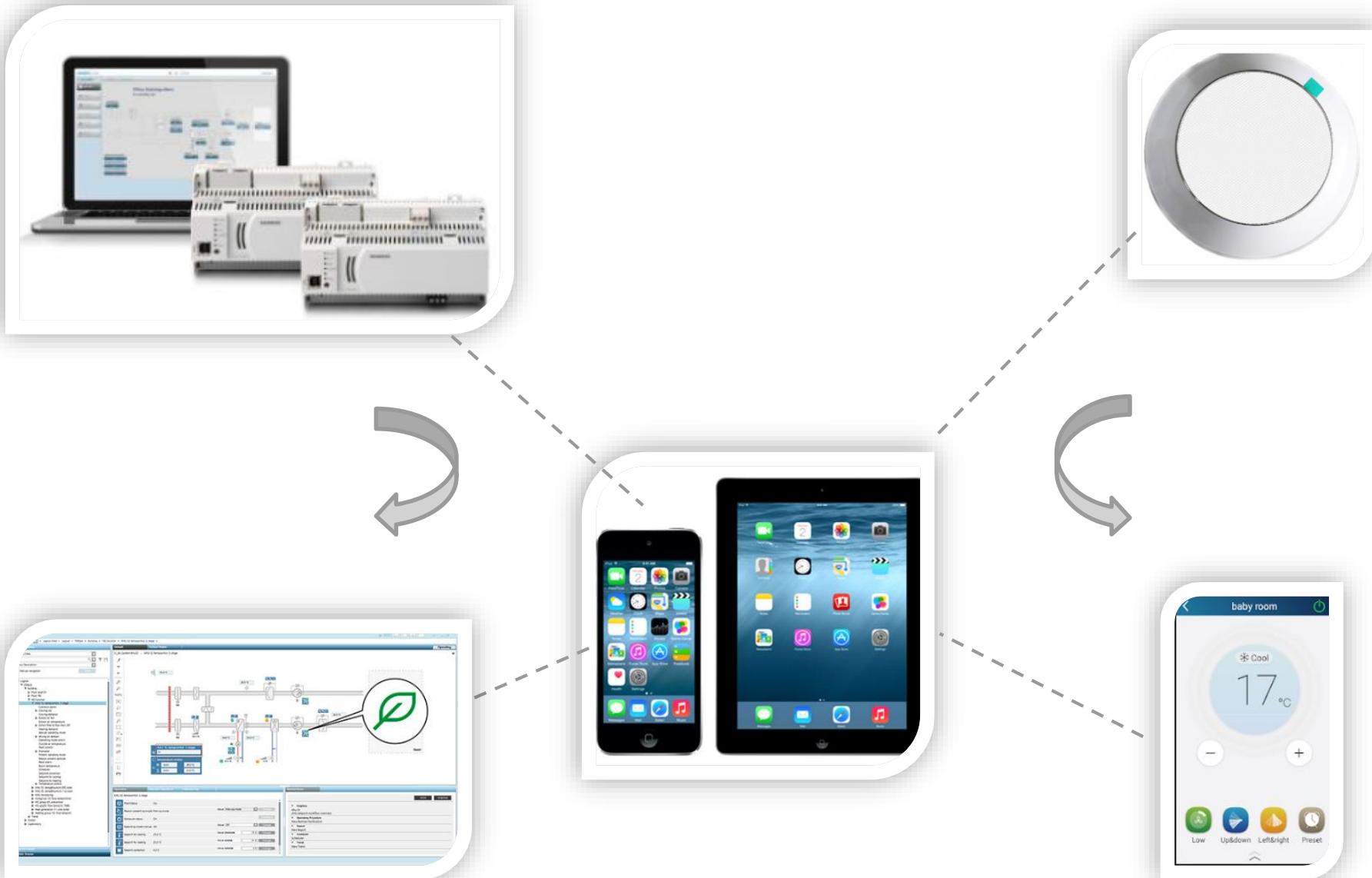
Sistemi di controllo e supervisione

66

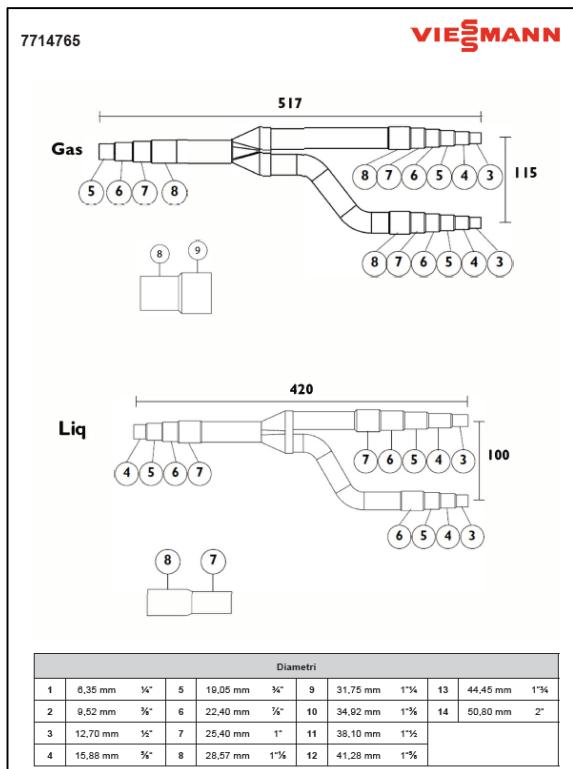
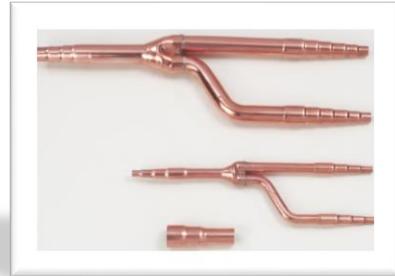
Sistema di controllo		Modelli unità interne				
		Cassetta	Canalizzato	Parete	Soffitto/Pavimento, consolle	
Comando a filo	VWRCXK46		<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	VWRCXK79		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Telecomando wireless	VRCYAP1F		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Controllo centralizzato	VCCCE52-24/F(C)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Controllo intelligente di zona	VCCCE54-24/F(C)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Misuratore dell'energia (con modulo di comunicazione)	VCCFE21-00/AD VCCMME30-24/D3		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Monitoraggio a lunga distanza	VCCFE31-00/AD(BM)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Modbus Gateway	VCCMME30-24/E4(M)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
BAC net	VCCMG30-24/D2(B)		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

# Controllo remoto e monitoraggio consumi

## Soluzioni..



# Diramazioni ad Y e Collettori di derivazione



**Derivazioni e collettori a saldare per linee frigorifere VRF multidiametro**  
Accessori concepiti per la realizzazione di circuiti frigoriferi per sistemi di climatizzazione VRF multisplit con portata di refrigerante variabile, serviti da unità esterne di potenza frigorifera.  
Ogni pezzo è dotato di estremità multi-diametro, da tagliare in opera (fig. 2), per ospitare internamente i tubi a cui vanno saldate.  
NON esercitare forza sulla derivazione (fig. 1).  
Al momento di saldare la derivazione o il collettore, ricoprire le saldature con uno straccio bagnato (fig. 3-4).  
Le derivazioni e i collettori (gas e liquido) sono dotati di collantazione.

**Condizioni di garanzia**  
I nostri accessori sono collaudati singolarmente alla produzione, alla pressione di 50 bar, sono fabbricati con rame di alta qualità per circuiti frigoriferi e sono perfettamente lavati e ripuliti dopo la produzione.  
L'utilizzo dei nostri accessori in impianti frigoriferi avviene sotto l'esclusiva e totale responsabilità dell'utilizzatore o installatore; la nostra garanzia non riguarda in alcun caso eventuali danni agli impianti frigoriferi in cui sono utilizzati, né ai loro utilizzatori.

**Istruzioni d'installazione per la realizzazione dell'impianto**

- Utilizzare rame pulito, perfettamente asciutto all'interno e privo di impurità, residui o corpi estranei.
- Per lavorare ed accorciare le tubazioni utilizzare la tagliatubo; NON usare seghie, mole flessibili o strumenti simili.
- Liberare i tubi da qualsiasi polvere, causata da operazioni di taglio e saldatura; effettuare la pulizia con l'apposita pompa del vuoto mediante azoto.
- L'angolo di inclinazione fra le tubazioni della derivazione **NON deve superare i 15°**. Inoltre, prestare attenzione: solamente l'installazione totalmente verticale o orizzontale è concessa.
- Il tratto di tubazione che congiunge due derivazioni **NON deve essere inferiore a 50 cm**.
- Utilizzare staffe di fissaggio a parete adeguate al diametro della tubazione utilizzata nel tratto rispettivo. Lo staffeggio deve garantire una distanza dal muro inferiore a 30 cm.
- Qualsiasi derivazione **NON può essere installata a valle di un collettore**.
- La distanza fra due staffe **NON deve superare i limiti della seguente tabella:**

Diametro esterno (mm)	$\alpha \leq 16$	$16 < \alpha < 40$	$\alpha \geq 40$
Installazione orizzontale	1000	1500	2000
Installazione verticale	1500	2000	2500

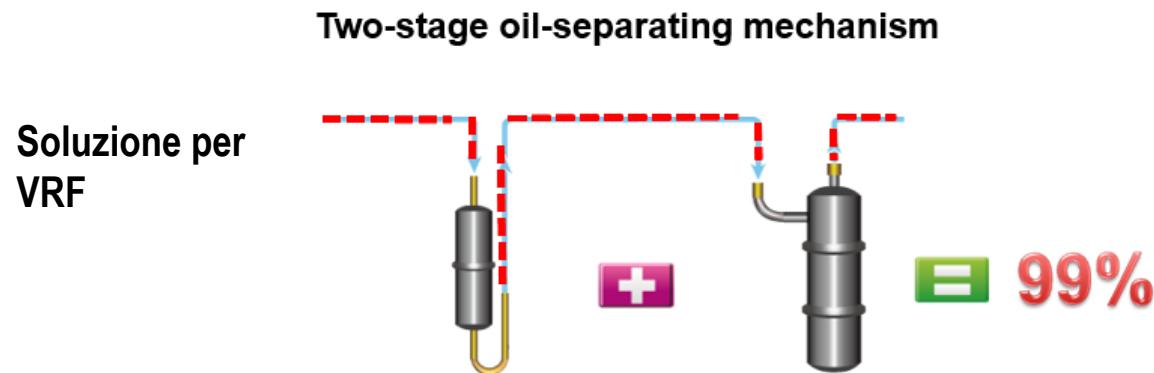
VIESSMANN

## Impianti VRF: aspetti positivi

- Diametri tubazioni: particolarmente vantaggiosi nelle ristrutturazioni
- Limitato effetto delle perdite di temperatura sulla tubazione
- Gestione efficace della contemporaneità di carico
- Buona/elevata efficienza
- Adatti ad applicazione che richiedono rapida messa a regime

## Impianti VRF: aspetti critici

- Quantità di refrigerante
- Installazione richiede professionalità (saldature, giunzioni)
- Ritorno dell'olio



- Evoluzione FGAS, EN 378 e antiincendio

## Impianti VRF: aspetti progettuali

I sistemi VRF sono di base sistemi impiantistici che garantiscono elevata efficienza energetica, a condizione tuttavia di rispettare alcuni principi di progettazione.

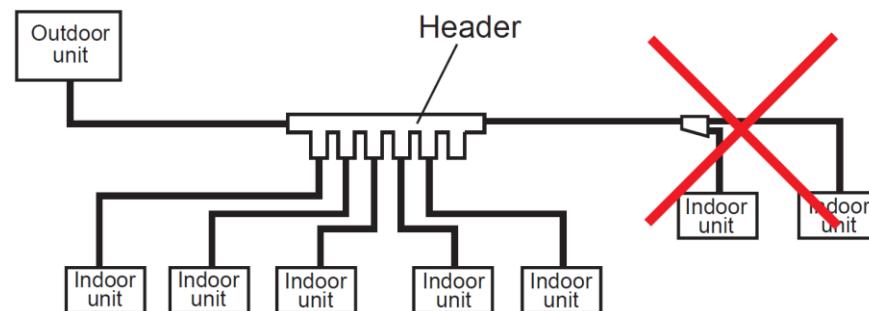
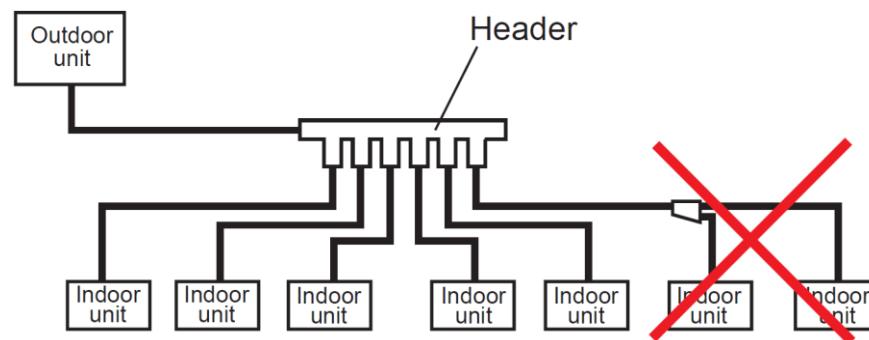
Chiaramente la lunghezza delle linee ha un impatto sulle prestazioni dell'impianto in termini di maggiori perdite di carico.

Affinchè l'impianto funzioni come previsto ogni unità interna deve ricevere la quantità richiesta di refrigerante, a prescindere dalla richiesta delle altre unità.

Ciò avviene di fatto se:

- le perdite di carico della rete di tubazioni sono calcolate con sufficiente precisione
- se l'esecuzione della rete di distribuzione rispecchia fedelmente il progetto come schema, lunghezze, diametri e raccordi.

# Piping del VRF-Cose da **NON** Fare



**Marcello Collantin, 2018**

# Piping del VRF-Cose da **NON** Fare

**A) NON** alterare il percorso/lunghezza delle tubazioni in modo tale che la perdita di carico sul tratto cambi piu' del 5%

- Attenzione al numero e qualita' delle curve e dei raccordi
- Attenzione alla lunghezza dei singoli tratti di tubazione
- Attenzione ai diametri dei tratti di tubazione

**B) NON** utilizzare raccorderia diversa da quella prescritta dal Costruttore

Marcello Collantin, 2018

# Piping del VRF-Cose da Fare

**In caso di modifiche del percorso delle tubazioni o della capacita' di una o piu' unita' interne, si deve procedere ad una nuova verifica dei diametri e dei raccordi ed eventualmente emettere nuovo schema di piping**

# Piping del VRF-Cose da Fare



**Buona Norma**

**Inserire un  
filtro a  
cartuccia  
adeguato su  
ciascuna  
linea  
principale**

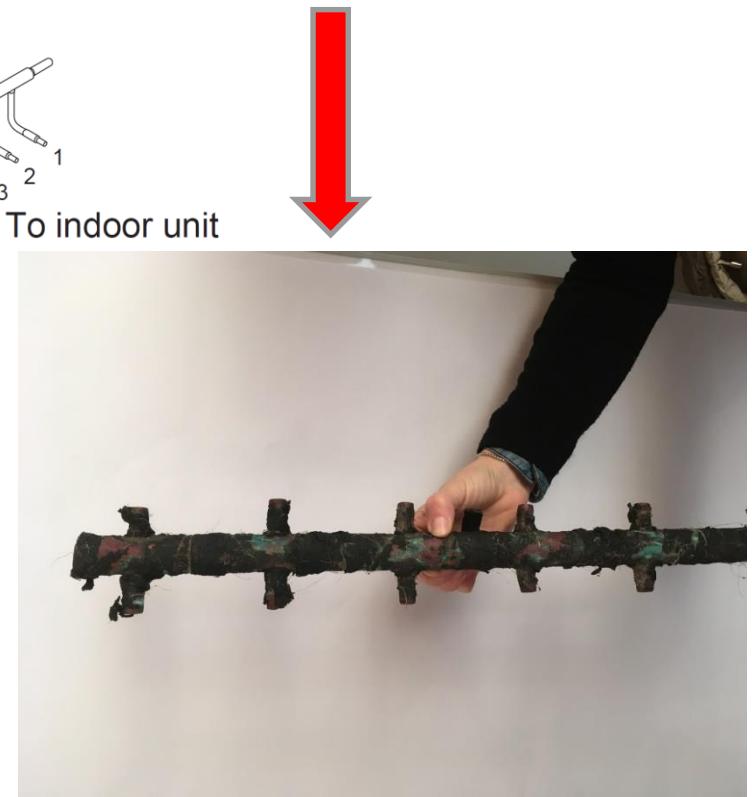
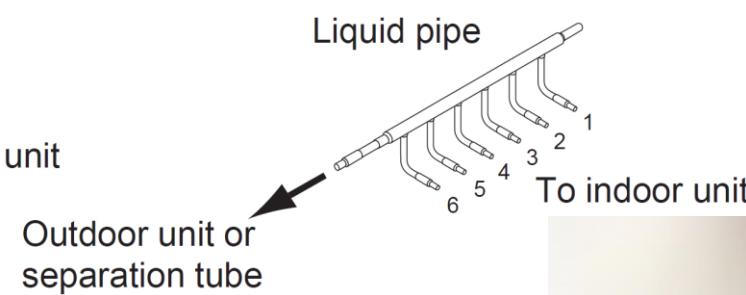
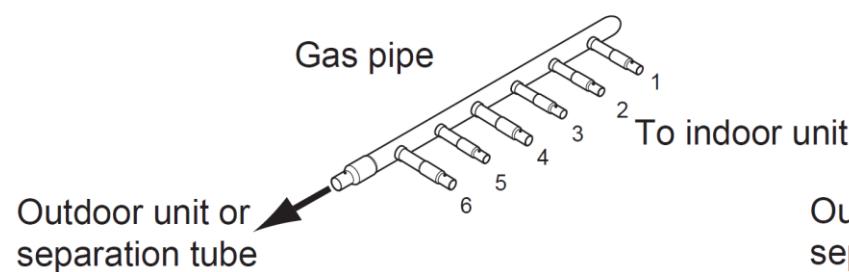


# DL Vigilare su Cose da **NON** Fare



Marcello Collantin, 2018

# DL Vigilare su Cose da **NON** Fare



# **DL Vigilare su Cose da **NON** Fare**



**Senza Azoto**



**Con Azoto**

# DL Vigilare su Cose da Fare

**Verificare che tutte le connessioni elettriche e di comunicazione siano eseguite secondo gli schemi forniti**

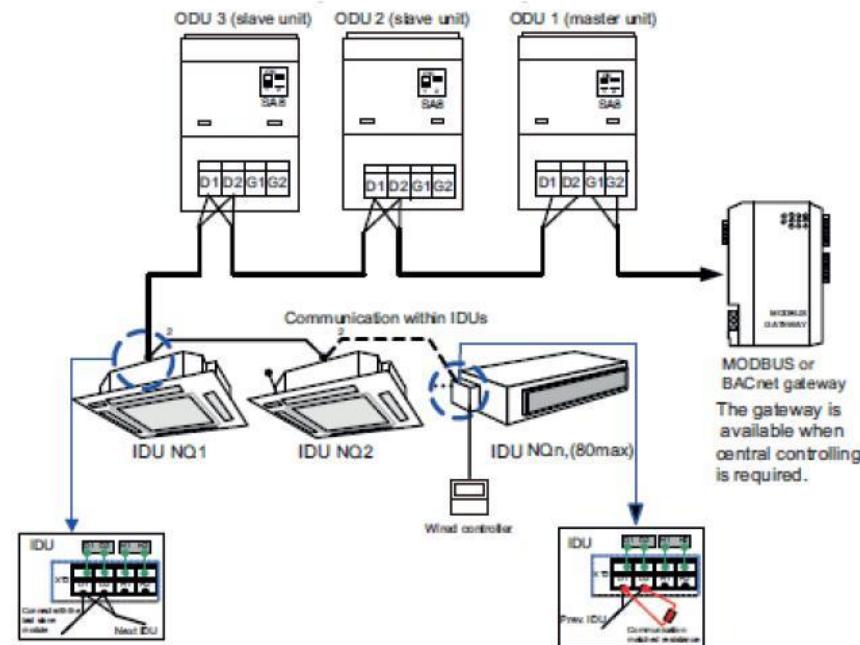


Fig.43 - Collegamento di combinazioni di moduli

Marcello Collantin, 2018

# **DL Vigilare su Cose da Fare**

**Verificare che le operazioni di  
Commissioning siano fatte  
correttamente dal fornitore  
del Sistema e siano redatti i  
conseguenti Verbali**

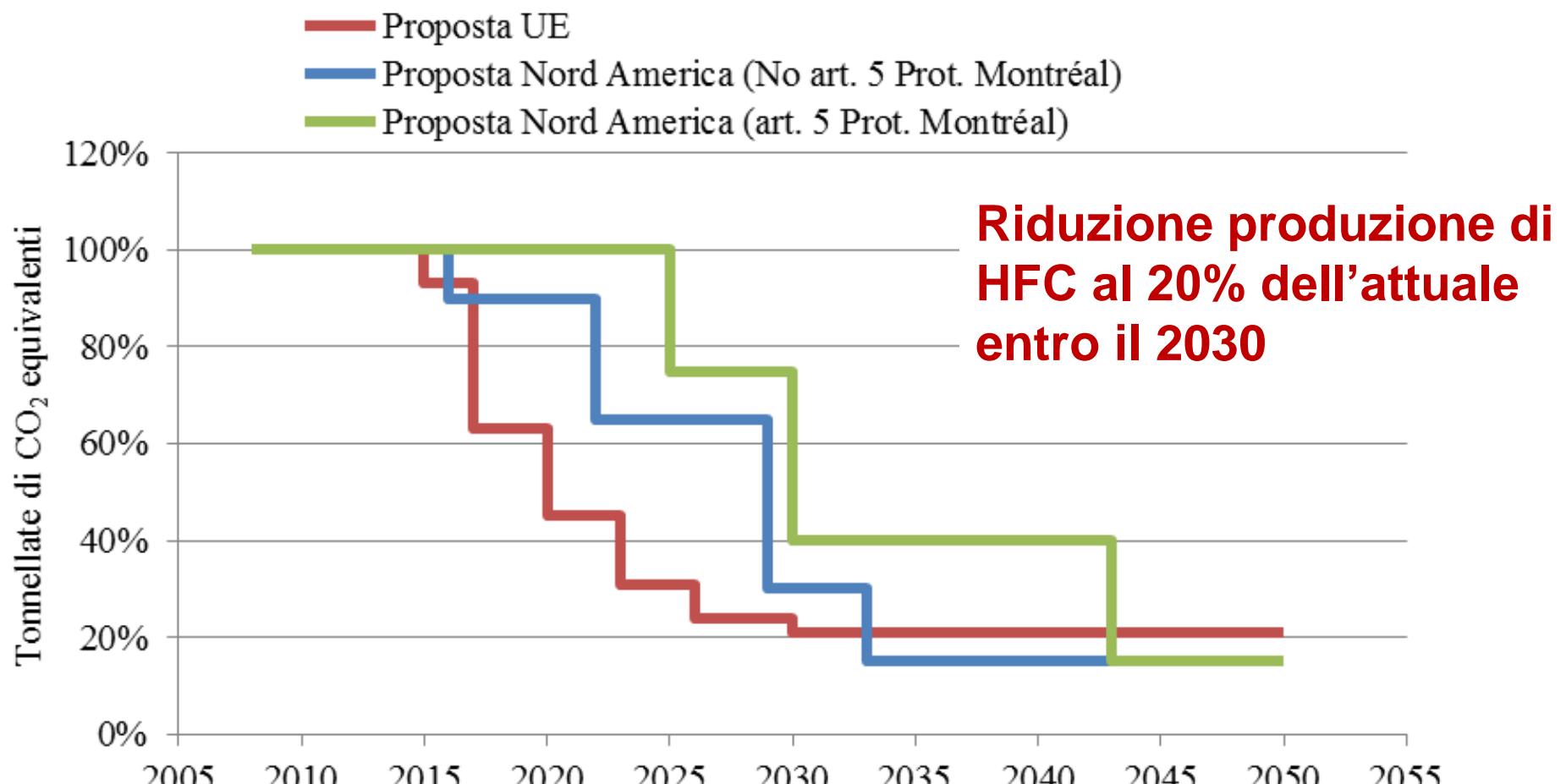
---

# REFRIGERANTI

# Politica europea di intervento impatto ambientale diretto: F-GAS e.....

- consapevolezza dei tecnici del settore della climatizzazione e della refrigerazione, monitoraggio operazioni carica/scarica, processi produttivi manutentivi, formazione personale (Regolamento (EC) No 842/2006);
- ridurre le quantità di HFC prodotti e consumati in Europa, con programmazione graduale e sostenibile dei quantitativi immessi nel mercato al fine di diminuire le tonnellate equivalenti di CO<sub>2</sub> associate al loro utilizzo (**F-GAS, Regolamento (EU) No 517/2014**);
- evitare l'introduzione nel mercato globale di elevati quantitativi di HFC ad alto impatto sul riscaldamento globale come conseguenza indiretta del Protocollo di Kyoto (Proposed amendment to the Montreal Protocol, 2015).

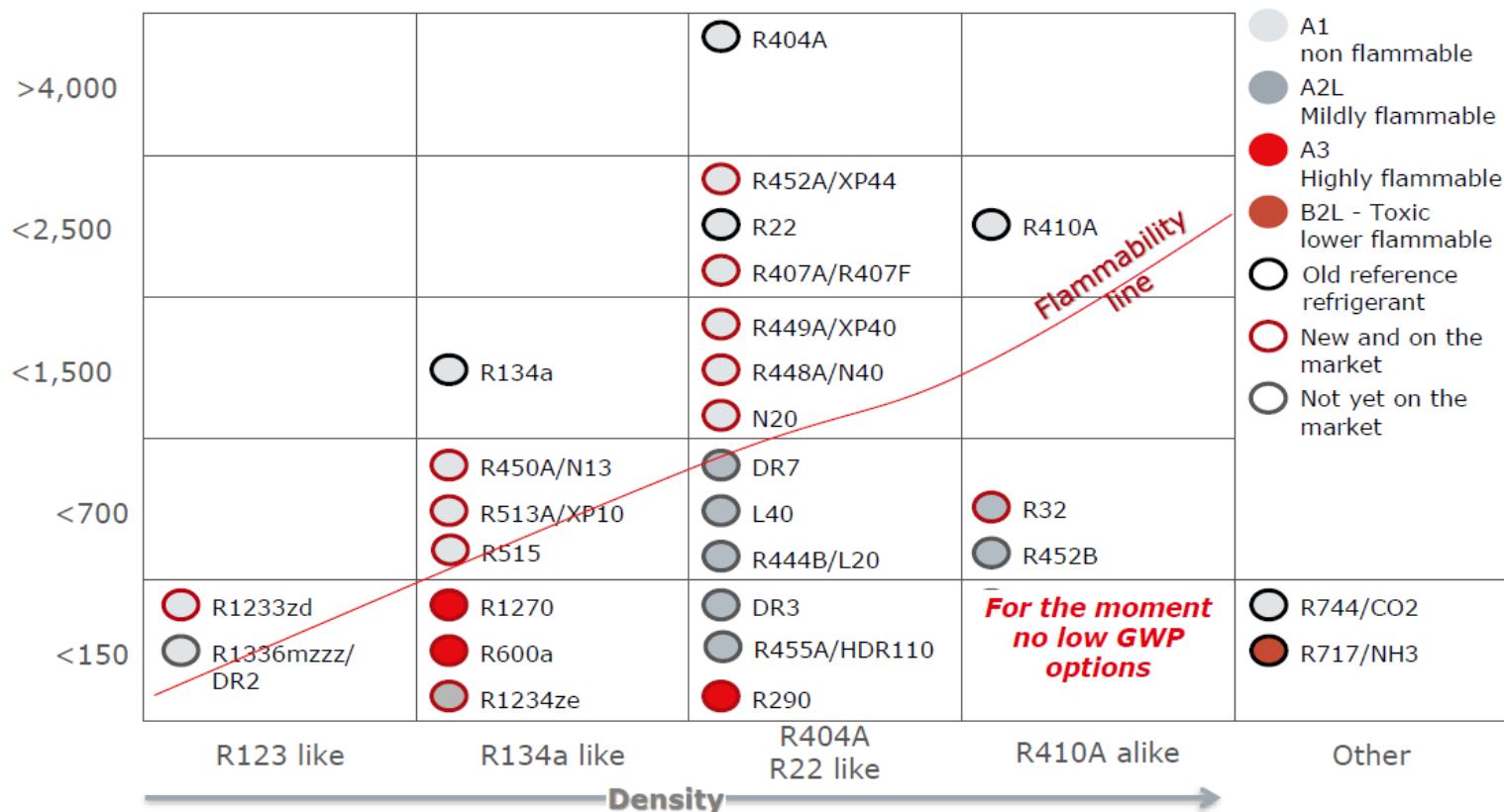
## Politica europea di intervento



Fonte: AICARR

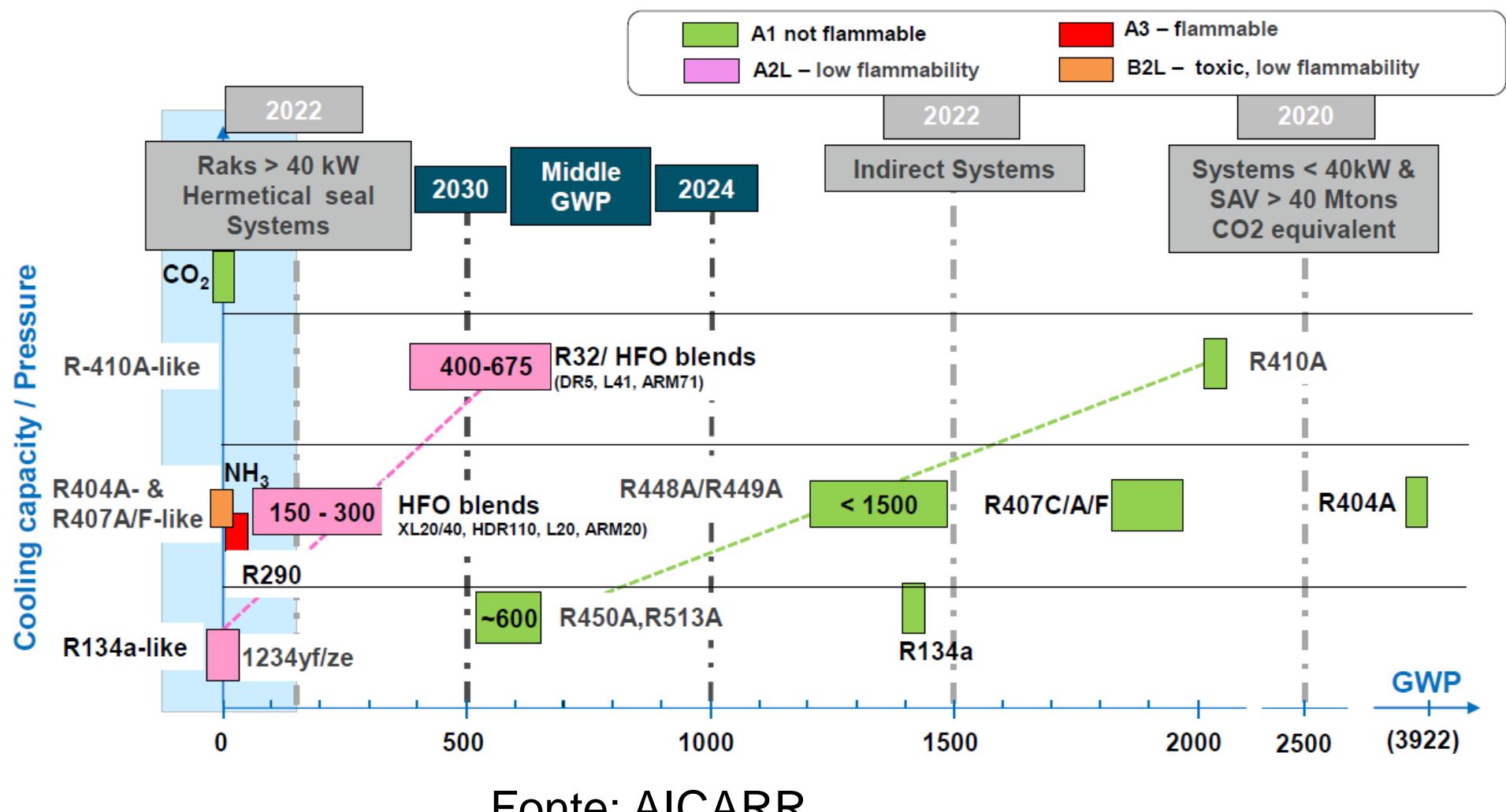
# GWP - Emissioni dirette

Low GWP alternatives are mostly A2L or even A3



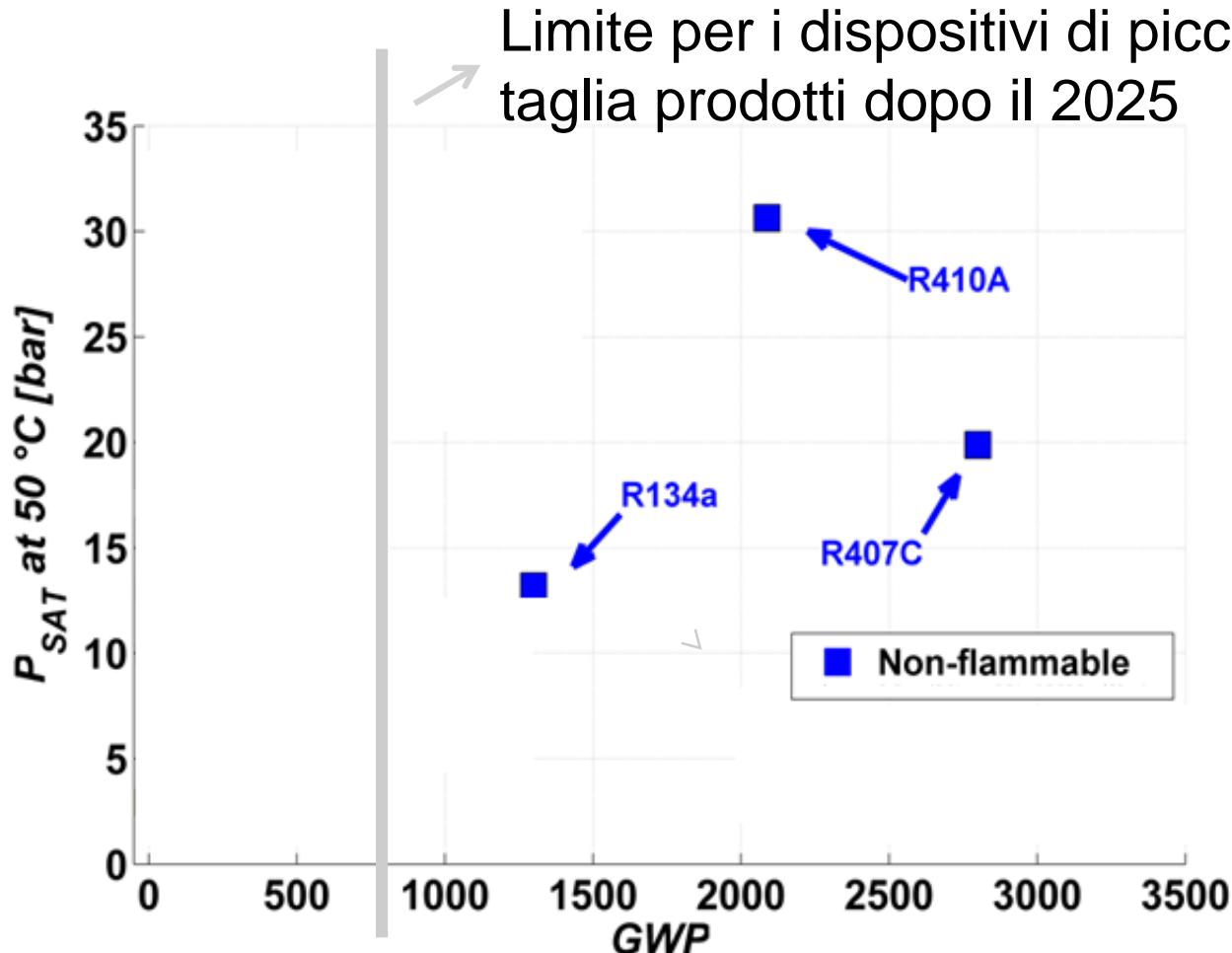
Fonte: AICARR

## GWP - Emissioni dirette



Fonte: AICARR

## L'impatto ambientale dei fluidi attuali

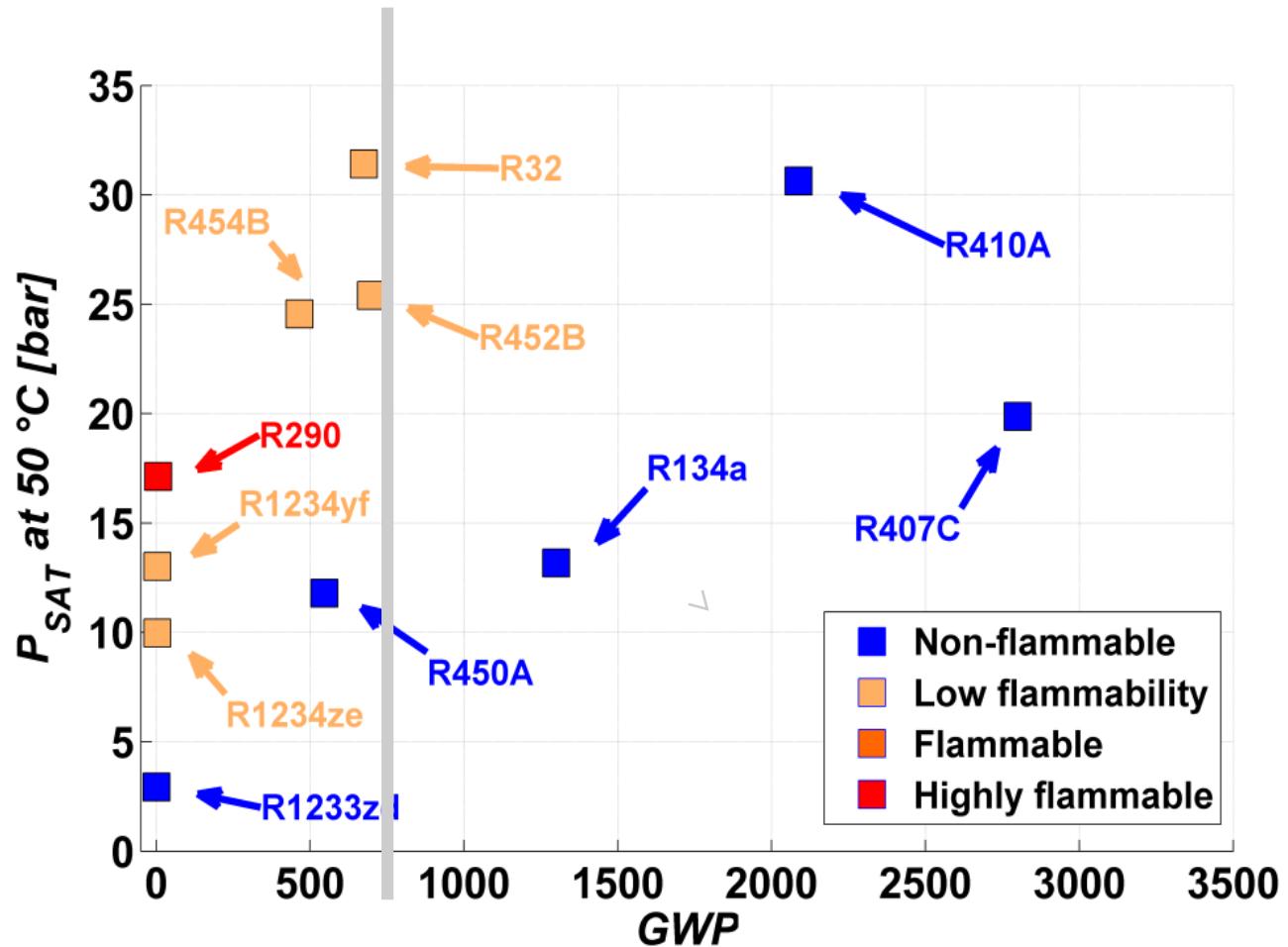


R410A e R407C  
maggiormente utilizzati per  
sistemi split e roof-top fino a  
75 kW

R134a chiller di grande taglia  
con compressori centrifughi

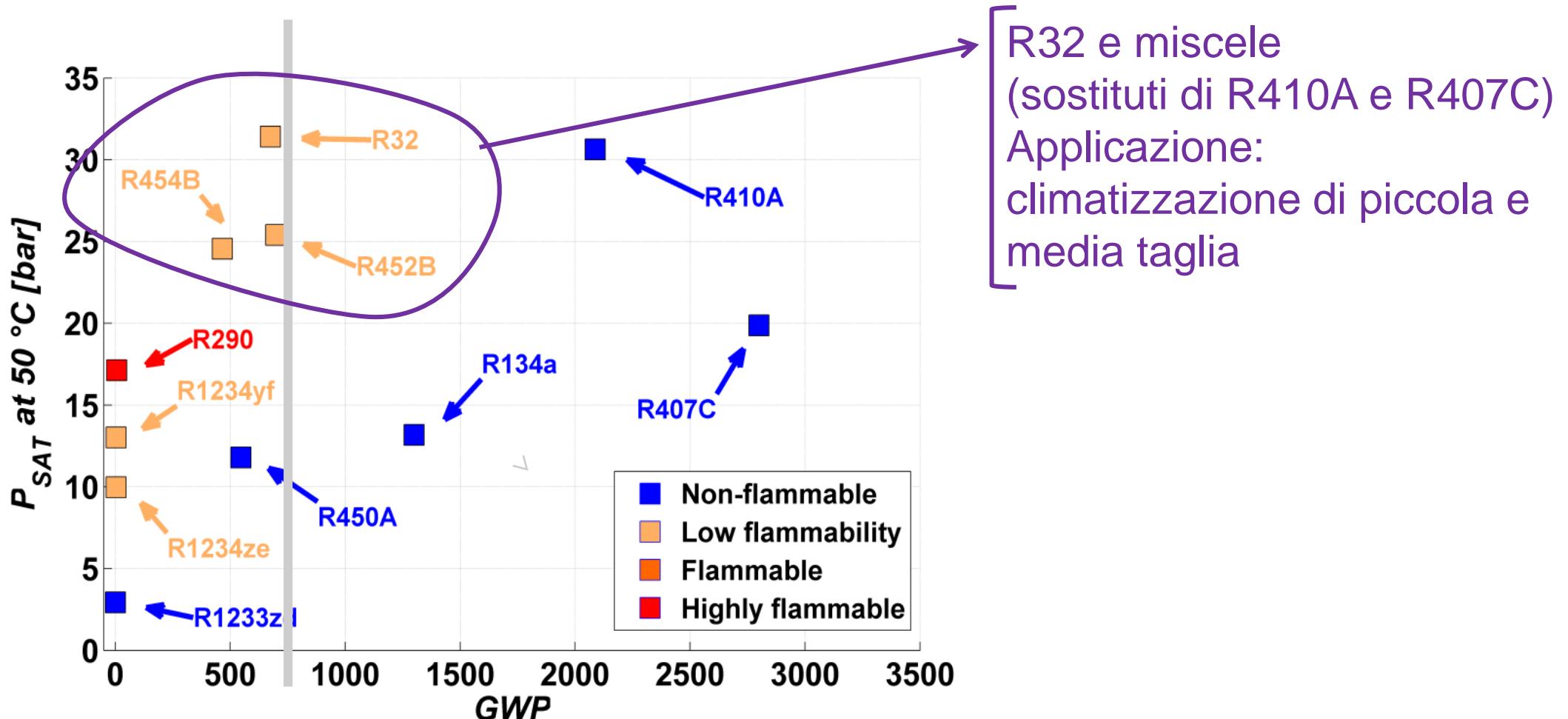
Fonte: AICARR

# Fluidi refrigeranti di nuova generazione



Fonte: AICARR

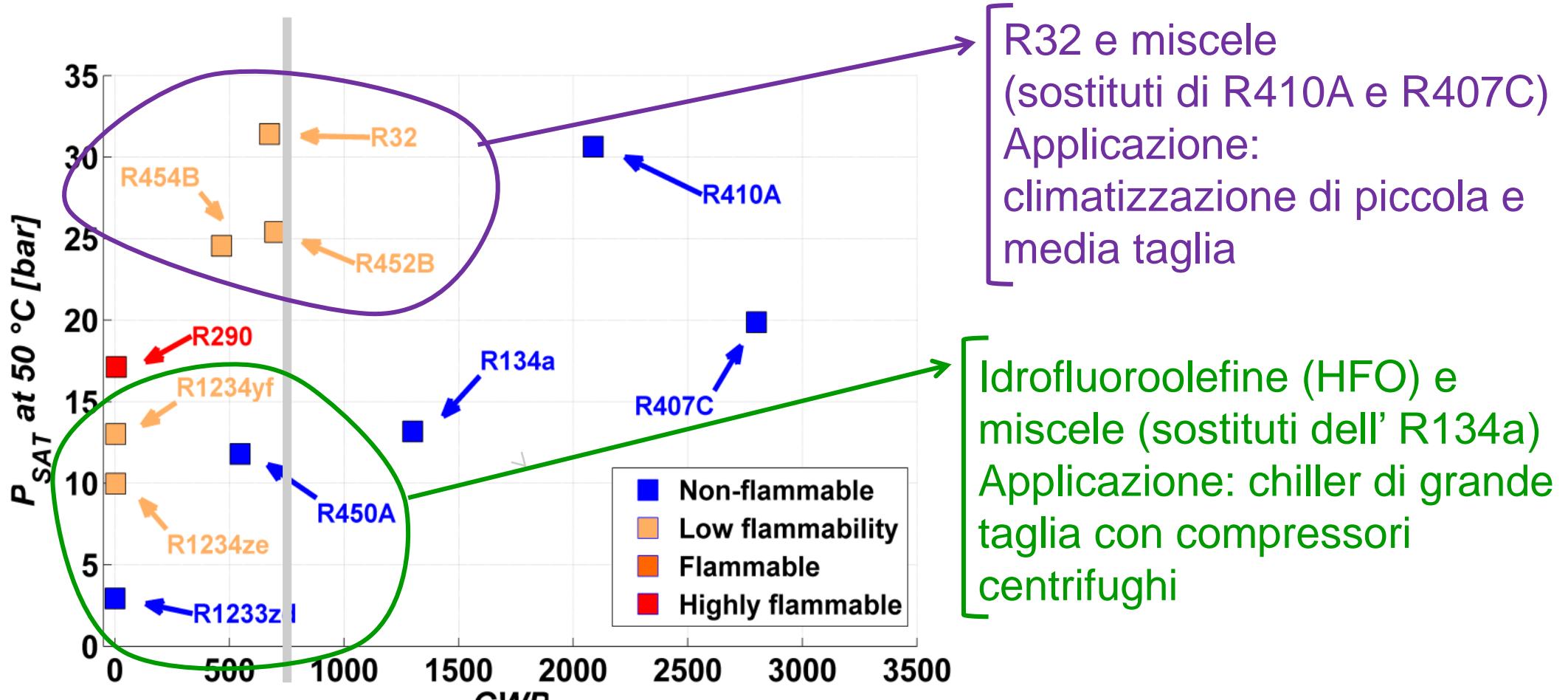
# Fluidi refrigeranti di nuova generazione



R32 e miscele  
(sostituti di R410A e R407C)  
Applicazione:  
climatizzazione di piccola e  
media taglia

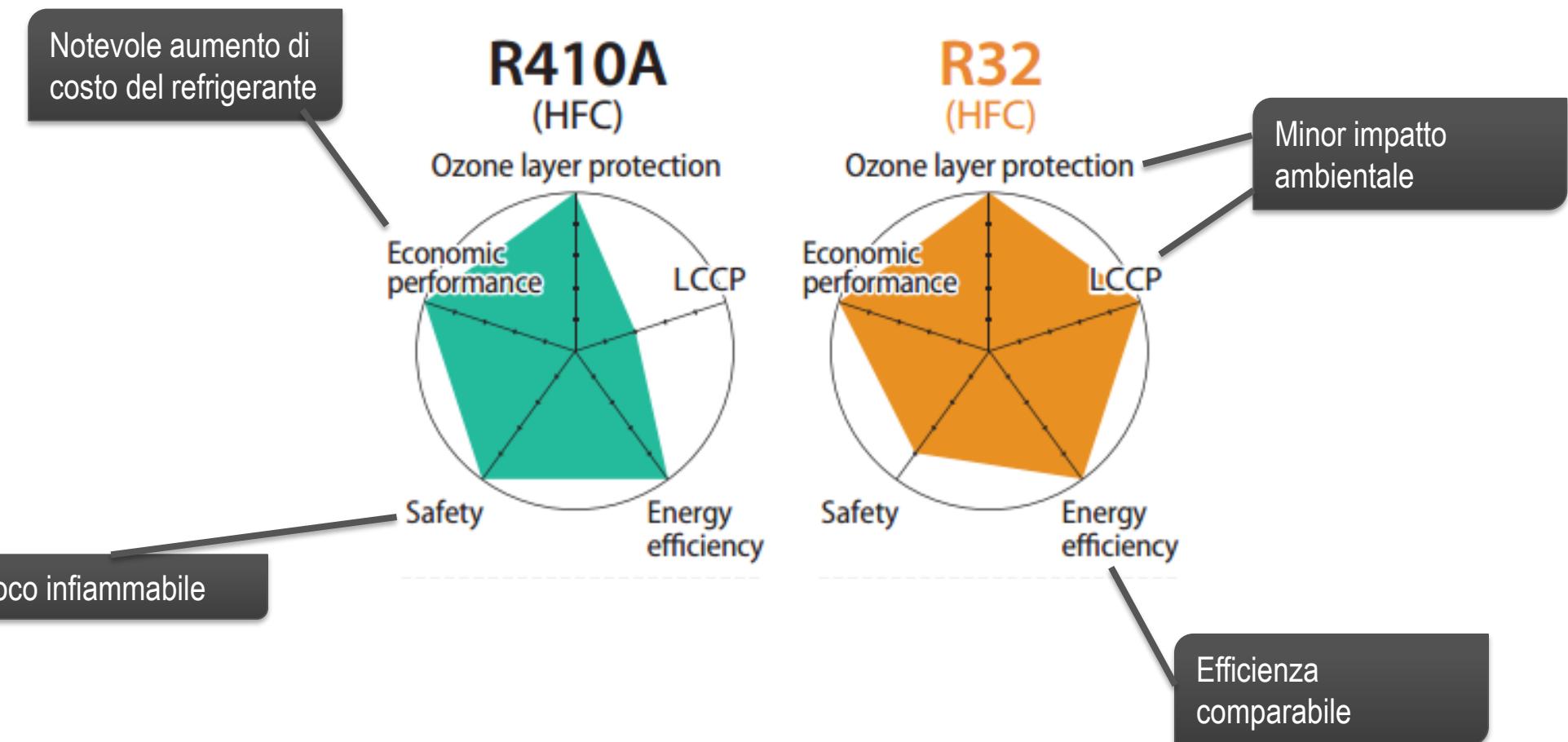
Fonte: AICARR

# Fluidi refrigeranti di nuova generazione



Fonte: AICARR

## Fluidi a confronto



## **Impianti frigoriferi: UNI EN 378**

**La norma UNI EN 378 si compone di 4 parti che rivestono importanza fondamentale per il rispetto tecnico ed ambientale in fase di progettazione macchine, impianti, gestione macchine e impianti e riparazione e dismissione**

**Si compone di 4 parti, riviste nel 2016 con alcune importanti novità**

:

- UNI EN 378-1:2017: Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali -  
Parte 1: Requisiti di base, definizioni, criteri di classificazione e selezione
- UNI EN 378-2:2017 Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali -  
Parte 2: Progettazione, costruzione, prova, marcatura e documentazione
- UNI EN 378-3:2017 Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali -  
Parte 3: Sito di installazione e protezione delle persone
- UNI EN 378-4:2017 Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali -  
Parte 4: Conduzione, manutenzione, riparazione e recupero

## Impianti frigoriferi: UNI EN 378

Rispetto alle edizioni precedenti le novità più rilevanti sono in particolar modo contenute **nella parte 1 in cui vengono definiti limiti alle quantità di refrigerante anche per i refrigeranti A2L.** E' la parte della normativa più significativa perché pone limiti progettuali che devono essere comunque rispettati per qualsiasi refrigerante, anche qualora quest'ultimo venga ammesso dai VVFF. Nella parte 1 sono state modificate

**La quantificazione della carica di refrigerante dipende da infiammabilità e tossicità del refrigerante.**

La parte 2 armonizza i contenuti con quanto previsto dalla Direttiva PED e dalla Direttiva Macchine.

La parte 3 ha visto l'introduzione della categoria A2L.

La parte 4 invece ha subito minime modifiche.

# Impianti frigoriferi: UNI EN 378

## La procedura definita dall'Appendice C della UNI EN 378-1:2017 è la seguente:

The following method shall be applied to determine the charge limit of a refrigerating system:

- a) determine the appropriate access category a, b or c according to Table 4 and location I, II, III, or IV according to 5.3 for the system;
- b) determine the toxicity class of the refrigerant used in the refrigerating system which will be A or B, being the first character in the safety class specified in Annex E. The toxicity limit equals ATEL/ODL values (see Annex E) or the practical limit (see Annex E) whichever is higher;
- c) determine the charge limit for the refrigerating system based on toxicity as the greater of:
  - 1) Charge limit from Table C.1;
  - 2)  $20 \text{ m}^3$  multiplied by the toxicity limit for sealed refrigerating systems;
  - 3) 150 g for sealed refrigerating system using toxicity class A refrigerant;
- d) determine the flammability class of the refrigerant used in the refrigerating system which will be 1, 2L, 2 or 3, being the characters following A or B in the safety class specified in Annex E. Determine the corresponding LFL according to Annex E;
- e) determine the charge limit for the refrigerating system based on flammability as the greater of:
  - 1) Charge limit from Table C.2;
  - 2)  $m_1 \times 1.5$  for sealed refrigerating systems using flammability class 2L;
  - 3)  $m_1$  for sealed refrigerating systems using flammability class 2 or 3;
  - 4) 150 g for sealed refrigerating systems;
- f) apply the lowest refrigerant charge obtained according to c) and e). For determination of charge limits for refrigerants of flammability class 1, e) is not applicable.

The charge limits in Table C.2 are capped to a limit based upon the LFL of the refrigerant. In case of flammability class 2 or 3 refrigerants, the basic cap factor is  $m_1$ ,  $m_2$  and  $m_3$ . For flammability class 2L refrigerants the basic cap factor is increased by a factor of 1.5 in recognition of the lower burning velocities of these refrigerants, which lead to a reduced probability and consequence of ignition.

The cap factors shown in Table C.2 are:

- $m_1 = 4 \text{ m}^3 \times \text{LFL}$
- $m_2 = 26 \text{ m}^3 \times \text{LFL}$
- $m_3 = 130 \text{ m}^3 \times \text{LFL}$

where LFL equals the lower flammable limit in  $\text{kg/m}^3$  according to Annex E.

NOTE The multiplier of 4, 26 and 130 are based on a charge of 150 g, 1 kg, and 5 kg respectively of R-290.

## Dati a confronto

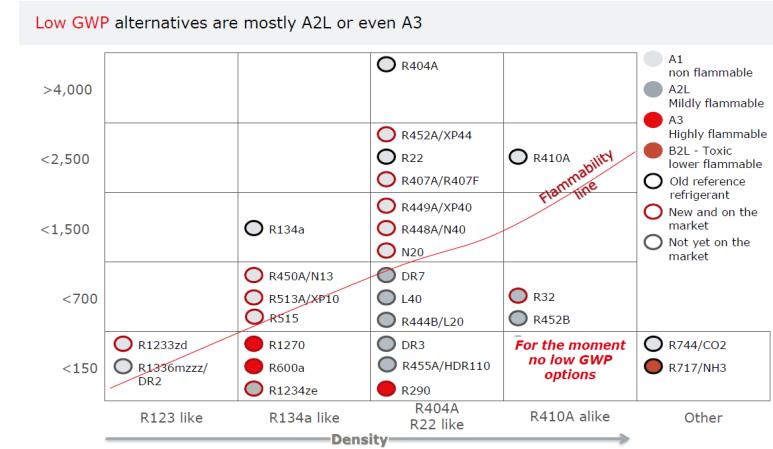
### R410a - R32

A parità di Potenza di raffrescamento:

CARICA INFERIORE (12%) → Possiamo quindi vendere fino al QUADRUPLO di macchine

EFFICIENZA SUPERIORE (8-10%)

DIMENSIONI RIDOTTE (10%)



INFIAMMABILITÀ SUPERIORE - EN378 (Vigili del Fuoco):

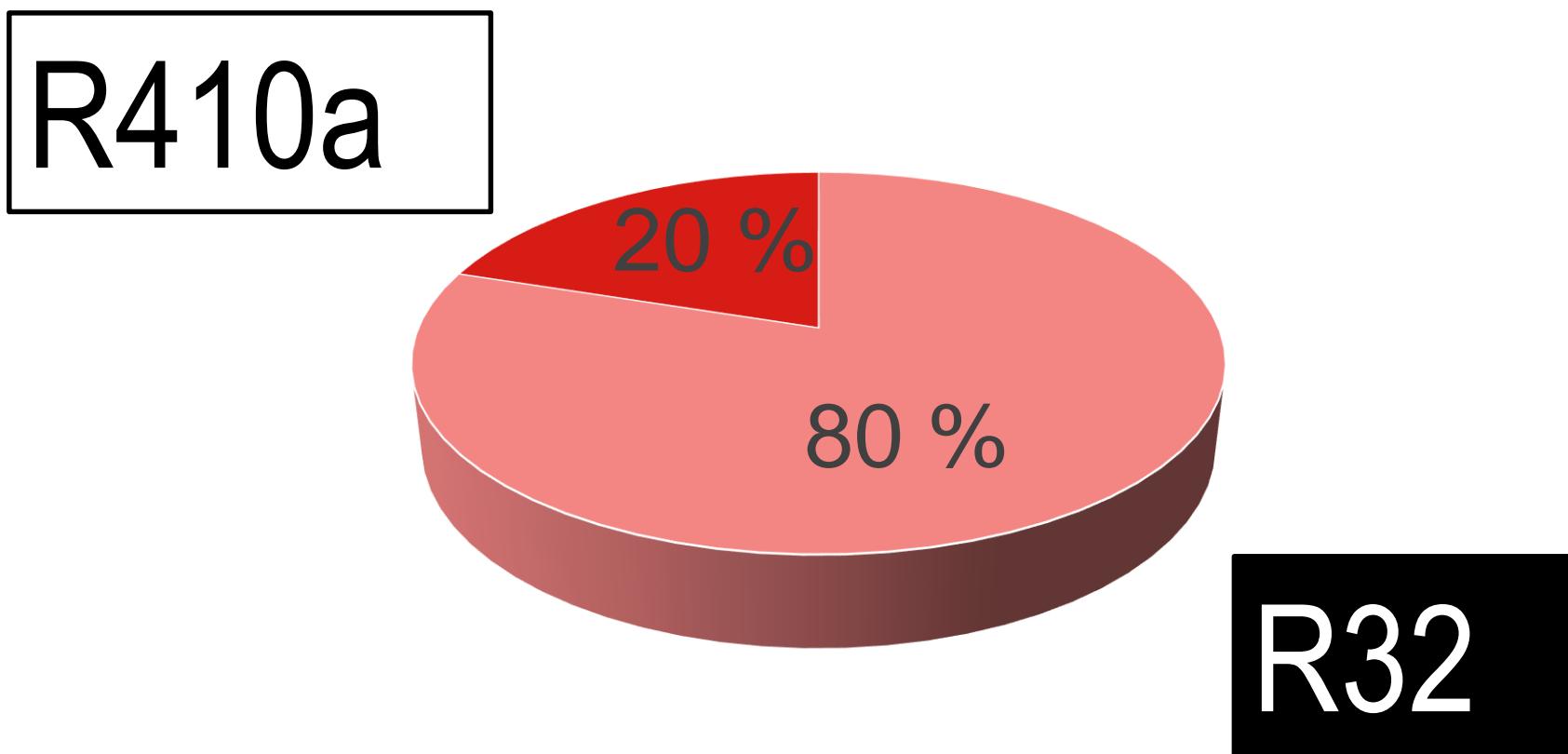
R410a →  $0,44 \text{ kg/m}^3 \times V \text{ m}^3 >$  Carica refrigerante sistema (kg) +20 %

R32 →  $0,307 \text{ kg/m}^3 \times V \text{ m}^3 >$  Carica refrigerante sistema (kg)

## Climatizzazione residenziale / 9

Scenario 2018/2020

---



## Impianti frigoriferi: VVFF

A prescindere dalla norma non va dimenticato per i refrigeranti A2L o A2 o A3 quanto prescrivono i VVFF che ad oggi in Italia costituisce un freno importante all'uso della tecnologia ad espansione diretta anche ad esempio in locali che non ospitano attività soggette.

Chiaramente la legislazione dovrà essere aggiornata per allinearsi all'evoluzione tecnologica.

**Un primo passo è la pubblicazione delle nuove Regole Tecniche Verticali (RTV) per le attività commerciali (con superficie superiore a 400 m<sup>2</sup>), approvate con D.M. 23 novembre 2018, che al punto V.8.5.10 ammettono refrigeranti anche di classe A2L oltre che A1 per la prima volta.**

# Forme di incentivazione

Le forme di incentivazione disponibili per le pompe di calore sono le seguenti:

- Detrazioni fiscali (eco-bonus)
- Certificati bianchi
- Conto energia termico
- Industria 4.0

---

# CONTO ENERGIA TERMICO

---

## Conto energia termico: natura dell'incentivo

### Conto Energia Termico – D.M. 16 febbraio 2016

- si tratta di un incentivo monetario erogato a seconda dell'intervento in 1 (solo se il totale è inferiore o pari a 5000 € complessivi negli anni di applicazione o in casi particolari per la PA) o 2 o 5 anni.
- Valore dell'incentivo in percentuale (per interventi riservati alla PA) con tetto massimo oppure calcolati con algoritmo predeterminato per altri interventi
- Obbligo di contatori di energia termica al di sopra di certe potenze termiche

---

## Conto energia termico: soggetti

### Conto Energia Termico:

- Soggetti Ammessi: disponibilità dell'immobile e sono beneficiari dell'intervento
- Soggetti Responsabili: soggetto che ha sostenuto le spese per l'esecuzione degli interventi de che ha diritto all'incentivo e stipula il contratto con il GSE per mezzo della scheda-contratto. Può essere una ESCO quindi

## Conto energia termico: beneficiari

Posso accedere agli incentivi i seguenti soggetti:

**1. Amministrazioni pubbliche** (per tutte le tipologie di intervento, compresi quelle sull'involucro edilizio) amministrazioni pubbliche: tutte le amministrazioni di cui all'art. 1, comma 2 del decreto legislativo 30 marzo 2001, n. 165, compresi gli ex Istituti autonomi case popolari comunque denominati e trasformati dalle regioni, quindi:

*tutte le amministrazioni dello Stato, ivi compresi gli istituti e scuole di ogni ordine e grado e le istituzioni educative, le aziende ed amministrazioni dello Stato ad ordinamento autonomo, le Regioni, le Province, i Comuni, le Comunità montane, e loro consorzi e associazioni, le istituzioni universitarie, gli Istituti autonomi case popolari, le Camere di commercio, industria, artigianato e agricoltura e loro associazioni, tutti gli enti pubblici non economici nazionali, regionali e locali, le amministrazioni, le aziende e gli enti del Servizio sanitario nazionale*

## Conto energia termico: beneficiari

---

Posso accedere agli incentivi i seguenti soggetti:

- **Amministrazioni pubbliche:** sono ricomprese anche le cooperative di abitanti iscritte all'Albo nazionale delle società cooperative edilizie di abitazione e dei loro consorzi costituito presso il Ministero dello sviluppo economico in base all'articolo 13 della legge 31 gennaio 1992, n. 59.
- Ai fini del presente decreto sono inoltre ricomprese le società a patrimonio interamente pubblico, costituite ai sensi dell'articolo 113, comma 13, del decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 267, così come modificato dalla legge 24 novembre 2003, n. 326,
- nonché le società cooperative sociali costituite ai sensi dell'articolo 1, della legge 8 novembre 1991, n. 381 e successive modificazioni e iscritte nei rispettivi albi regionali di cui all'articolo 9, comma 1 della medesima disposizione;

## Conto energia termico: beneficiari

---

Posso accedere agli incentivi i seguenti soggetti:

2. **Soggetti privati:** persone fisiche, condomini e soggetti titolari di reddito di impresa o di reddito agrario (solo per interventi su rinnovabili termiche)

Sia i soggetti pubblici sia quelli privati possono avvalersi di del finanziamento tramite terzi o di un contratto di rendimento energetico ovvero di un servizio energia, anche tramite l'intervento di una ESCO per l'accesso agli incentivi

Su questo tema in particolare per la PA molte sono le novità introdotte.

# Conto energia termico: interventi

## ▪ **Interventi riservati alle Amministrazioni Pubbliche**

- a) isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato;
- b) sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato;
- c) sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzanti generatori di calore a condensazione;
- d) installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento di chiusure trasparenti con esposizione da Est-sud-est a Ovest, fissi o mobili, non trasportabili;
- e) trasformazione degli edifici esistenti in “edifici a energia quasi zero”;
- f) sostituzione di sistemi per l’illuminazione d’interni e delle pertinenze esterne degli edifici esistenti con sistemi efficienti di illuminazione;
- g) installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico (*building automation*) degli impianti termici ed elettrici degli edifici, ivi compresa l’installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore.

# Conto energia termico: interventi

## ▪ Interventi per soggetti privati e Amministrazioni Pubbliche

- a) sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale, anche combinati per la produzione di acqua calda sanitaria, dotati di pompe di calore, elettriche o a gas, utilizzanti energia aerotermica, geotermica o idrotermica
- b) sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti o di riscaldamento delle serre e dei fabbricati rurali esistenti con impianti di climatizzazione invernale dotati di generatore di calore alimentato da biomassa
- c) installazione di impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria e/o ad integrazione dell'impianto di climatizzazione invernale, anche abbinati a sistemi di *solar cooling*, per la produzione di energia termica per processi produttivi o immissione in reti di teleriscaldamento e teleraffreddamento
- d) sostituzione di scaldacqua elettrici con scaldacqua a pompa di calore;
- e) sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con sistemi ibridi a pompa di calore.

# Modalità di presentazione per le PA

- **Richiesta a consuntivo – accesso diretto:** entro 60 giorni dalla data di conclusione dei lavori, data che non può superare i 90 giorni dall'effettuazione dell'ultimo pagamento escluse le fatture per prestazioni professionali per APE e diagnosi (o 60 giorni dall'aggiornamento della scheda domanda da parte del GSE)
- In caso di accesso diretto è possibile richiedere unica rata anche sopra a 5000 € (anche per ESCO)
- **Richiesta preventivo – prenotazione:** per le PA è possibile chiedere preventivamente l'incentivo rispettando determinate condizioni; il 50% delle risorse destinate alla PA è relativo a richieste preventive

# Conto termico 2.0

Sono stati adeguati gli importi dell'incentivazione assegnata alle pompe di calore (interventi di SOSTITUZIONE di impianti di climatizzazione esistenti)

$$I_{a\ tot} = E_i \cdot C_i$$

$$E_i = Q_u \cdot \left[ 1 - \frac{1}{COP} \right]$$

$$Q_u = P_n \cdot Q_{uf}$$

Zona climatica	$Q_{uf}$
A	600
B	850
C	1100
D	1400
E	1700
F	1800

# Conto termico 2.0

Tabella 7 – Coefficienti di valorizzazione dell’energia termica prodotta da pompe di calore elettriche.

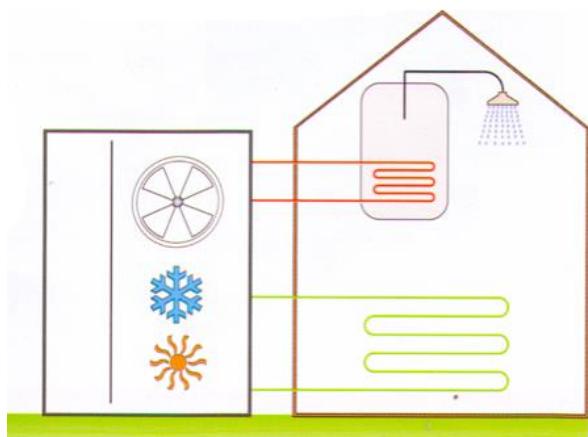
Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	COP minimo	Denominazione commerciale	Potenza termica utile Pn	Coefficiente Ci
aria/aria	3,9	split/multisplit	$\leq 35 \text{ kW}_t$	0,060
			$> 35 \text{ kW}_t$	0,045
	4,1	VRF/VRV	$\leq 35 \text{ kW}_t$	0,120
			$> 35 \text{ kW}_t$	0,045
aria/acqua	4,1	aria/acqua	$\leq 35 \text{ kW}_t$	0,110
	3,8		$> 35 \text{ kW}_t$	0,045
salamoia/aria	4,3	Geotermiche suolo/aria a circuito chiuso e sviluppo verticale	$\leq 35 \text{ kW}_t$	0,200
			$35 \text{ kW}_t > Pn \leq 1 \text{ MW}_t$	0,075
			$> 1 \text{ MW}_t$	0,050
	4,3	Geotermiche suolo/aria a circuito chiuso e sviluppo orizzontale	$\leq 35 \text{ kW}_t$	0,175
			$> 35 \text{ kW}_t$	0,055
	4,3	Geotermiche suolo/aria con scambio a circuito aperto	$\leq 35 \text{ kW}_t$	0,160
			$35 \text{ kW}_t > Pn \leq 1 \text{ MW}_t$	0,055
			$> 1 \text{ MW}_t$	0,045

# DM 16/02/2016: Conto Termico 2.0

**Nuovo conto termico: accesso semplificato agli incentivi e inclusione impianti a potenza maggiore. 900 milioni a disposizione**

Incentivo più generoso:  
es. pompe di calore aria-acqua

Esempio Zone climatiche:	
Palermo	B
Napoli	C
Roma	D
Milano	E



<b>PDC FINO A 35 KW</b>		
Pn=	10,00	kW
Quf=	1.700,00	h/anno (zona E) <b>TABELLA 6</b>
Qu=	17.000,00	kWh
COP =	4,10	
Ei=	12.853,66	kWht prodotti
Ci=	0,1100	€/kWt <b>TABELLA 7</b>
Iatot =	1.413,90	
N° RATE =	2,00	
<b>INCENTIVO=</b>	<b>2.827,80</b>	1.414,00 € (vecchio CT)

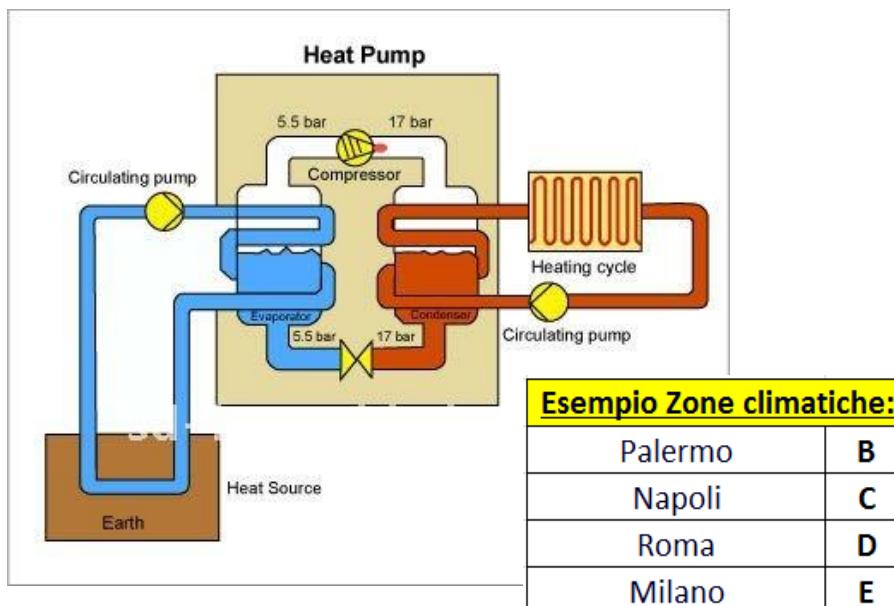
<b>PDC FINO A 35 KW</b>		
Pn=	24,00	kW
Quf=	1.700,00	h/anno (zona E) <b>TABELLA 6</b>
Qu=	40.800,00	kWh
COP =	4,10	
Ei=	30.848,78	kWht prodotti
Ci=	0,1100	€/kWt <b>TABELLA 7</b>
Iatot =	3.393,37	
N° RATE =	2,00	
<b>INCENTIVO=</b>	<b>6.786,73</b>	3.393,00 € (vecchio CT)

# DM 16/02/2016: Conto Termico 2.0

**Nuovo conto termico: accesso semplificato agli incentivi e inclusione impianti a potenza maggiore. 900 milioni a disposizione**

Incentivo più generoso:  
es. salamoia/acqua

**Geotermiche suolo/acqua a circuito chiuso e sviluppo verticale**



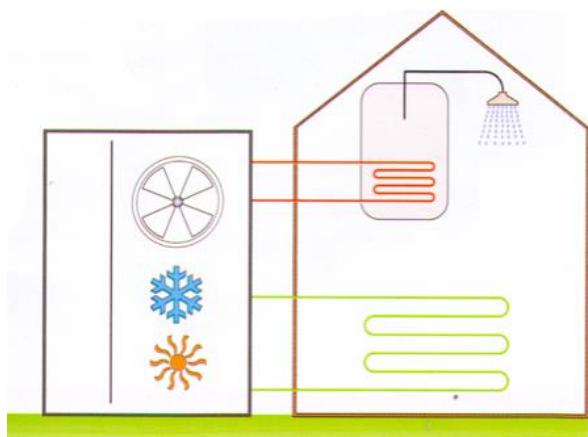
<b>PDC FINO A 35 KW</b>			
Pn=	10,00	kW	
Quf=	1.700,00	h/anno	(zona E) <b>TABELLA 6</b>
Qu=	17.000,00	kWh	
COP =	4,30		
Ei=	13.046,51	kWht prodotti	
Ci=	0,2000	€/kWt	<b>TABELLA 7</b>
Iatot =	2.609,30		
N° RATE =	2,00		
<b>INCENTIVO=</b>	<b>5.218,60</b>		1.879,00 € (vecchio CT)
Pn=	24,00	kW	
Quf=	1.700,00	h/anno	(zona E) <b>TABELLA 6</b>
Qu=	40.800,00	kWh	
COP =	4,30		
Ei=	31.311,63	kWht prodotti	
Ci=	0,2000	€/kWt	<b>TABELLA 7</b>
<b>Iatot =</b>	<b>6.262,33</b>		
N° RATE =	2,00		
<b>INCENTIVO=</b>	<b>12.524,65</b>		4.508,00 € (vecchio CT)

# DM 16/02/2016: Conto Termico 2.0

**Nuovo conto termico: accesso semplificato agli incentivi e inclusione impianti a potenza maggiore. 900 milioni a disposizione**

Incentivo più generoso:  
es. pompe di calore aria-acqua

<b>Esempio Zone climatiche:</b>	
Palermo	B
Napoli	C
Roma	D
Milano	E



<b>PDC OLTRE 35 KW</b>		
Pn=	50,00	kW
Quf=	1.700,00	h/anno (zona E) <b>TABELLA 6</b>
Qu=	85.000,00	kWh
COP =	4,10	
Ei=	64.268,29	kWht prodotti
Ci=	0,0450	€/kWt <b>TABELLA 7</b>
Iatot =	2.892,07	
N° RATE =	5,00	
<b>INCENTIVO=</b>	<b>14.460,37</b>	5.784,00 € (vecchio CT)

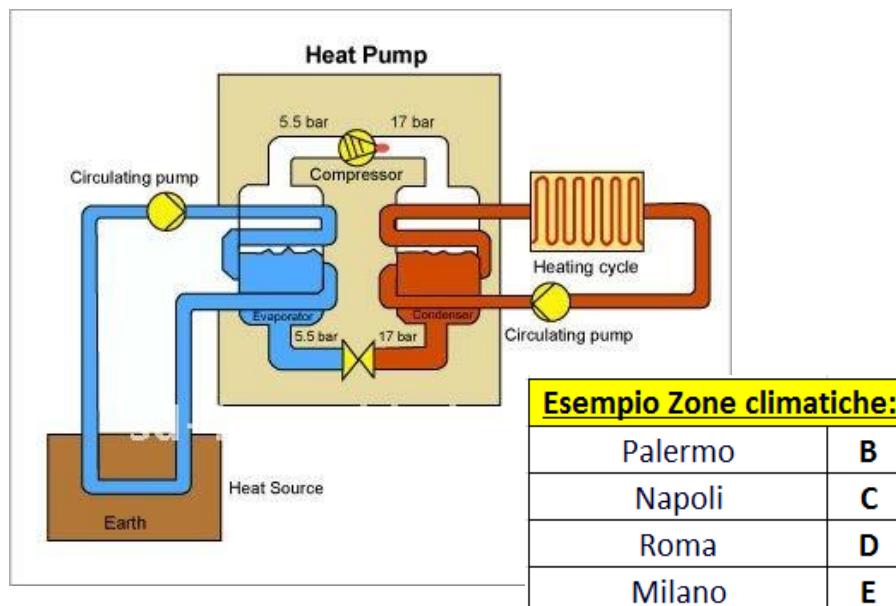
<b>PDC OLTRE 35 KW</b>		
Pn=	200,00	kW
Quf=	1.700,00	h/anno (zona E) <b>TABELLA 6</b>
Qu=	340.000,00	kWh
COP =	4,10	
Ei=	257.073,17	kWht prodotti
Ci=	0,0450	€/kWt <b>TABELLA 7</b>
Iatot =	11.568,29	
N° RATE =	5,00	
<b>INCENTIVO=</b>	<b>57.841,46</b>	23.137,00 € (vecchio CT)

# DM 16/02/2016: Conto Termico 2.0

**Nuovo conto termico: accesso semplificato agli incentivi e inclusione impianti a potenza maggiore. 900 milioni a disposizione**

Incentivo più generoso:  
es. salamoia/acqua

**Geotermiche suolo/acqua a circuito chiuso e sviluppo verticale**



<b>35 kW &lt; PDC Potenza termica &lt; 1 MW</b>		
Pn=	50,00	kW
Quf=	1.700,00	h/anno (zona E) <b>TABELLA 6</b>
Qu=	85.000,00	kWh
COP =	4,30	
Ei=	65.232,56	kWht prodotti
Ci=	0,0750	€/kWt <b>TABELLA 7</b>
Iatot =	4.892,44	
N° RATE =	5,00	
<b>INCENTIVO=</b>	<b>24.462,21</b>	7.830,00 € (vecchio CT)

<b>35 kW &lt; PDC Potenza termica &lt; 1 MW</b>		
Pn=	200,00	kW
Quf=	1.700,00	h/anno (zona E) <b>TABELLA 6</b>
Qu=	340.000,00	kWh
COP =	4,30	
Ei=	260.930,23	kWht prodotti
Ci=	0,0750	€/kWt <b>TABELLA 7</b>
Iatot =	19.569,77	
N° RATE =	5,00	
<b>INCENTIVO=</b>	<b>97.848,84</b>	31.312,00 € (vecchio CT)

# Criticità

- **Si tratta di un incentivo per la sostituzione di impianti di climatizzazione esistente:**
  - Deve sempre essere comprovata la sostituzione di un generatore; non può restare caldaia di back-up (salvo siano più di uno dei generatori)
  - Potenza termica installata deve essere pari alla preesistente (max variazione in incremento del 10%)
  - E' necessario se necessario prevedere la modifica dell'impianto termico (es. introduzione separazione primario/secondario)

# opportunità

- L'incentivo calcolato non deve eccedere il 65% dell'investimento realizzato (totale spese ammissibili)
  - Se la potenza elevata può essere che il contributo in conto termico superi il 65% delle spese: valutare in quel caso la possibilità di realizzare altri interventi funzionali in centrale termica per sfruttare appieno l'incentivo

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE!!**