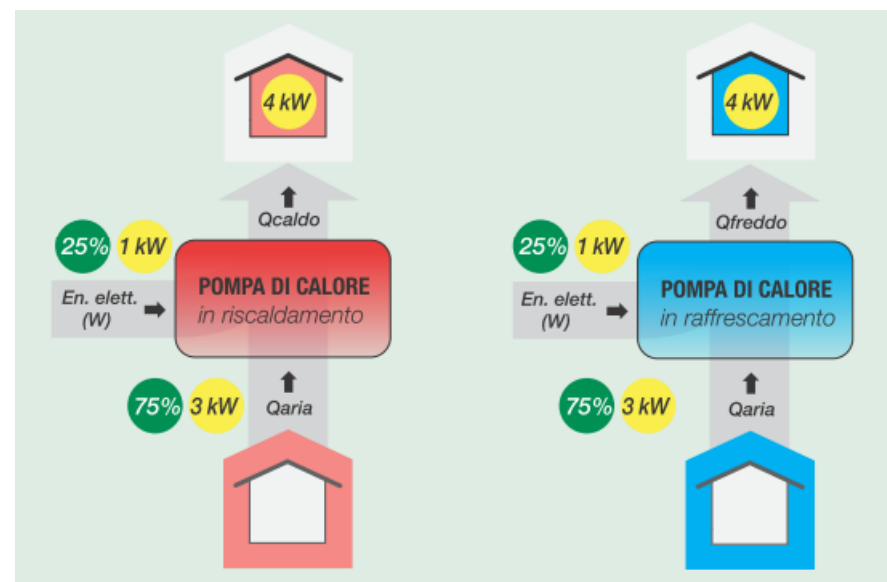
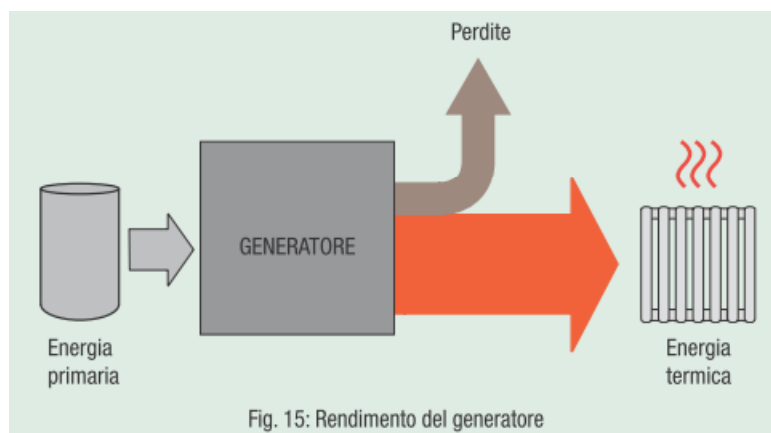


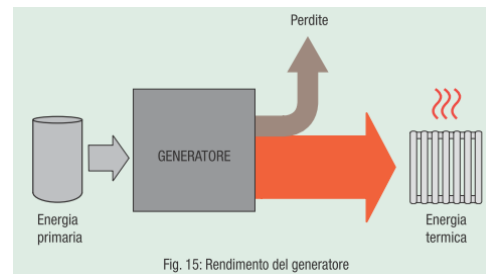
**Progetto Impianto CDZ
con Pompa di Calore tipo VRF**

- Principi di funzionamento
- Richiami di Termodinamica
- Schemi di Impianto
- Modelli di Progettazione
- Strumenti di Calcolo

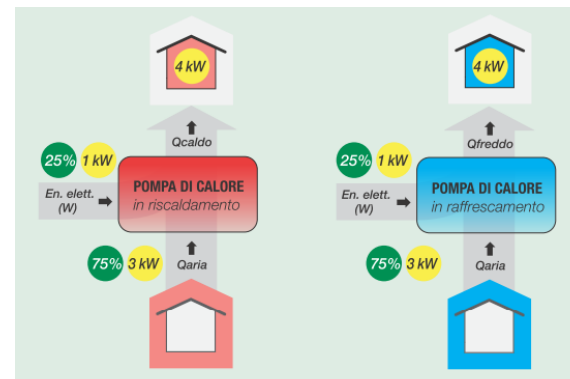
Produzione dell'Energia



Produzione dell'Energia



$$\eta = Q_A / G_{Nmc} \cdot 8600$$



COP

EER

COP → Coefficient of Performance

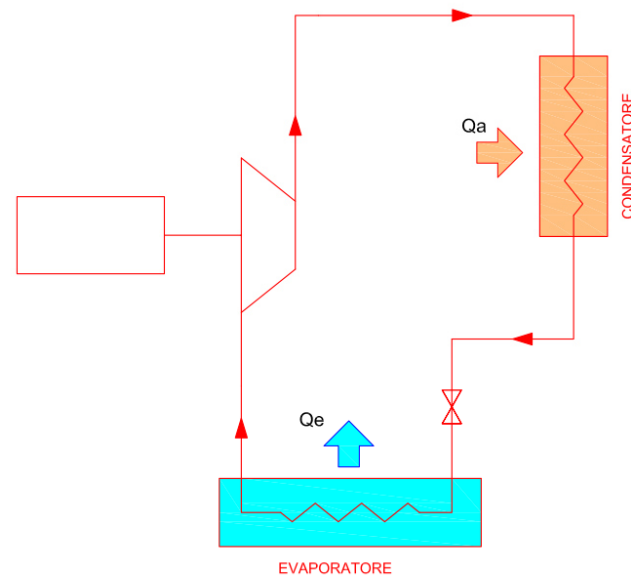
EER → Energy Efficiency Ratio

Resa PdC = Effetto utile / Lavoro compressore

COP = Effetto utile (Q_a) / Lavoro compressore (L_c)

EER = Effetto Utile (Q_e) / Lavoro compressore (L_c)

Schema Funzionale Pdc



$$\text{COP} = Q_a / N_{\text{kw}} \cdot 860$$

$$Q_a = \text{Kcal}$$

$$N_c = \text{kW}$$

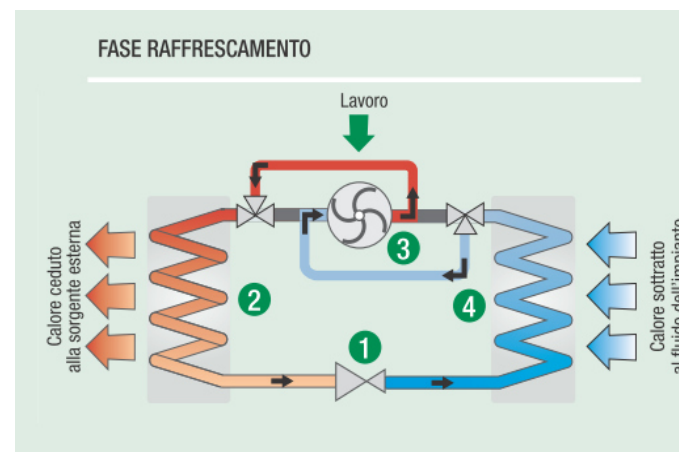
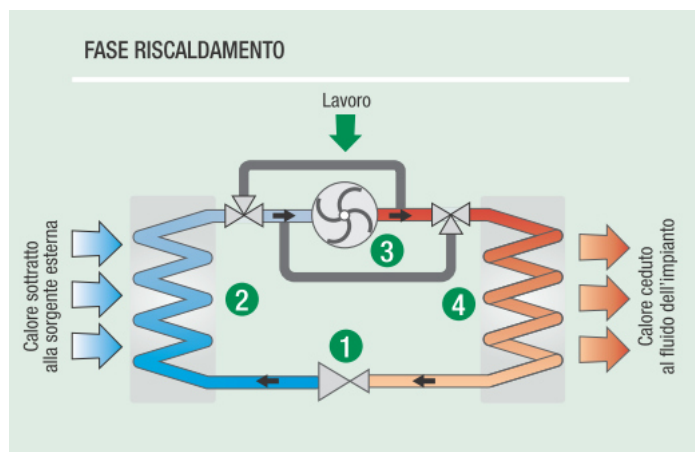
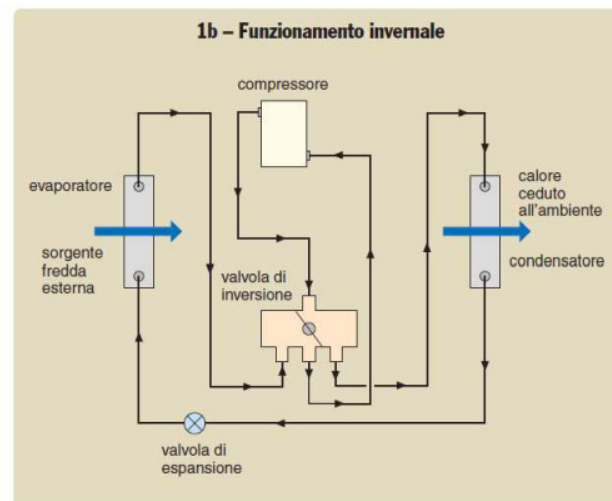
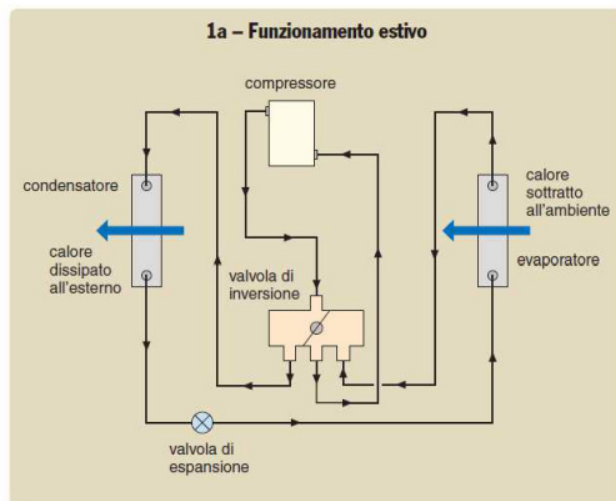
$$Q_a = Q_e + N_{\text{kw}} \cdot 860$$

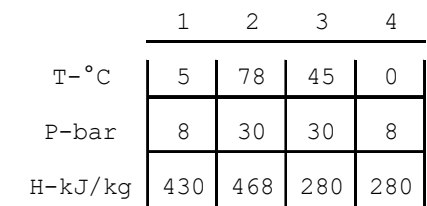
$$\text{kWh} = 860 \text{ Kcal}$$

- a) Se la potenza assorbita dal compressore venisse utilizzata per riscaldamento con effetto JOULE, in 1 ora si otterrebbero $\rightarrow N_c \cdot 860 \text{ Kcal}$
- b) L'impiego di una Pdc con stessa potenza in 1 ora produrrebbe $\rightarrow \text{COP} \cdot N_c \cdot 860 \text{ kCal}$

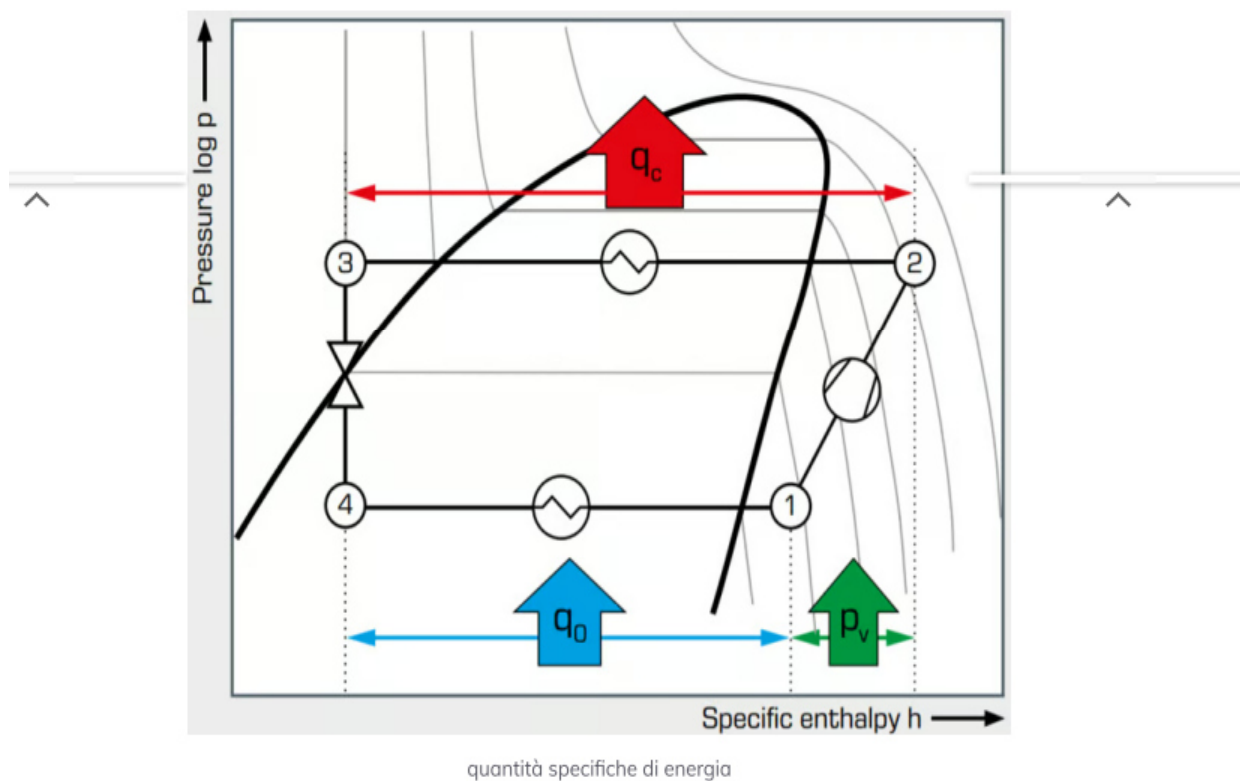
$$b = 3 \div 4 \text{ a}$$

Pdc Ciclo reversibile




$$H1-H2 = 38 \text{ KJ/kg}$$
$$H1-H4 = 150 \text{ kJ/kg}$$
$$H2-H3 = 188 \text{ KJ/kg}$$
$$EER = Q_e / N_c \quad 3,95$$

Pdc Ciclo reversibile



	1	2	3	4
T-°C	5	78	45	0
P-bar	8	30	30	8
H-kJ/kg	430	468	280	280

Lavoro compressore Nc

$$H1-H2 = 38 \text{ KJ/kg}$$

Calore da Esterno Qe

$$H1-H4 = 150 \text{ kJ/kg}$$

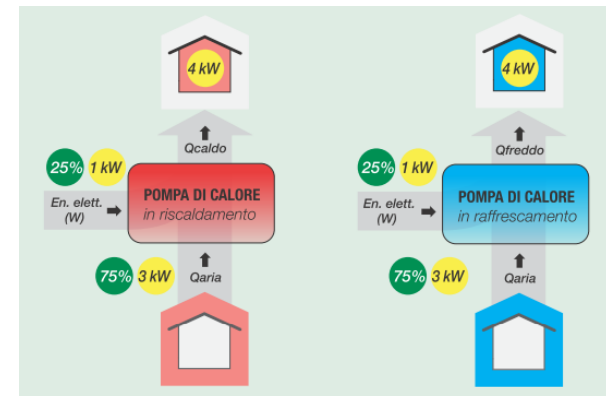
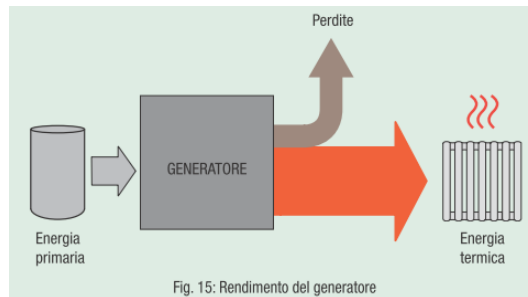
Calore in Ambiente Qa

$$H2-H3 = 188 \text{ KJ/kg}$$

$$\text{COP} = Qa/Nc \quad 4,95$$

$$\text{EER} = Qe/Nc \quad 3,95$$

Produzione dell'Energia Impianto VRF



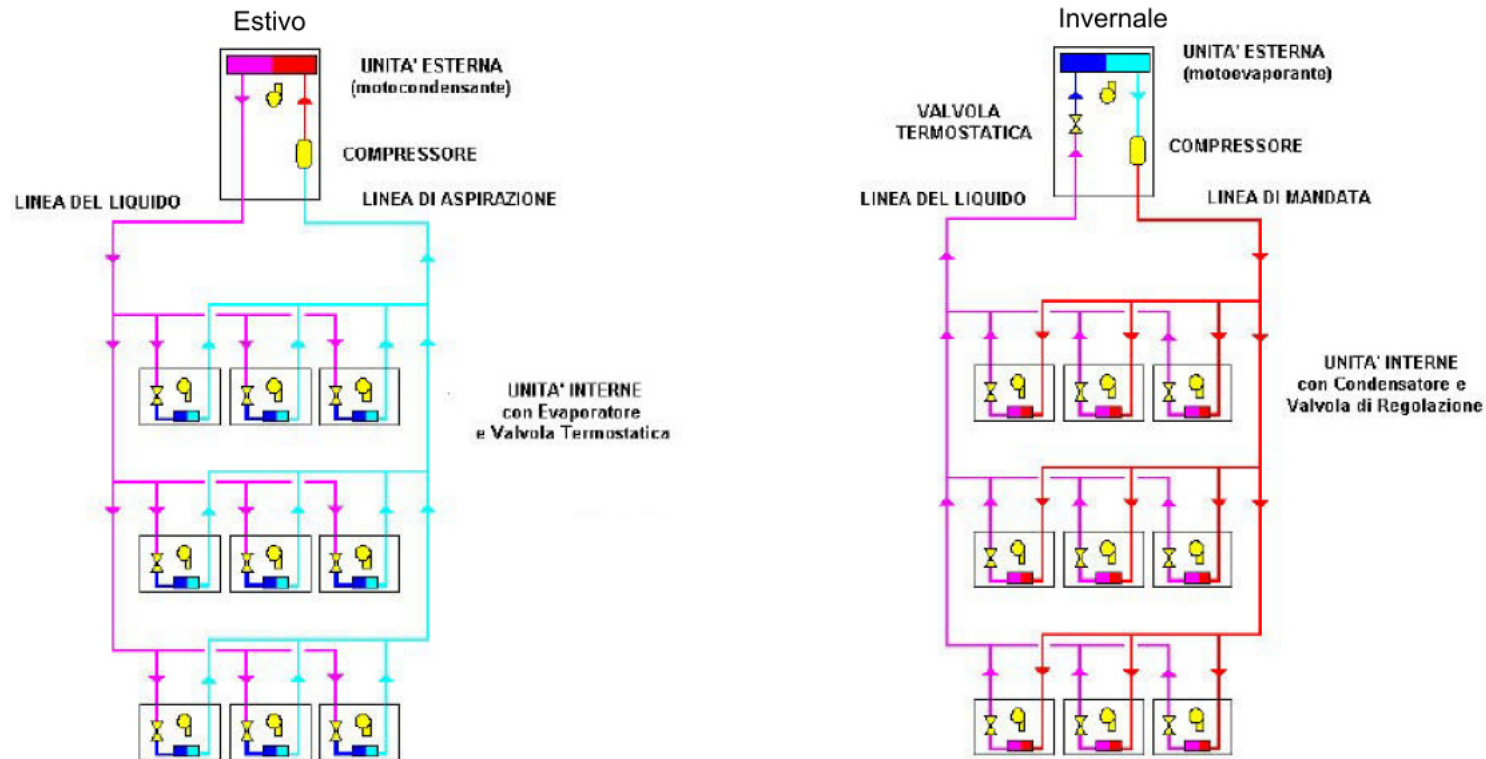
Potenza Generatore $\sim$ Fabbisogno Termico

$P_{cald} \sim$ Dispersioni Edificio

Potenza Generatore $>$ Fabbisogno Termico

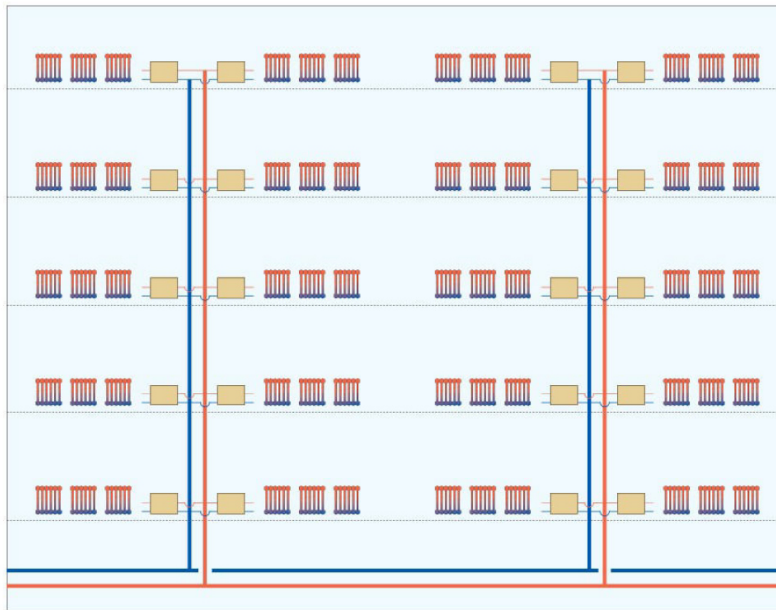
$P_{pdc} >$ Dispersioni Edificio

Le Linee Frigorifere



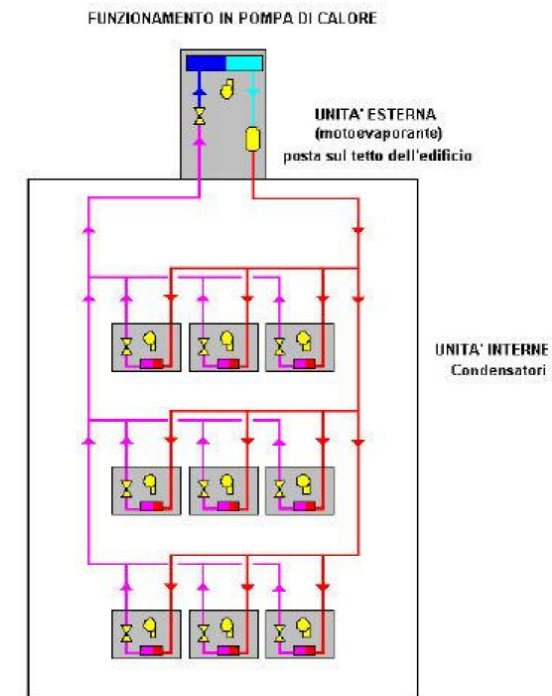
Nel funzionamento ESTIVO le unità interne funzionano da evaporatori e le rispettive valvole lavorano come termostatiche, il refrigerante in fase vapore a bassa T va dagli evaporatori al compressore. Nella stagione INVERNALE il ciclo si inverte e le unità interne funzionano da condensatori, la linea del liquido rimane la stessa ma viene percorsa in direzione inversa. Anche la linea di mandata in aspirazione è la stessa ma viene percorsa in direzione inversa dal vapore surriscaldato, meno denso e viscoso e con PdC inferiori. Di massima le linee del liquido hanno una PdC di circa la metà di quelle del refrigerante in fase gassosa (Aspirazione).

Prestazioni di rete



Prestazioni del Generatore:

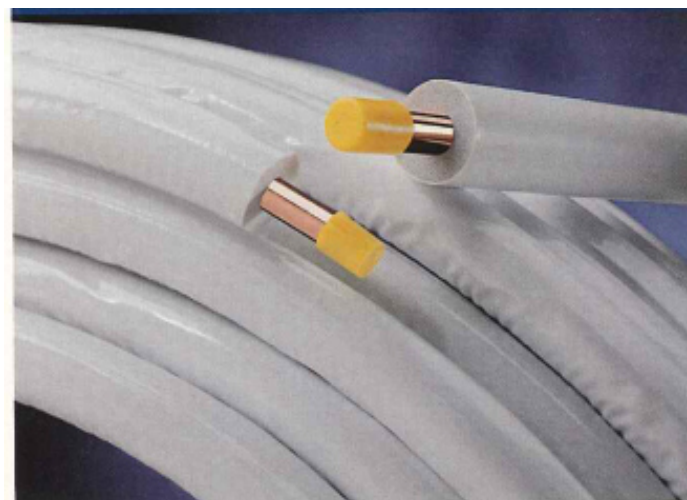
- Indipendente dal Circuito Idraulico
- Scelta libera x portata e prevalenza delle pompe
- Scelta libera x diametro e lunghezza dei circuiti



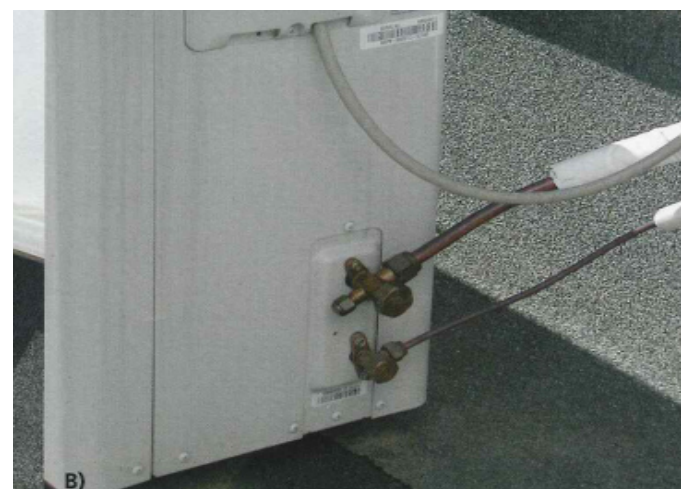
Prestazioni della PdC:

- Dipendente dal Circuito Idraulico
- Spinta del compressore prestabilita
- Obbligati x diametro e lunghezza dei circuiti

Prestazioni di rete

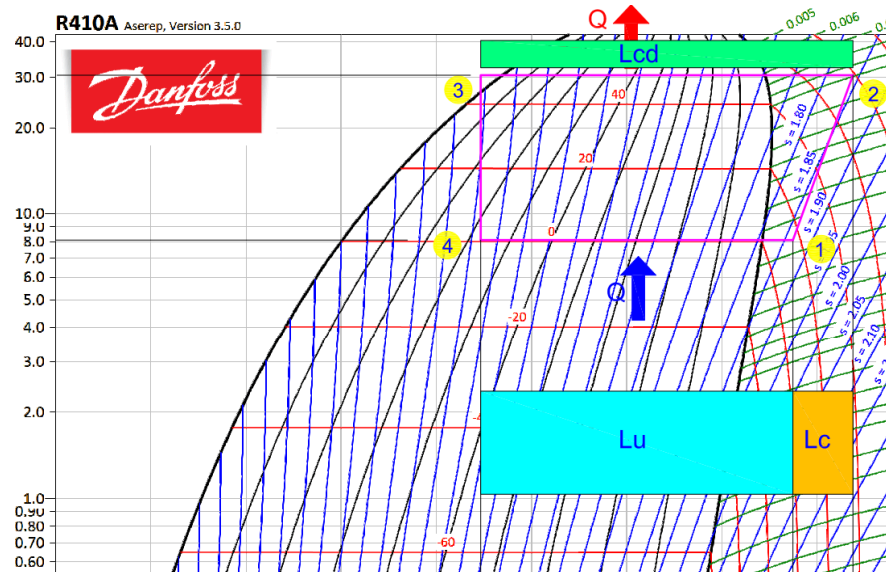


Le tubazioni nei sistemi VRF sono due: una per il vapore, una per il liquido. Esse hanno diametri diversi con il vapore di diametro maggiore rispetto al liquido. Il dimensionamento andrà sempre effettuato per il funzionamento estivo, poiché nel funzionamento invernale il transito del vapore ad alta temperatura provoca perdite di carico (PdC) molto inferiori rispetto a quelle del funzionamento estivo.

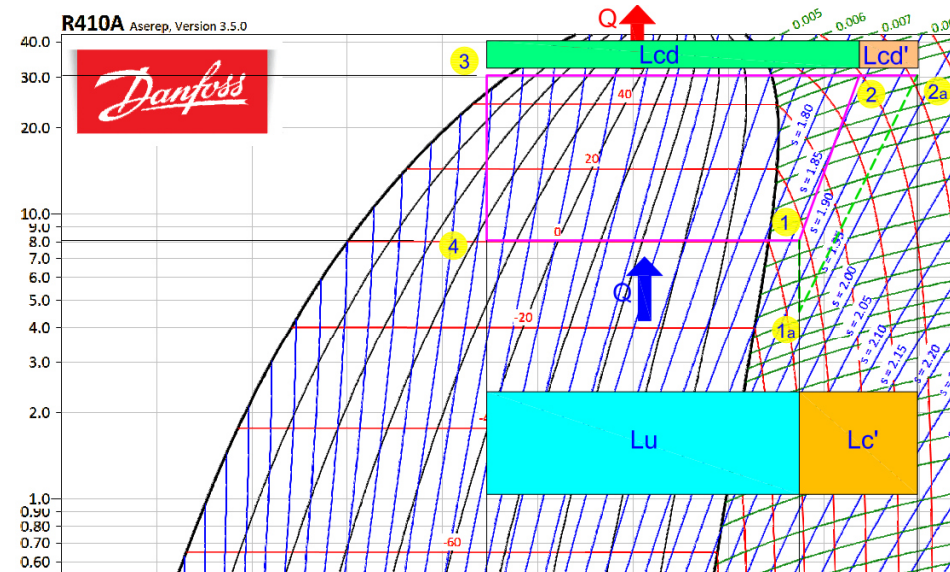


Prestazioni di rete

A



B

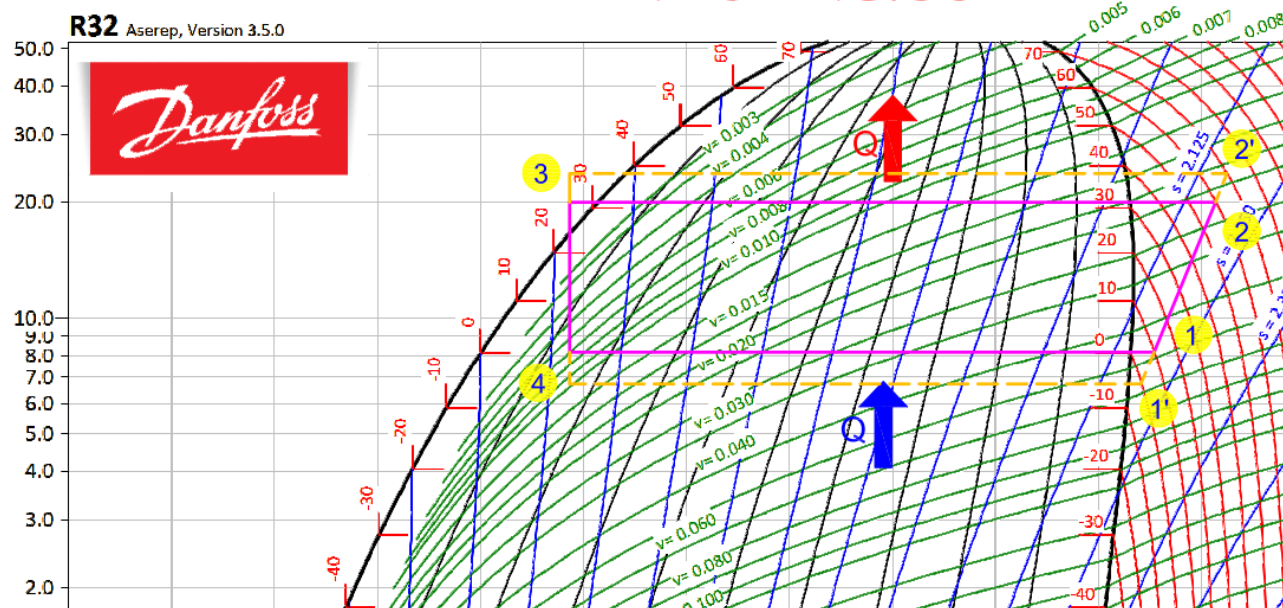


$EER = \text{Effetto Utile} / \text{Lavoro Compressore (Lc)} \rightarrow A) (H1-H4)/(H2-H1) \quad B) (H1-H4)/(H2a-H1a) \quad EER(B) < EER(A)$

Va inoltre considerata un'ulteriore diminuzione di EER dovuta alla diminuzione del rendimento del compressore DIMINUISCE per l'aumento del rapporto di compressione

Effetto delle Temperature

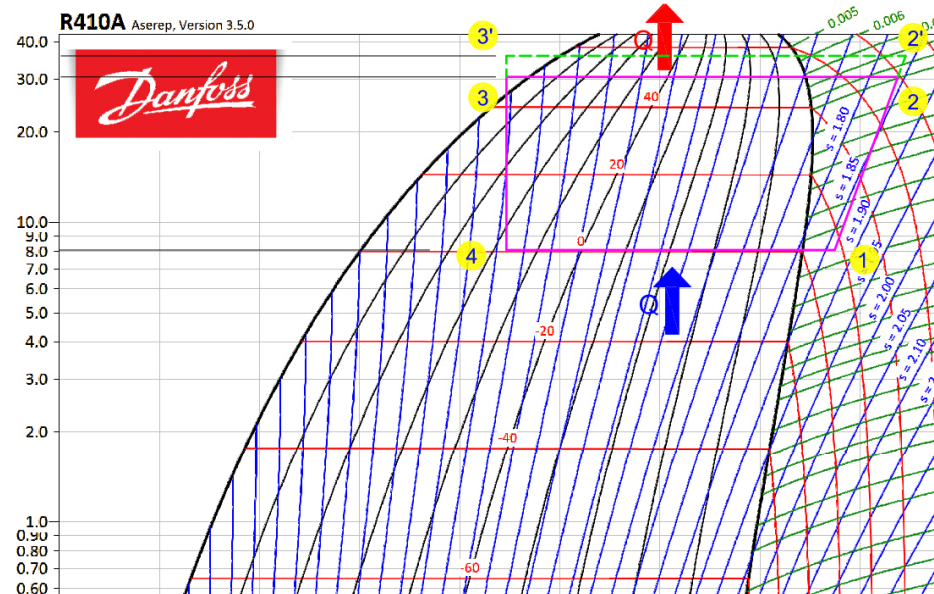
HVAC-ENG.COM



Aumento Temperatura Esterna → da 2 a 2' Aumento Lc e diminuzione EER

Diminuzione Temperatura Interna → da 1 a 1' Aumento Lc e diminuzione EER

Effetto dei Dislivelli

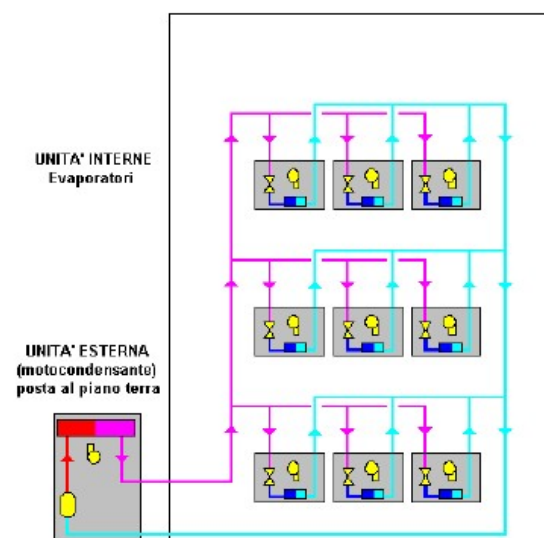
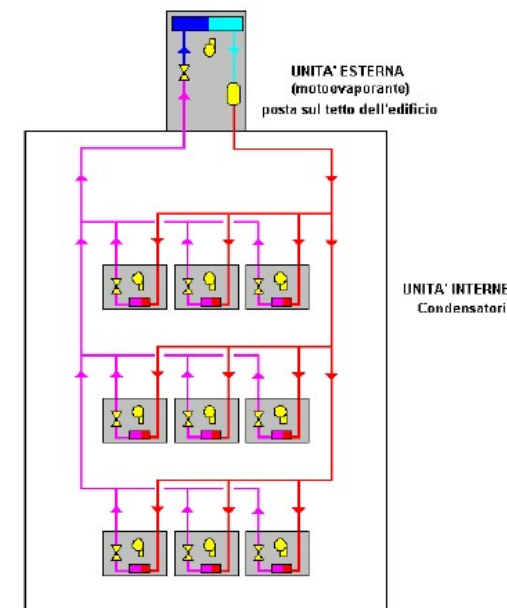


Unità Esterna al di SOPRA delle interne

Nel funzionamento estivo il battente negativo compensa le perdite di pressione

Unità Esterna al di SOTTO delle interne

Il compressore deve vincere il dislivello con conseguente aumento della pressione di condensazione (diminuzione di EER)



Metodi per il dimensionamento della rete

La scelta delle coppie di diametri, gas refrigerante e liquido, sarà il giusto compromesso tra i costi iniziali, che crescono all'aumentare del diametro dei tubi, e i costi di esercizio che invece diminuiscono al crescere del diametro delle linee gas e liquido, poichè diminuiscono le perdite di carico. Inoltre la rete dovrà garantire, durante il funzionamento in esercizio le seguenti condizioni operative:

- Garantire il ritorno dell'olio al compressore
- Assicurare la giusta alimentazione dell'evaporatore
- Evitare che liquido entri nel compressore sia durante l'attività sia durante le soste
- Garantire linee pulite e asciutte
- Garantire le corrette portate di fluido agli elementi terminali

Le velocità consigliate per il dimensionamento ottimale dei condotti del refrigerante, sono di seguito riportate

Linee	Velocità del refrigerante [m s^{-1}]
Linee di aspirazione	4.5 - 20
Linee di mandata	10 - 18
Linee del liquido	< 1.5

Modelli per il dimensionamento della rete

Le perdite di carico nei condotti di aspirazione e mandata riducono l'efficienza del sistema perché, al diminuire della pressione di saturazione, anche la temperatura di saturazione diminuisce. Pertanto le linee di aspirazione e mandata sono normalmente dimensionate per avere una perdita di carico, tradotta in termini di variazione di temperatura di saturazione, non superiore a circa 1°K , mentre le linee del liquido sono dimensionate in funzione sia della capacità del sistema che del tipo di refrigerante e del materiale dei tubi. Stabilendo una variazione di temperatura per unità di lunghezza pari a $0,02^{\circ}\text{K/m}$, o per una velocità di 0.5 m/s , ASHRAE Handbook (2006) riporta per tutti i tipi di refrigeranti la correlazione tra il diametro della tubazione, capacità frigorifera delle linee di aspirazione, mandata e liquido nonché le perdite di carico delle giunzioni in termini di lunghezza equivalente. Il dimensionamento delle linee di tubazioni, parte dai dati delle tabelle di correlazione, che permettono di determinare il diametro nominale raccomandato in funzione della potenza frigorifera e per il refrigerante considerato (40°C di temperatura di condensazione). Successivamente, si calcola la lunghezza totale equivalente data dalla somma della lunghezza dei condotti e delle lunghezze equivalenti dei raccordi e pezzi speciali, che possono essere ottenuti dalle tabelle seguenti

Modelli per il dimensionamento della rete

Table 4 - Equivalent Length for Fittings (feet)⁷

Nominal Dia.	Smooth Elbows						Smooth Bend Tee Connections			
	90° Std	90° Long Radius	90° Street	45° Std	45° Street	180° Std	Tee Branch Flow	Straight Through Flow		
								No Reduction	Reduced 25%	Reduced 50%
1/2	1.4	0.9	2.3	0.7	1.1	2.3	2.7	0.9	1.2	1.4
5/8	1.6	1.0	2.5	0.8	1.3	2.5	3.0	1.0	1.4	1.6
7/8	2.0	1.4	3.2	0.9	1.6	3.2	4.0	1.4	1.9	2.0
1 1/8	2.6	1.7	4.1	1.3	2.1	4.1	5.0	1.7	2.2	2.6
1 3/8	3.3	2.3	5.6	1.7	3.0	5.6	7.0	2.3	3.1	3.3
1 5/8	4.0	2.6	6.3	2.1	3.4	6.3	8.0	2.6	3.7	4.0
2 1/8	5.0	3.3	8.2	2.6	4.5	8.2	10.0	3.3	4.7	5.0
2 5/8	6.0	4.1	10.0	3.2	5.2	10.0	12.0	4.1	5.6	6.0
3 1/8	7.5	5.0	12.0	4.0	6.4	12.0	15.0	5.0	7.0	7.5
3 5/8	9.0	5.9	15.0	4.7	7.3	15.0	18.0	5.9	8.0	9.0
4 1/8	10.0	6.7	17.0	5.2	8.5	17.0	21.0	6.7	9.0	10.0
5 1/8	13.0	8.2	21.0	6.5	11.0	21.0	25.0	8.2	12.0	13.0
6 1/8	16.0	10.0	25.0	7.9	13.0	25.0	30.0	10.0	14.0	16.0
8 1/8	20.0	13.0	-	10.0	-	33.0	40.0	13.0	18.0	20.0

Modelli per il dimensionamento della rete

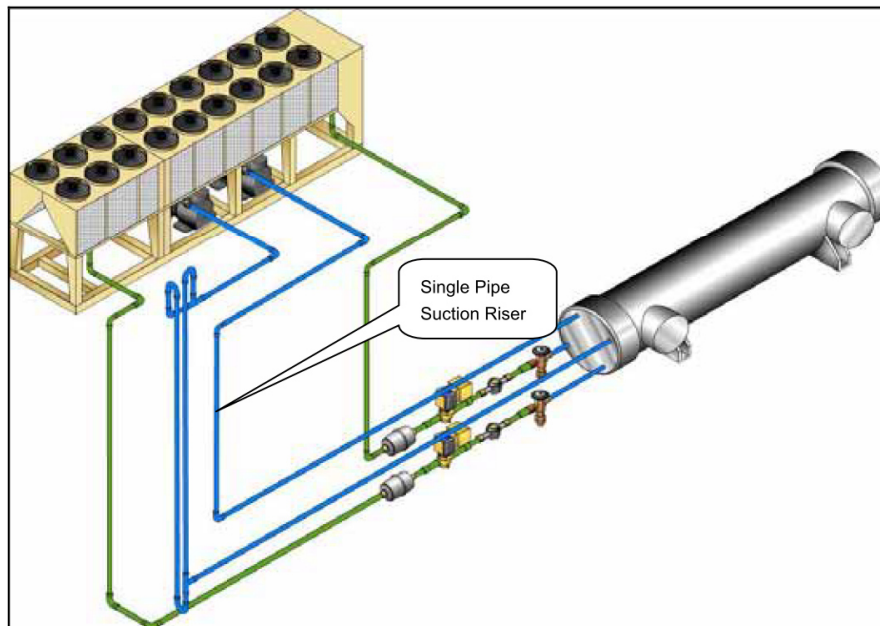
Table 5 - Equivalent Length For Valves And Refrigeration Devices (feet)⁸

Nominal Diameter	Globe Or Solenoid	60° Wye Valve	45° Wye Valve	Angle Valve	Gate Valve	Swing Check	Sight Glass	Filter Drier	Suction Filter
1/2	17	8	6	6	0.6	5	1.0	12	15
5/8	18	9	7	7	0.7	6	1.2	15	17
7/8	22	11	9	9	0.9	8	1.6	21	22
1 1/8	29	15	12	12	1.0	10	2.0	26	25
1 3/8	38	20	15	15	1.5	14	2.5	35	36
1 5/8	43	24	18	18	1.8	16	2.6	-	40
2 1/8	55	30	24	24	2.3	20			
2 5/8	69	35	29	29	2.8	25			
3 1/8	84	43	35	35	3.2	30			
3 5/8	100	50	41	41	4.0	35			
4 1/8	120	58	47	47	4.5	40			
5 1/8	140	71	58	58	6.0	50			
6 1/8	170	88	70	70	7.0	60			
8 1/8	220	115	85	85	9.0	80			

Modelli per il dimensionamento della rete

How to Size Suction Lines

Size the suction line with a single pipe riser **and** determine the pressure drop for the following air-cooled chiller with remote evaporator:



Nell'esempio seguente è riportato il dettaglio del procedimento di calcolo della tubazione 3-1/8 come previsto dall'ASHRAE Handbook 2006 per la seguente configurazione :

Dati di Progetto:

- Refrigerante R-134
- Temperatura evaporatore 40°F (4,4°C)
- Potenza Gruppo 50 Tons (176 kW)
- Lunghezza linea 42ft (12,8m)
- Raccordi e curve 22ft (33,7m)
- Lunghezza di calcolo 42+22= 64 ft

Modelli per il dimensionamento della rete

Table 7 - R-134a Refrigerant Line Size Table (tons)¹⁰

SST	Suction									Discharge			Liquid	
	0°F			20°F			40°F			0°F	20°F	40°F	vel = 100fpm	1°F
ΔT	2°F	1°F	0.5°F	2°F	1°F	0.5°F	2°F	1°F	0.5°F	1°F	1°F	1°F		2.20
Δp (PSI)	1.00	0.50	0.25	1.41	0.71	0.35	1.93	0.97	0.48	2.20	2.20	2.20		
OD (in)														
1/2	0.14	0.10	0.07	0.23	0.16	0.11	0.35	0.24	0.16	0.5	0.6	0.6	2.13	2.79
5/8	0.27	0.18	0.12	0.43	0.29	0.20	0.66	0.45	0.31	1.0	1.1	1.1	3.42	5.27
7/8	0.71	0.48	0.33	1.14	0.78	0.53	1.75	1.20	0.82	2.7	2.8	2.9	7.09	14
1 1/8	1.45	0.99	0.67	2.32	1.59	1.08	3.54	2.43	1.66	5.4	5.7	6.0	12.1	28.4
1 3/8	2.53	1.73	1.18	4.04	2.77	1.89	6.17	4.25	2.91	9.4	9.9	10.4	18.4	50
1 5/8	4.02	2.75	1.88	6.39	4.40	3.01	9.77	6.72	4.61	14.9	15.7	16.4	26.1	78.6
2 1/8	8.34	5.73	3.92	13.3	9.14	6.27	20.20	14.0	9.59	30.8	32.4	34.0	45.3	163
2 5/8	14.80	10.2	6.97	23.5	16.2	11.1	35.80	24.7	17.0	54.4	57.2	59.9	69.9	290
3 1/8	23.70	16.2	11.1	37.5	25.9	17.8	57.10	39.4	27.2	86.7	91.2	95.5	100	462
3 5/8	35.10	24.2	16.6	55.8	38.5	26.5	84.80	58.7	40.4	129.0	135.	142.0	135	688
4 1/8	49.60	34.2	23.5	78.7	54.3	37.4	119.4	82.6	57.1	181.0	191.	200.0	175	971
5 1/8	88.90	61.3	42.2	141.0	97.2	67.1	213.0	148.	102.	323.0	340.	356.0	-	-
6 1/8	143.0	98.8	68.0	226.0	157.	108.	342.0	237.	165.	518.0	545.	571.0	-	-

Ltot. 100ft - T. Cond. 100°F

Values in Table 7 are based on 105°F condensing temperature. Multiply table capacities by the following factors for other condensing temperatures.

Condensing Temperature (°F)	Suction Line	Discharge Line
80	1.158	0.804
90	1.095	0.882
100	1.032	0.961
110	0.968	1.026
120	0.902	1.078
130	0.834	1.156

Lunghezza totale $L + L_{eq} = 42 + 10 + 12 = 64\text{ft}$
 Al diametro 3-1/8 si percorrono i valori fino al primo valore >50tons, nel caso 57,1 cui corrispondono 2°F/40°F/1,93Pa.
 Poiché il valore della temperatura di condensazione è $120 > 100$ si determina il coefficiente di correzione pari a 0,902 da cui si ottiene la potenza correlata:
 $57,1 * 0,902 = 51,5 \text{ tons.}$



Verificare se il DT è minore del DT table 7
 Verificare se il DP è minore del DP table 7

Modelli per il dimensionamento della rete

$$\Delta T_{\text{Actual}} = \Delta T_{\text{Table}} \left[\frac{\text{Actual length}}{\text{Table length}} \right] \left[\frac{\text{Actual capacity}}{\text{Table capacity}} \right]^{1.8}$$

$$\Delta T_{\text{Actual}} = 2^{\circ}\text{F} \left[\frac{64 \text{ ft}}{100 \text{ ft}} \right] \left[\frac{50 \text{ tons}}{51.5 \text{ tons}} \right]^{1.8} = 1.2^{\circ}\text{F}$$

1,2° F < 2 °F VERIFICA POSITIVA

$$\left(\Delta T_{\text{Actual}} = 1.1^{\circ}\text{C} \left[\frac{19.5\text{m}}{30.5\text{m}} \right] \left[\frac{176\text{kW}}{181\text{kW}} \right]^{1.8} = 0.67^{\circ}\text{C} \right)$$

$$\text{Pressure Drop}_{\text{Actual}} = \text{Pressure Drop}_{\text{Table}} \left(\frac{\Delta T_{\text{Actual}}}{\Delta T_{\text{Table}}} \right)$$

$$\text{Pressure Drop}_{\text{Actual}} = 1.93 \text{ PSI} \left(\frac{1.2^{\circ}\text{F}}{2^{\circ}\text{F}} \right) = 1.16 \text{ PSI}$$

1,16 PSI < 1,93 PSI VERIFICA POSITIVA

$$\left(\text{Pressure Drop}_{\text{Actual}} = 13.3 \text{ kPa} \left(\frac{0.67^{\circ}\text{C}}{1.1^{\circ}\text{C}} \right) = 8.1 \text{ kPa} \right)$$

Massimo contenuto di Refrigerante UNI-EN 378

I refrigeranti della serie R----- utilizzati per la climatizzazione sono sicuri, antincendio e non sono tossici. Tuttavia se in un ambiente la sua concentrazione dovesse risultare eccessiva esiste il rischio di asfissia al pari di quello che può provocare l'azoto. Di conseguenza sono stati introdotti metodi di calcolo e norme tecniche per limitare la quantità di refrigerante presente negli ambienti in caso di fuoriuscita dovuta a perdite. La UNI-EN 378 contiene le prescrizioni per i requisiti di sicurezza e ambientali per gli impianti di refrigerazione ed in particolare gli impianti VRF di importante estensione.

NB : La UNI-EN 378 è una norma di sicurezza, se disattesa e si verificano conseguenze per la salute delle persone, progettista, installatore e DL possono essere chiamati in causa e rispondere penalmente delle conseguenze per la salute delle persone.

La Norma definisce le modalità applicative dei sistemi ad espansione diretta secondo i seguenti criteri:

1. Classificazione dei sistemi e dei refrigeranti
2. Classificazione dei locali di impiego
3. Max concentrazione di refrigerante ammissibile nei locali

Classificazione dei Refrigeranti

Gruppi in base alla sicurezza determinati in base ad infiammabilità e tossicità

		Gruppo di sicurezza	
Inflammabilità crescente ↑	Maggiore infiammabilità	A3	B3
	Minore infiammabilità	A2	B2
	Nessuna propagazione di fiamme	A1	B1
		Tossicità inferiore	Tossicità superiore

Classificazione		Numero Fluido Frigorifero	Descrizione
Gruppo L	Gruppo Sicurezza		
1	A1/A1	R410A	(composizione = % peso) R-32/R125 (50/50)

Classificazione dei Locali

Categorie degli ambienti

Categorie	Caratteristiche generali	Esempi ^{1/}
A	Stanze, parti di edifici, edifici dove - le persone possono dormire; - i movimenti delle persone sono limitati; - è presente un numero imprecisato di persone o nei quali qualsiasi persona abbia accesso senza essere personalmente a conoscenza delle precauzioni di sicurezza necessarie.	Ospedali, tribunali o prigioni, teatri, supermercati, scuole, sale conferenze, stazioni di trasporto pubblico, alberghi, residenze, ristoranti. Obbligo di verifica della norma
B	Stanze, parti di edifici, edifici dove può essere presente solo un numero limitato di persone, alcune delle quali necessariamente a conoscenza delle precauzioni generali di sicurezza dello stabile.	Uffici commerciali o professionali, laboratori, luoghi di produzione generale e nei quali lavorano persone. Nessuna restrizione
C	Stanze, parti di edifici, edifici dove abbiano accesso solo persone autorizzate, a conoscenza delle precauzioni generali e particolari dello stabile e dove avvenga la produzione, l'elaborazione o la conservazione di materiali o prodotti.	Stabilimenti di produzione, per esempio di prodotti chimici, cibi, bevande, ghiaccio, gelati, raffinerie, depositi refrigerati, caseifici, macelli, aree non pubbliche nei supermercati. Nessuna restrizione

Limite di carica del Refrigerante

L'Allegato C della parte 1 della norma indica il metodo di calcolo per stabilire la massima quantità di gas refrigerante ammissibile in un impianto di climatizzazione. Per un sistema ad espansione diretta utilizzando gas R-410°, la massima quantità di refrigerante del sistema ammissibile per servire ambienti con occupazione di persone è dato dalla seguente relazione:

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

0,44 è il limite pratico [kg/mc]

La carica è espressa in kg ed il volume in mc

Limite di carica del Refrigerante

Il Limite Pratico per il gruppo A1 di refrigeranti si basa sull'effetto dovuto ad un'improvvisa e consistente uscita di refrigerante con breve tempo di esposizione.

- 1. Improvvisa e consistente fuoriuscita:** fuoriuscita e vaporizzazione della maggior parte della carica totale di refrigerante in breve tempo (meno di 5 min)
- 2. Breve tempo di esposizione:** massimo tempo di esposizione dell'uomo a una consistente fuoriuscita di refrigerante (10 min. max)

Classificazione		Numero Fluido Frigorigeno	Descrizione	Formula	Massa molare	Limite Pratico	Infiammabilità				Potenziale di riscalda- mento globale	Potenziale di assotti- gliamento dello strato di ozono	
Gruppo L	Gruppo Sicurezza						Temperatura di autoaccensione	Concentrazione dei limiti di infiammabilità dell'aria					
								Concentrazione dei limiti di infiammabilità dell'aria					
								Limite inferiore	Limite superiore				
			(composizione = % peso)		(MM) kg/kmol	kg/m ³	°C	kg/m ³		kg/m ³		GWP _{P100}	ODP
1	A1/A1	R410A	R-32/R125 (50/50)	CH2F2+CF3CHF2	72,6	0,44	*	-	-	-	-	1900	0

Per determinare la massima carica dell'**INTERO CIRCUITO** va considerato il volume più piccolo dei locali in cui sono presenti terminali serviti dal singolo circuito dell'impianto di climatizzazione ad espansione diretta. In un albergo con camere singole da 14 mq e 38 mc la max carica ammessa sarà $\rightarrow 38 \cdot 0,44 = 16,7$ kg. La EN-378 limita la potenza max installabile per singolo circuito, ma sono possibili accorgimenti come di seguito descritto

Limite di carica del Refrigerante

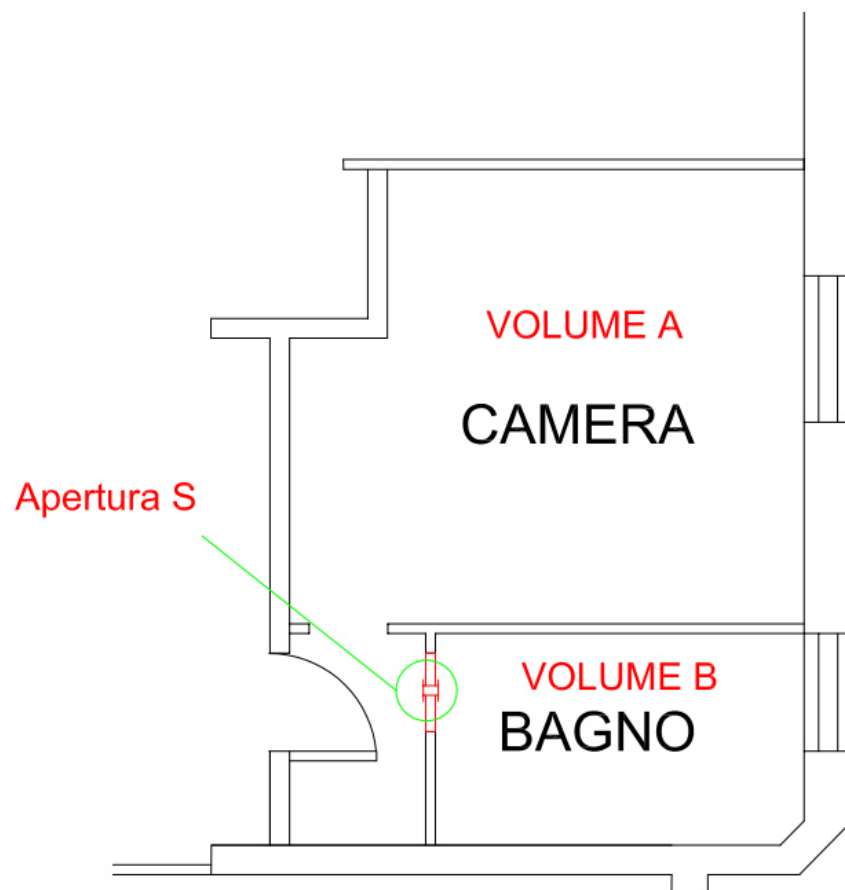
- 1. Suddivisione della linea in più circuiti:** realizzare più circuiti, ognuno con propria coppia di tubazioni e propria unità esterna
- 2. Ventilazione Meccanica:** in presenza dell'impianto di aria primaria il volume dell'aria di rinnovo può essere sommato al volume del locale, ma soltanto per la portata relativa a 10 min, ovvero 1/6 dei volumi di ricambio del locale
- 3. Utilizzo di altra Norma:** la UNI-EN-378 non è una norma **armonizzata, ovvero è una norma tecnica senza riferimento legislativo. Il professionista pertanto può utilizzare altre norme con stesso oggetto sotto la propria responsabilità, ad Es. JRA-JL 13 prevista dal "Japanese Refrigeration and Air Conditioning Industry Association" [JRAIA].

**** Una norma si dice "armonizzata", quando i suoi riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee (GUCE) in relazione a una direttiva**

La Norma JRA-JL13 è simile alla 378 ma contiene un'ulteriore indicazione per il calcolo della max quantità di refrigerante ammissibile: se l'ambiente più piccolo è collegato con l'ambiente adiacente da un'apertura maggiore o uguale allo 0,15% dell'area del proprio pavimento [mq], si può applicare la relazione:

$$\begin{aligned} &\text{Max quantità di refrigerante} \\ &= \\ &0.44 \times \text{Volume ambiente A+B} \\ &\text{Dove A è l'ambiente più piccolo e B l'adiacente} \end{aligned}$$

Limite di carica del Refrigerante



E' possibile realizzare un'apertura verso un locale adiacente di ampiezza > dello 0,15% della superficie della stanza A, prevedendola ad Es. sulla porta di ingresso del bagno, e considerare nel calcolo l'espressione:

Volume Climatizzato = $V_a + V_b$
 $h = 3\text{m}$ - $Q_{rf} = \text{kg refrigerante}$

$A = 20\text{mq}$ $B = 10\text{mq}$
 $S = 10\text{mq} \times 0,15\% = 150\text{ cmq}$

$Q_{rf} = 0,44 \times 30\text{mc} = 13,2\text{ kg} \rightarrow 378$

$Q_{rf} = 0,44 \times 90\text{mc} = 39,6\text{ kg} \rightarrow \text{JRA-JL}$

Caso Studio

Si presenta un progetto esecutivo, in corso di realizzazione, per la riqualificazione di un edificio unifamiliare dove sono stati progettati seguenti interventi migliorativi:

- 1. Cappotto interno**
- 2. Sostituzione di caldaia a gas con impianto centralizzato VRF**
- 3. Impianto fotovoltaico in copertura**



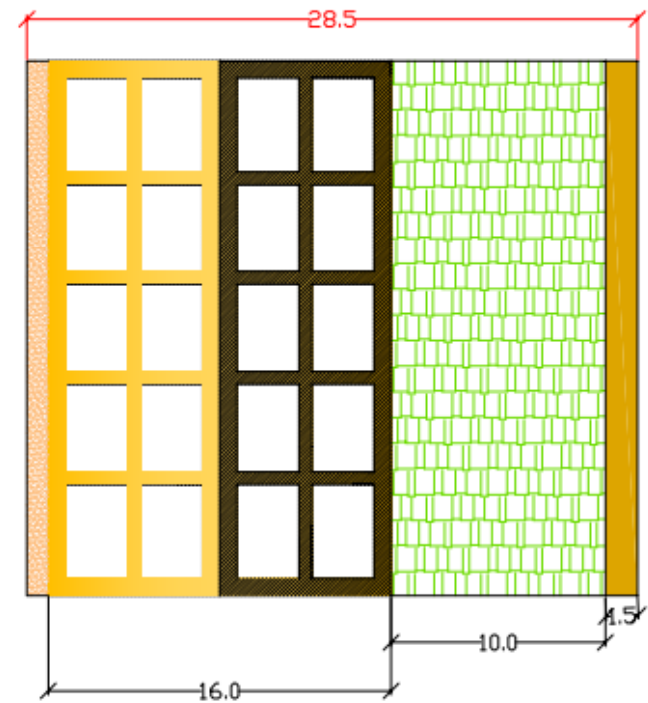
Caso Studio

Particolari delle strutture esistenti



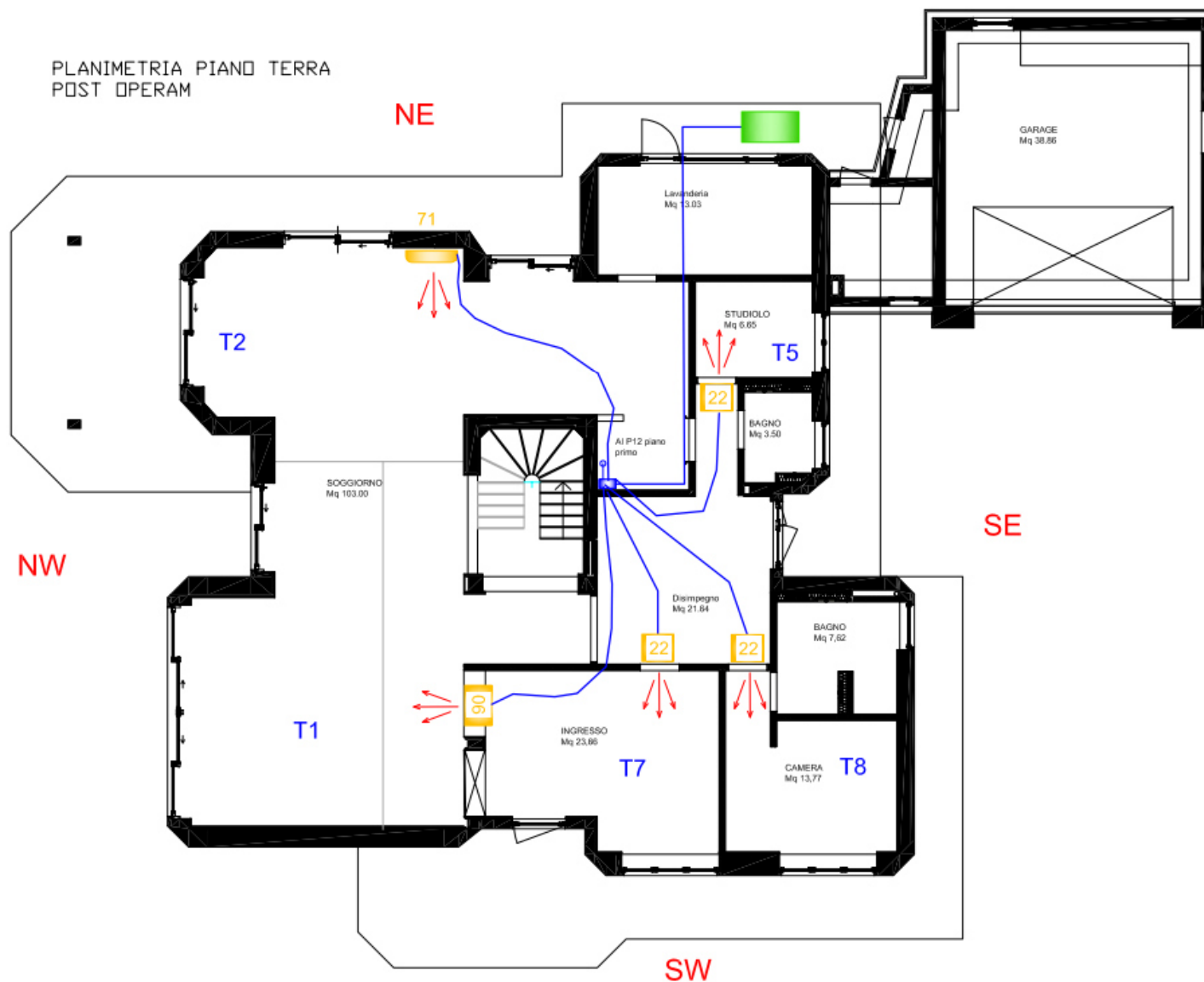
Caso Studio

Particolari delle strutture esistenti



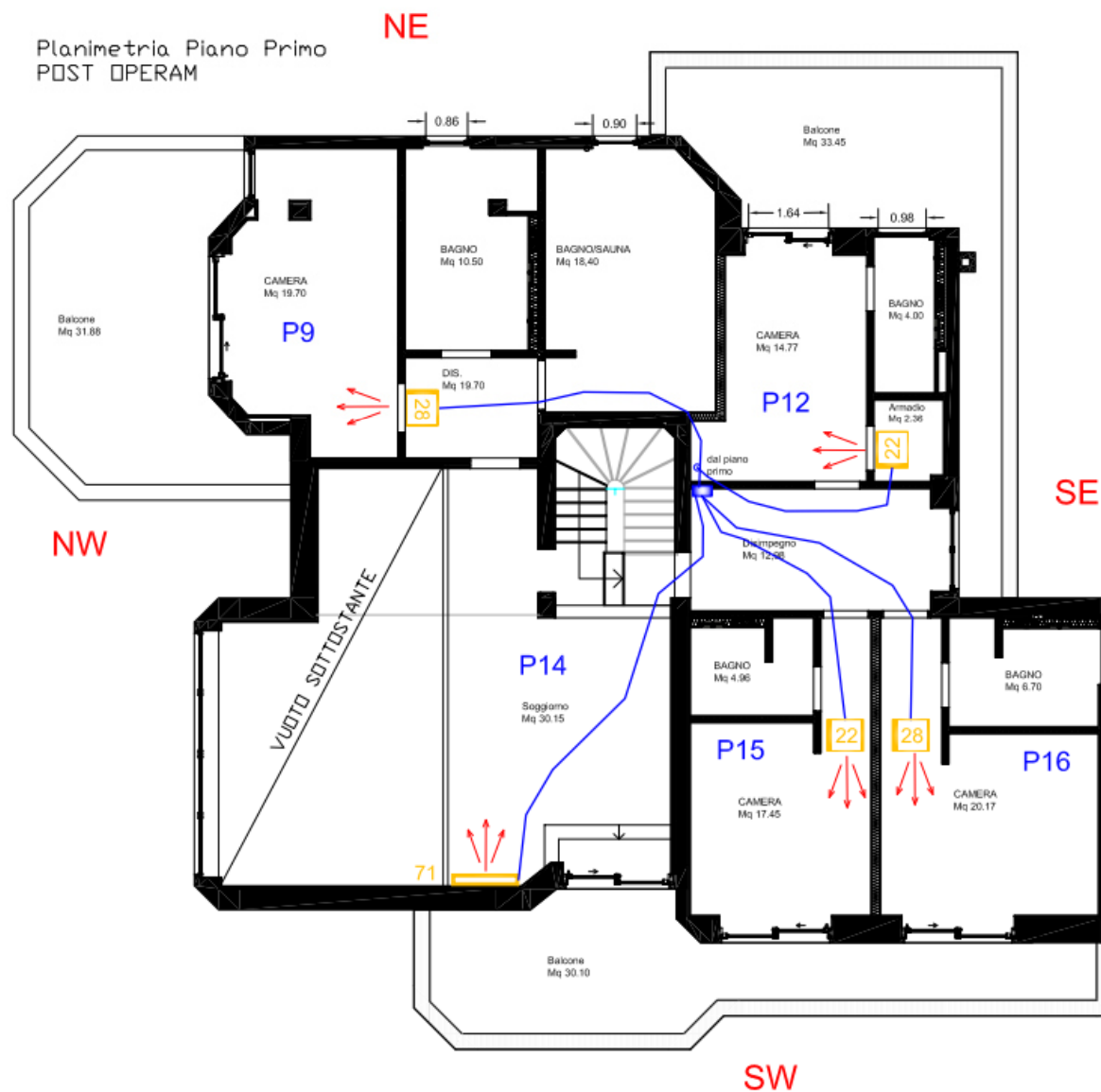
Caso Studio

Schema Planimetrico Impianto



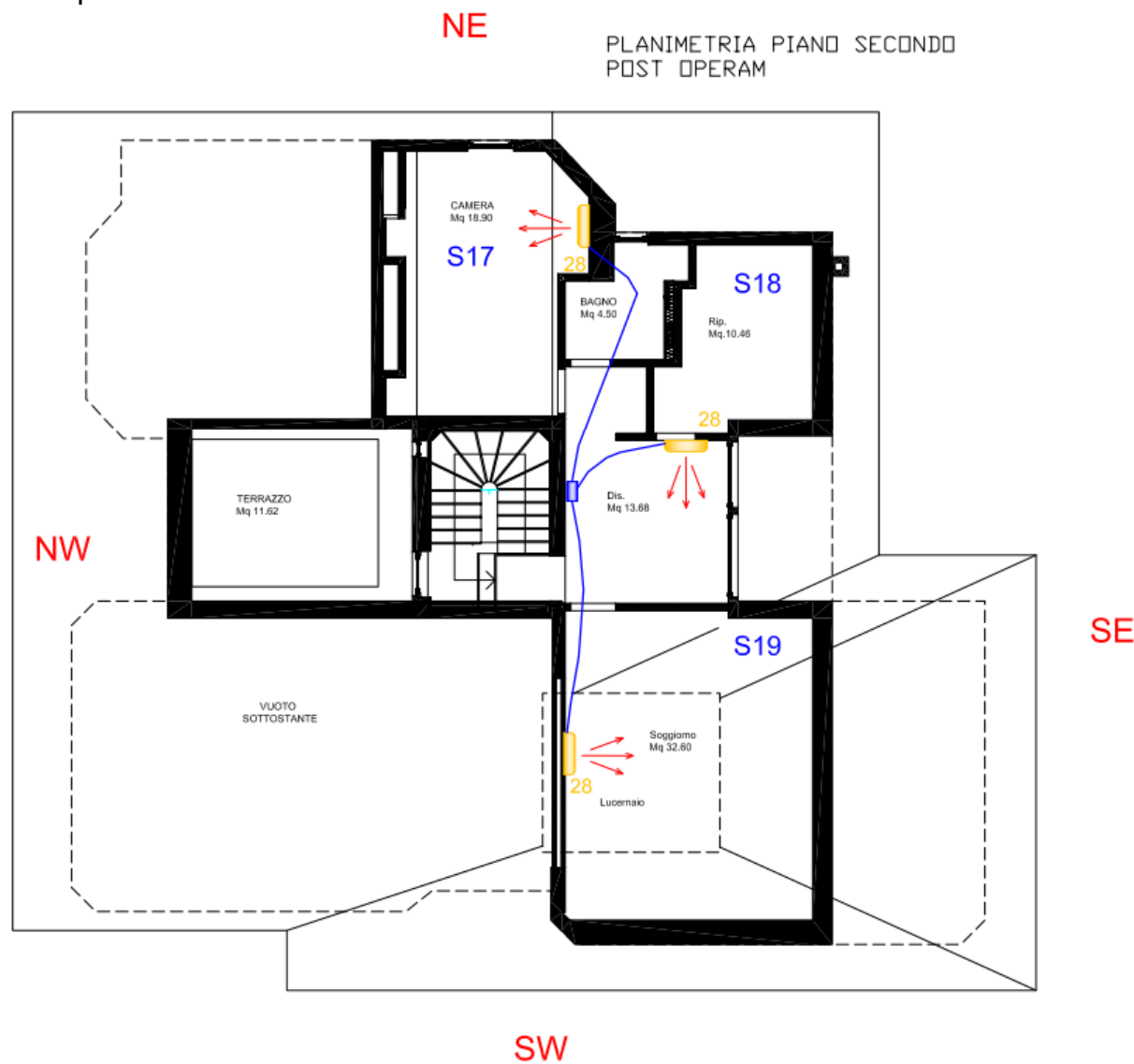
Caso Studio

Schema Planimetrico Impianto



Caso Studio

Schema Planimetrico Impianto



Caso Studio

Riepilogo dei carichi Estivi e Invernali

Locale	Sens. Watt	Lat. Watt	Estivo Tot. Watt	ora	Invernale Watt
T1	6624	281	6905	15	2153
T2	2902	516	3418	7	1509
T7	1850	258	2108	15	659
T8	1102	191	1293	15	541
T5	1046	93	1139	15	258
T4	646	516	1162	11	607
T3	473	101	574	10	256
T9	1174	101	1275	10	343
P9	1289	236	1525	17	760
P14	2893	362	3255	15	1195
P15	1288	218	1506	15	485
P16	1372	236	1608	15	645
P12	864	93	957	7	302
P10	285	122	407	7	237
P17	453	180	633	7	345
P18	393	94	487	11	247
P19	384	74	458	11	210
P20	959	133	1092	10	323
S17	462	229	691	17	587
S18	270	167	437	16	284
S19	1143	377	1520	16	711
S20	488	168	656	7	168
Somma dei massimi			33106		12825
MAX contemp.			28106	15	

Project : Villino Unifamiliare

Project Ref : 012-2023

System : Default System 0

Design Conditions: 27,0°C DB, 19,0°C WB / 35,0°C DB

Total Pipe Run : 122,0m of 1000,0m

Total Connected Indoor Units : 14

Total Actual Cooling : 40,48 kW / 34,85 kW

Total Required Cooling : 35,60 kW / 29,60 kW

Connected Capacity : 482 / 520

Diversity Factor : 0%

Additional Refrigerant : 8,1 kg

Total refrigerant amount : 19,6 kg

Total weight of CO2 equivalent : 41 t

Max.Cont. = 28 kW

Tot. Loc. = 33 kW

Tot. Req. = 35,6

Size PdC = 40,48 kW

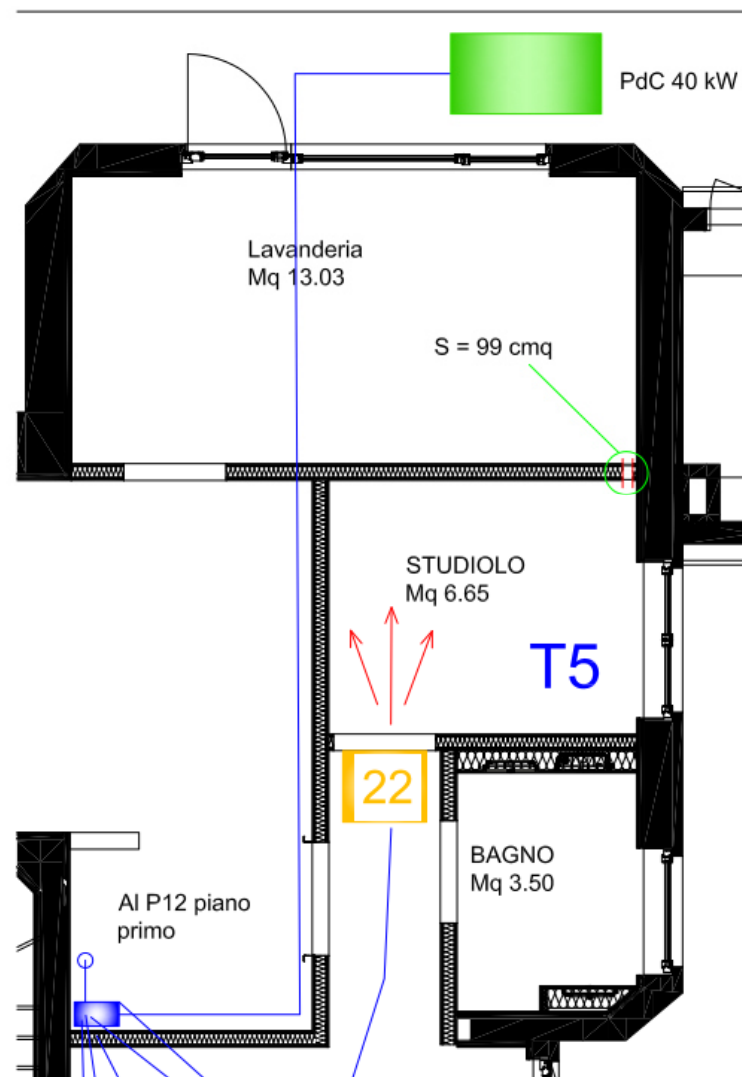
Caso Studio

UNI-EN 378

	S	h	V	
	m ²	m	mc	
Studiolo	6,65	2,7	17,96	
UNI 378	17,96	0,44	7,90	kg
7,9 < 19 kg NON VERIFICATA				

	S	h	V	
	m ²	m	mc	
Studiolo	6,65	2,7	17,96	
Lavanderia	13,03	2,7	35,18	
Totali			53,14	
Apertura S = 6,65*0,0015 = 99,75 cm ²				
JRA-JL13	53,14	0,44	23,38	kg
23,38 > 19 kg VERIFICATA				

Project : Villino Unifamiliare
 Project Ref : 012-2023
 System : Default System 0
 Design Conditions: 27,0°C DB, 19,0°C WB / 35,0°C DB
 Total Pipe Run : 122,0m of 1000,0m
 Total Connected Indoor Units : 14
 Total Actual Cooling : 40,48 kW / 34,85 kW
 Total Required Cooling : 35,60 kW / 29,60 kW
 Connected Capacity : 482 / 520
 Diversity Factor : 0%
 Additional Refrigerant : 8,1 kg
 Total refrigerant amount : 19,6 kg
 Total weight of CO2 equivalent : 41 t



Caso Studio

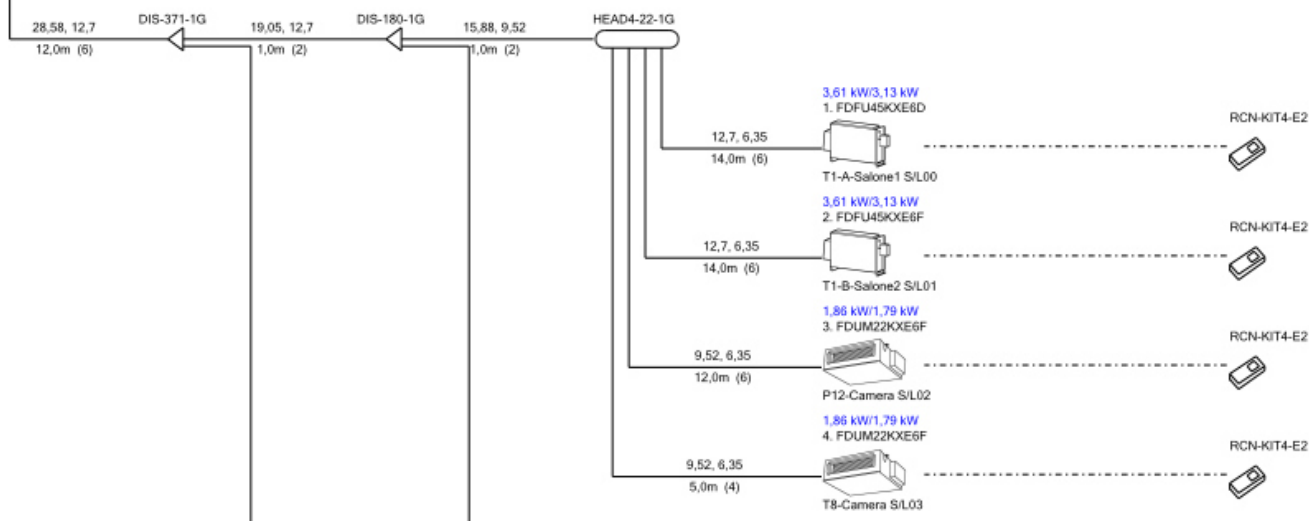


Funzionale impianto VRV



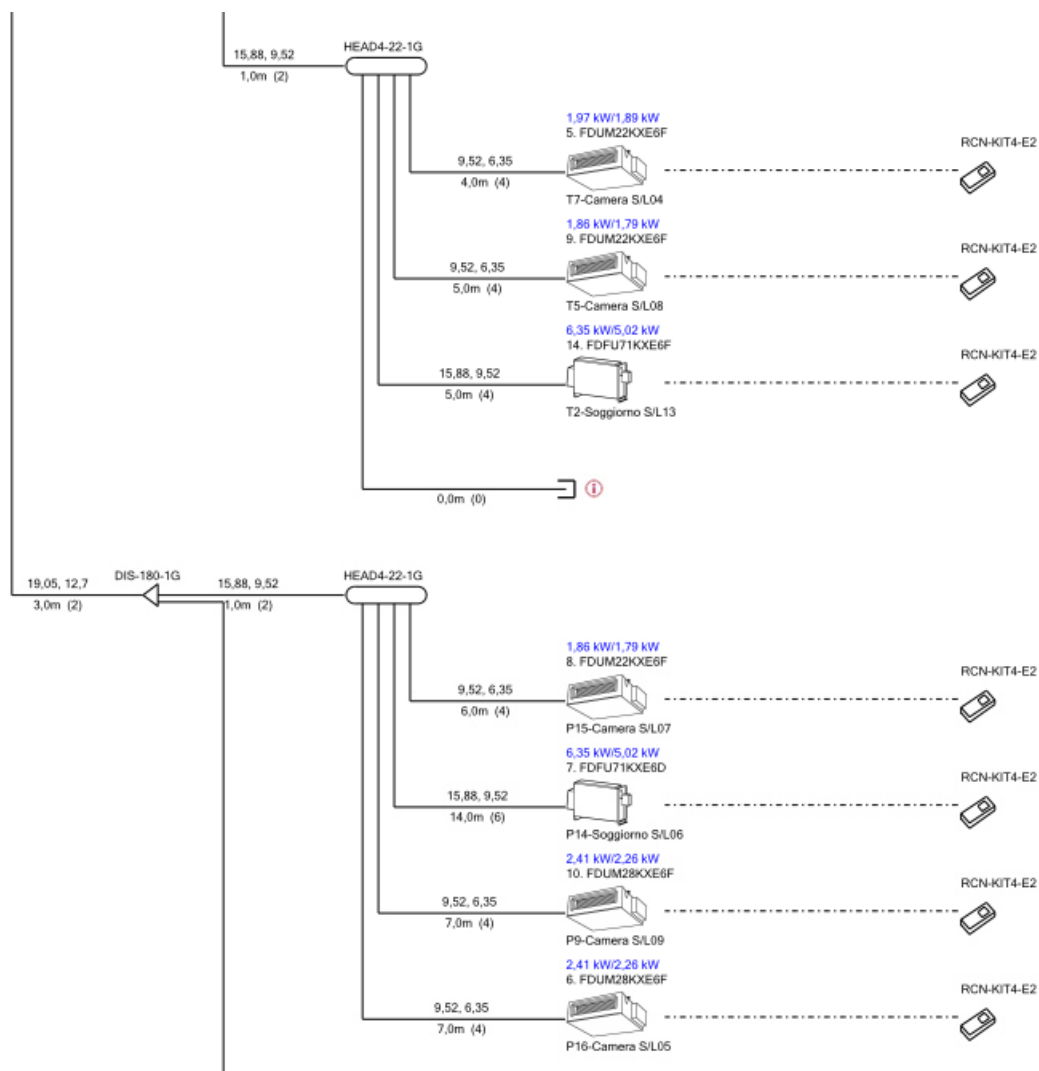
Created by Mitsubishi Heavy Industries Air-Conditioning Europe, Ltd.

Project : Villino Unifamiliare
Project Ref : 012-2023
System : Default System 0
Design Conditions: 27,0°C DB, 19,0°C WB / 35,0°C DB
Total Pipe Run : 122,0m of 1000,0m
Total Connected Indoor Units : 14
Total Actual Cooling : 40,48 kW / 34,85 kW
Total Required Cooling : 35,60 kW / 29,60 kW
Connected Capacity : 482 / 520
Diversity Factor : 0%
Additional Refrigerant : 8,1 kg
Total refrigerant amount : 19,6 kg
Total weight of CO2 equivalent : 41 t

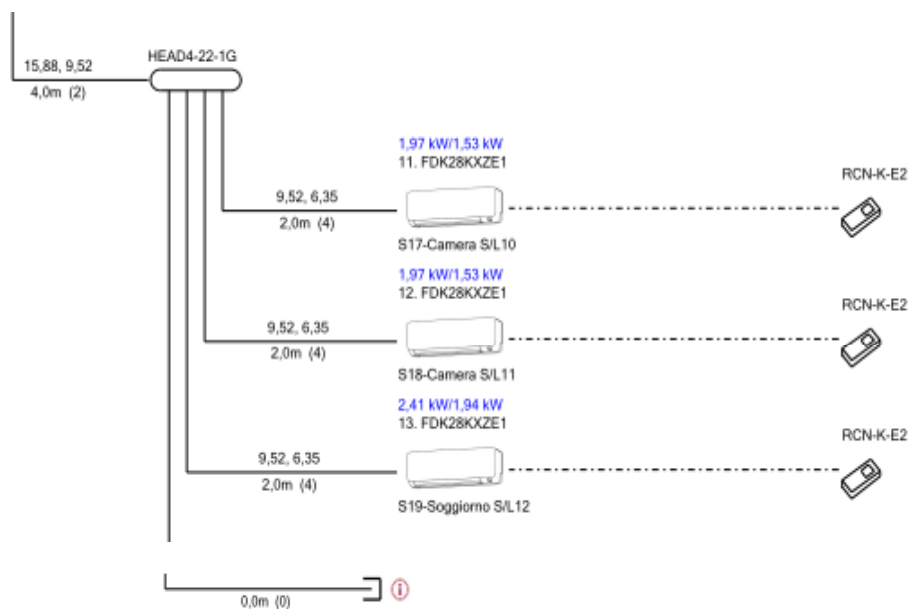


Caso Studio

Funzionale impianto VRV



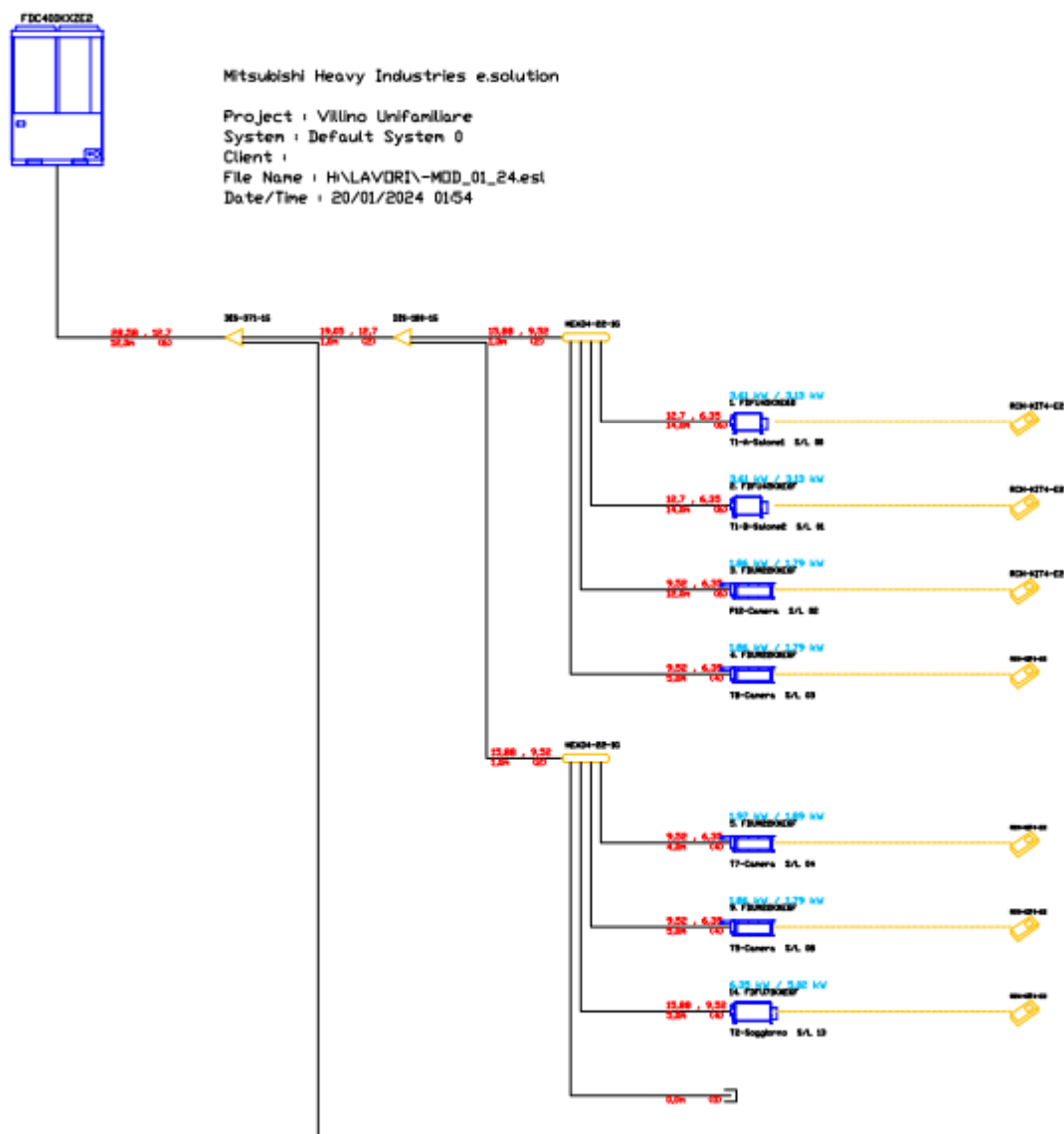
Funzionale impianto VRV



S. Int.	Imperial.
mm	in
3,18	1/8"
3,97	5/32"
4,76	3/16"
6,35	1/4"
7,94	5/16"
9,52	3/8"
12,7	1/2"
15,87	5/8"
19,06	3/4"
22,23	7/8"
24,4	1"
28,57	1-1/8"
34,92	1-3/8"
41,27	1-5/8"
53,97	2-1/8"
66,67	2-5/8"
79,37	3-1/8"
88,9	3-1/2"
92,07	3-5/8"
104,8	4-1/8"

Caso Studio

Funzionale impianto VRV



Caso Studio



Funzionale impianto VRV



Created by Mitsubishi Heavy Industries Air-Conditioning Europe, Ltd.

Project : Villino Unifamiliare
Project Ref : 012-2023
System : Default System 0

Caution List

- ⚠ Indoor units must be at most 30m when above outdoor unit, in cooling operation with the outdoor air temp. lower than 10°C.
- ⓘ Keep capped pipes as short as possible
- ⓘ Keep capped pipes as short as possible

Unit	Room	Model	Nominal Capacity (kW)			Actual Capacity (kW)			Indoor Unit Position (m)		Actual Length (m)	Piping Length (m)	Address		
			Total	Sensible	Heating	Total	Sensible	Heating					S/L	O/U	I/U
		FDC400KXZE2	40,00	-	45,00	40,48	-	38,34							
1	T1-A-	FDU45KXE6D	4,04	3,29	4,48	3,61	3,13	3,38	Below	4,0	28,0	28,0	1	00	00
2	T1-B-	FDU45KXE6F	4,04	3,29	4,48	3,61	3,13	3,38	Below	4,0	28,0	28,0	1	00	01
3	P12-Camera	FDUM22KXE6F	2,08	2,00	2,35	1,86	1,79	1,77	Below	4,0	26,0	26,0	1	00	02
4	T8-Camera	FDUM22KXE6F	2,08	2,00	2,35	1,86	1,79	1,77	Below	8,0	19,0	19,0	1	00	03
5	T7-Camera	FDUM22KXE6F	2,20	2,11	2,50	1,97	1,89	1,89	Below	8,0	18,0	18,0	1	00	04
6	P16-Camera	FDUM28KXE6F	2,69	2,37	3,04	2,41	2,26	2,30	Above	6,0	23,0	23,0	1	00	05
7	P14-	FDU71KXE6D	7,10	5,33	8,00	6,35	5,02	6,04	Above	6,0	30,0	30,0	1	00	06
8	P15-Camera	FDUM22KXE6F	2,08	2,00	2,35	1,86	1,79	1,77	Above	6,0	22,0	22,0	1	00	07
9	T5-Camera	FDUM22KXE6F	2,08	2,00	2,35	1,86	1,79	1,77	Below	8,0	19,0	19,0	1	00	08
10	P9-Camera	FDUM28KXE6F	2,69	2,37	3,04	2,41	2,26	2,30	Above	6,0	23,0	23,0	1	00	09
11	S17-Camera	FDK28KXZE1	2,20	1,63	2,39	1,97	1,53	1,80	Above	10,0	21,0	21,0	1	00	10
12	S18-Camera	FDK28KXZE1	2,20	1,63	2,39	1,97	1,53	1,80	Above	10,0	21,0	21,0	1	00	11
13	S19-	FDK28KXZE1	2,69	2,05	3,05	2,41	1,94	2,30	Above	10,0	21,0	21,0	1	00	12
14	T2-Soggiorno	FDU71KXE6F	7,10	5,33	8,00	6,35	5,02	6,04	Below	8,0	19,0	19,0	1	00	13
TOTAL			45,27	37,38	50,77	40,48	34,85	38,34							

Caso Studio

Funzionale impianto VRV



Created by Mitsubishi Heavy Industries Air-Conditioning Europe, Ltd.

System Materials List

Project : Villino Unifamiliare
Project Ref : 012-2023
System : Default System 0

Outdoor Unit	Qty
FDC400KXZE2	1

Indoor Unit	Qty
FDK28KXZE1	3
FDUM28KXE6F	2
FDU71KXE6D	1
FDUM22KXE6F	5
FDU45KXE6D	1
FDU45KXE6F	1
FDU71KXE6F	1

Branch	Qty
DIS-371-1G	1
DIS-180-1G	2

Header	Qty
HEAD4-22-1G	4

Remote Controllers	Qty
RCN-K-E2	3
RCN-KIT4-E2	11

Additional Refrigerant	8,1 kg
------------------------	--------

Pipe Diameter	Total Length (m)
6,35mm	80,0
9,52mm	78,0
12,7mm	44,0
15,88mm	26,0
19,05mm	4,0
28,58mm	12,0

Caso Studio

Funzionale impianto VRV



Created by Mitsubishi Heavy Industries Air-Conditioning Europe, Ltd.

e-solution

Project:	Villino
Project Ref:	012-2023
System:	Default System 0

Outdoor Unit	380v	415v
Running Current (A)	17,60/16,70	16,30/15,50
Power (%)	95/93	94/92
Inrush Current (A)	5,00	
Max Current (A)	32	
Input (kW)	10,98/10,23	

Indoor Units (Cool/Heat)	220v	240v
Total Input (kW)	1,12/1,12	1,16/1,16
Total Running Current (A)	5,38/5,38	5,08/5,08

Electrical schematic diagrams are for guidance only.
Electrical installations must comply with statutory regulations.

