



**ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CATANIA**
COMMISSIONE GIOVANI



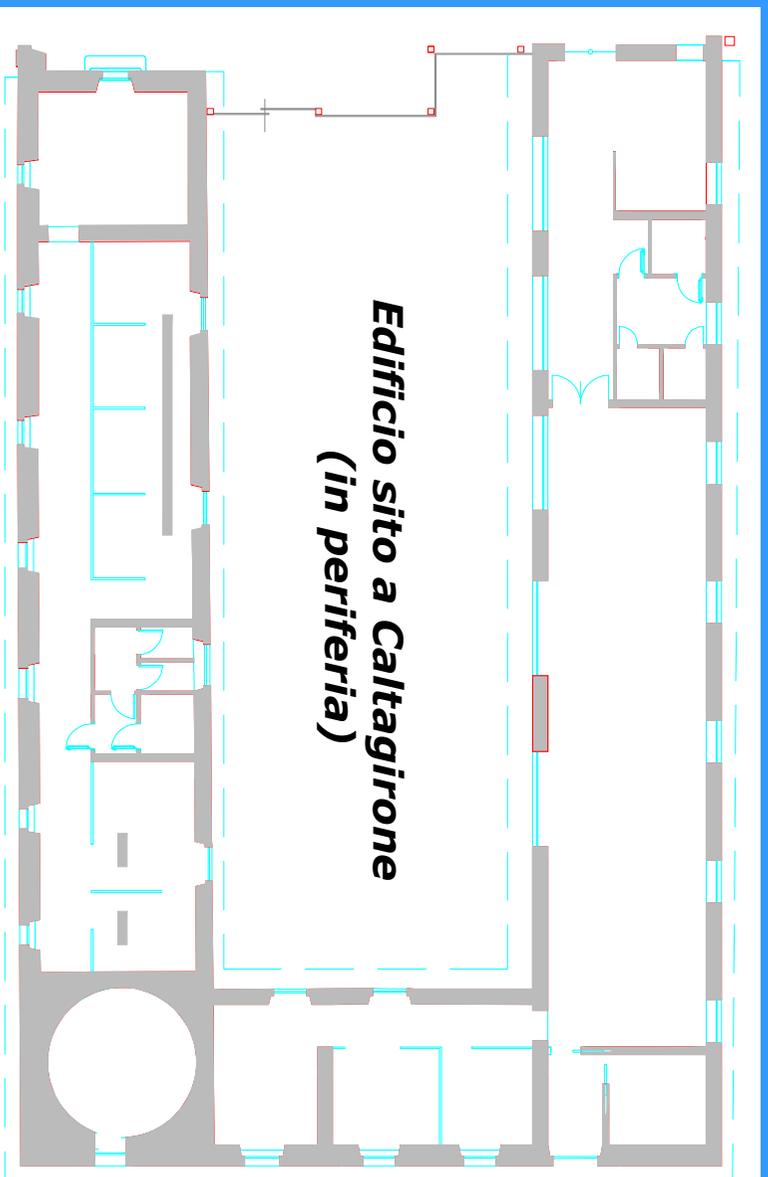
PRINCIPI BASILARI PER LA PROGETTAZIONE

Impianti di riscaldamento progetto e normativa

Ing. Gianpiero Evola

Catania, 25/10/2008

Caso studio



Parametri climatici

Catagirone : 1398 GG (zona C) – (Allegato A DPR 412/93)

| A | B | C | D | E | F |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| gradi-giorno | gradi-giorno | gradi-giorno | gradi-giorno | gradi-giorno | gradi-giorno |
| fino a 600 | 601 - 900 | 901-1400 | 1401-2100 | 2101-3000 | oltre 3000 |

Temperature esterne di progetto
(secondo UNI 5364)

CORREZIONI

- Si riduce di 1°C per ogni 200 m s.l.m.
- Per edifici isolati si riduce di 1-2 °C

600 m  **Isolato**

$$T_e = 0^\circ\text{C}$$

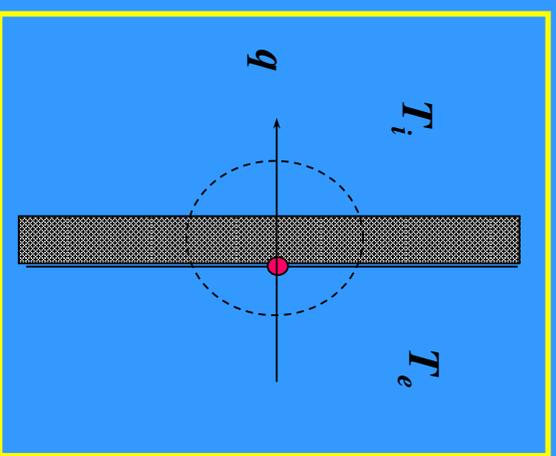
| | |
|-------|--|
| -15°C | Alta Valle Cuneese, Tarvisio, Valle d'Aosta |
| -12°C | Trento |
| -10°C | Alta Carnia, Aosta, Belluno, Cuneo, Sondrio, Verona (zona montana), Vicenza (zona altipiani) |
| -8°C | Alessandria, Asti, Torino |
| -7°C | Bassa Carnia, Brescia, provincia di Como, provincia di Piacenza, Vercelli |
| -5°C | Como, Cremona, Bergamo, Bologna, Ferrara, Forlì, Gorizia, L'Aquila, Mantova, Milano, Modena, Novara, Padova, Parma, Pavia, Piacenza, Pordenone, Ravenna, Reggio Emilia, Rovigo, Treviso, Udine, Varese, Venezia, Verona, Vicenza |
| -4°C | Campobasso |
| -3°C | Cosenza, Enna, Potenza, Rieti, Verona (zona lago) |
| -2°C | Ancona, Ascoli Piceno, Avellino, Benevento, Catanzaro, Macerata, Matera, Perugia, Pesaro, Siena, Terni |
| 0°C | Arezzo, Bari, Brindisi, Catanzaro, Caserta, Chieti, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Grosseto, Imperia, La Spezia, Lecce, Livorno, Lucca, Massa Carrara, Nuoro, Pisa, Ragusa, Roma, Savona, Taranto, Teramo |
| 2°C | Latina, Napoli, Pescara, Salerno, Sassari |
| 3°C | Agrigento, Cagliari, Reggio Calabria |
| 5°C | Catania, Messina, Palermo, Siracusa, Trapani |

La trasmittanza

La **TRASMITTANZA** di un elemento edilizio rappresenta il flusso termico trasmesso attraverso lo stesso elemento per unità di superficie ed in presenza di una differenza di temperatura unitaria fra i due ambienti (si misura in W/m²K)

$$q = U \cdot (T_i - T_e)$$

$$Q = U \cdot A_p \cdot (T_i - T_e)$$



Nota la stratigrafia della parete, si può valutare la **trasmittanza** U (e la **conduttanza** C) come :

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{\frac{1}{h_{oi}} + \sum_{j=1}^n \frac{s_j}{\lambda_j} + \frac{1}{h_{oe}}}$$

$$C = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{s_j}{\lambda_j}}$$

Valori dei coefficienti h_{oi} ed h_{oe}
secondo ISO 9869

| DIREZIONE DEL FLUSSO TERMICO | | | |
|------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | Ascendente | Orizzontale | Discendente |
| h_{oi} | 10 (W/m²K) | 7,7 (W/m²K) | 5,9 (W/m²K) |
| h_{oe} | 25 (W/m²K) | 25 (W/m²K) | 25 (W/m²K) |

Abacco dei materiali

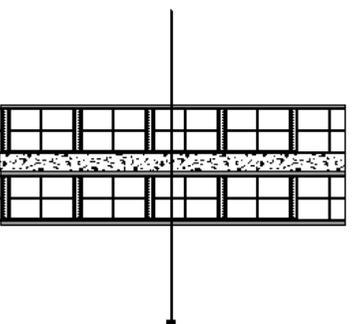
(segue dal prospetto)

| UNI 10351/1994 | | ρ (kg/m ³) | $\delta_a \cdot 10^{12}$ (kg/m ³ Pa) | $\delta_u \cdot 10^{12}$ (kg/m ³ Pa) | λ_m (W/mK) | m % | λ (W/mK) |
|--|-------------|--------------------------------|--|--|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| Materie plastiche cellulari La conduttività di riferimento medio valida per materiali prodotti da non meno di 100 d (giorni). Per temperature medie comprese tra 270 e 320 K la conduttività delle matrici plastiche cellulari aumenta da 0,4 a 0,5% / K al crescere della temperatura media del materiale. Sul valore di m le tolleranze di spessore riferite a lastre di 10 cm di spessore, incidono dall'1 al 3%; l'effetto dell'installazione per incollaggio accostamento, incastro o battentura, ecc. incide dall'1 al 3%, per montaggi che impiegano stiffe o altri sistemi che introducono ponti termici; migliorare i dati di calcolo almeno del 5%. Per montaggi contro il terreno migliorare i dati di calcolo dal 10 al 25% ⁴⁾ . Per i materiali leggeri le resistenze termiche specifiche non sono rigorosamente additive; ricalcolare la resistenza termica specifica totale di ciascun manufatto o di ciascun isolamento composto da più strati sovrapposti di resistenza termica specifica nota. Qualora sia fornita, per un determinato materiale, una correlazione tra la conduttività a 100 d dalla produzione e la conduttività ad un diverso numero di giorni dalla produzione, si possono ricalcolare i valori di m . — dioruro di polivinile espanso rigido in lastre ⁹⁾ — poliisilene ¹⁾ — espanso estruso in continuo, non reticolato — espanso estruso in continuo, reticolato — espanso estruso in continuo, reticolato — polistirene (contenuto di umidità in pareti interne ²⁾ da 1 a 2%, per applicazioni contro il terreno ³⁾ sino al 20%; per i prodotti estrusi i valori di umidità indicati devono essere circa dimezzati. La conduttività aumenta da 0,1 a 0,5% per ogni % di umidità) — espanso sinterizzato per alleggerimento strutture — espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi (conforme a UNI 7891, le masse volumiche sono quelle nominali indicate nella norma; conduttività di riferimento ricalcolate a 293 K e per 10 cm di spessore) — espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi | 30 | } 0,5 a 1 | 1 a 2 | 0,032 0,035 | 20 20 | 0,039 0,041 | |
| | 40 | | | | | | |
| | 30 | } 1,8 a 4,5 | 1,8 a 4,5 | 0,042 0,050 0,048 | 20 20 20 | 0,050 0,060 0,048 | |
| | 50 | | | | | | |
| | 33 | | | | | | |
| | 50 | } 1,8 a 4,5 | 1,8 a 4,5 | 0,048 | 20 | 0,058 | |
| | 15 | | | | | | |
| | 10 | | | | | | |
| | 15 | } 1,8 a 4,5 | 1,8 a 4,5 | 0,041 0,037 0,036 | 10 10 10 | 0,045 0,041 0,040 | |
| | 20 | | | | | | |
| 25 | | | | | | | |
| 30 | } 1,8 a 4,5 | 1,8 a 4,5 | 0,051 0,043 0,040 | 10 10 10 | 0,059 0,047 0,044 | | |
| 30 | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | |
| 30 | } 1,8 a 4,5 | 1,8 a 4,5 | 0,039 0,039 | 10 10 | 0,042 0,042 | | |
| 25 | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | |

(segue prospetto)

Caratteristiche edificio - PARETI

| STRUTTURA | | Muratura in doppia parete con due elementi forati da 12 cm e polistirene espanso sinter. da 5 cm. S= 33 cm, R _w =49, REI>=180 | | |
|-----------|--------|--|---------|-------|
| PE 103 | | | | |
| ns | comat | descrizione strati | s l r R | |
| LIT 1 | | Strato limitare della superficie verticale interna UNI 694b | 0,130 | |
| 1 | LIT 7 | Intonaco di calce e gesso | 0,01 | 0,7 |
| 2 | MUR 15 | Blocchi in laterizio forato di tamponamento 12/30 per esterni | 0,12 | 0,250 |
| 3 | I30 10 | Polistirene espanso sinterizzato da 25 Kalcine in lastre, conforme UNI 7891 | 0,05 | 0,04 |
| 4 | LIT 8 | Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno | 0,015 | 0,9 |
| 5 | MUR 15 | Blocchi in laterizio forato di tamponamento 12/30 per esterni | 0,12 | 0,250 |
| 6 | LIT 8 | Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno | 0,015 | 0,9 |
| LIT 2 | | Strato limitare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 694b | 0,040 | 0,040 |

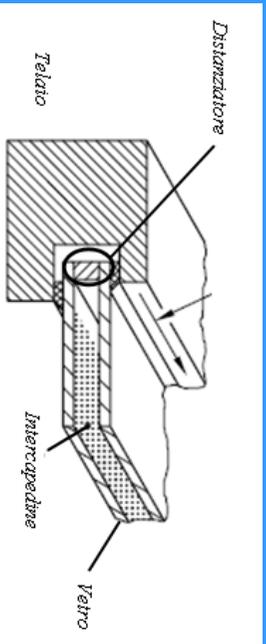


$$U = 0.508 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$$

Tabella 2.1 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache verticali espressa in W/m²K

| Zona climatica | Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m ² K) | Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m ² K) | Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m ² K) |
|----------------|--|--|--|
| A | 0,85 | 0,72 | 0,62 |
| B | 0,64 | 0,54 | 0,48 |
| C | 0,57 | 0,46 | 0,40 |
| D | 0,50 | 0,40 | 0,36 |
| E | 0,46 | 0,37 | 0,34 |
| F | 0,44 | 0,35 | 0,33 |

Caratteristiche edificio - FINESTRE



$$U_w = \frac{A_g U_g + A_t U_t + l_g \Psi_g}{A_g + A_t}$$

(vedi UNI 10077)



U = 3.22 (W/m²·K)

Tabella 4. Valori limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi espressa in W/m²·K

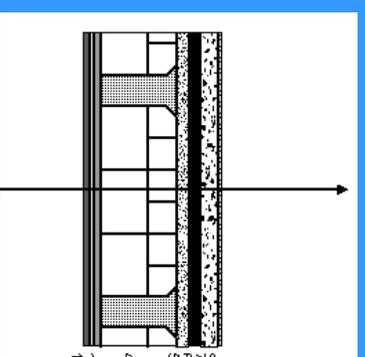
| Zona climatica | Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m²K) | Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m²K) | Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m²K) |
|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| A | 5,5 | 5,0 | 4,6 |
| B | 4,0 | 3,6 | 3,0 |
| C | 3,3 | 3,0 | 2,6 |
| D | 3,1 | 2,8 | 2,4 |
| E | 2,8 | 2,5 | 2,2 |
| F | 2,4 | 2,2 | 2,1 |

Caratteristiche edificio - SOFFITTO

STRUTTURA SOF 615

Copertura per mansarda in latero cemento con interposto isolamento in fibre di vetro, rivestimento in pino

| ns | colMat | descrizione strati | s | l | R |
|-------|--------|--|-------|-------|-------|
| ITR 4 | | Strato limitare della superficie orizzontale interna, calore ascendente | | | 0,100 |
| 1 | LEG 2 | Legno di pino con flusso termico perpendicolare alle fibre | 0,015 | 0,15 | 0,100 |
| 2 | INA 3 | Intercapedine d'aria non ventilata sp. 10 mm, superfici opache, flusso di calore | 0,01 | | 0,150 |
| 3 | INT 7 | Intonaco di calce e gesso | 0,015 | 0,7 | 0,021 |
| 4 | SOL 2 | Soletta mista da 16 cm, in laterizio +2, nevrature in cemento armato, 950 l/da | 0,18 | | 0,300 |
| 5 | CIS 2 | Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 2000 per pareti interne o esterne protette | 0,03 | 1,16 | 0,026 |
| 6 | IMP 3 | Bitume | 0,03 | 0,17 | 0,176 |
| 7 | ISO 3 | Pannelli rigidi in fibra di vetro da 100 Kcal/mc | 0,04 | 0,038 | 1,053 |
| 8 | CAR 4 | Cartone bitumato | 0,003 | 0,23 | 0,013 |



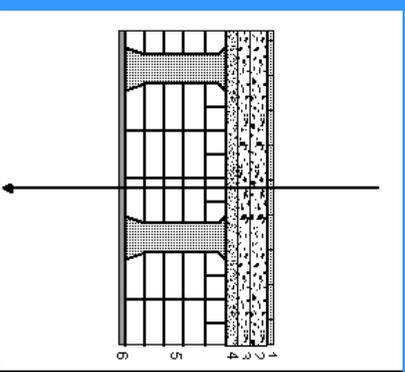
U = 0.5 (W/m²·K)

Tabella 3.1 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di copertura espressa in W/m²K

| Zona climatica | Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m²K) | Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m²K) | Dall' 1 gennaio 2010 U (W/m²K) |
|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| A | 0,80 | 0,42 | 0,38 |
| B | 0,60 | 0,42 | 0,38 |
| C | 0,55 | 0,42 | 0,38 |
| D | 0,46 | 0,35 | 0,32 |
| E | 0,43 | 0,32 | 0,30 |
| F | 0,41 | 0,31 | 0,29 |

Caratteristiche edificio - PAVIMENTO

| STRUTTURA | | Pavimento su portico, isolata con pannelli in polistirene, finitura in ceramica | | | |
|-----------|--------|--|-------|-------|-------|
| ns | coMat | descrizione strati | s | l | R |
| | LITR 7 | Strato limitare della superficie orizzontale interna, calore discendente | | | 0.170 |
| 1 | PAV 1 | Piastrelle di ceramica | 0.015 | 1 | 0.015 |
| 2 | 222 7 | Calcestruzzo di perlite e di vermiculite 250 di sottofondo | 0.04 | 0.13 | 0.308 |
| 3 | 130 11 | Polistirene espanso estruso da 35 Kq/mc con pelle impermeabile alta | 0.03 | 0.035 | 0.857 |
| 4 | CIS 6 | Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 2000 per pareti esterne non protette | 0.03 | 1.26 | 0.024 |
| 5 | SOL 7 | Solatio di tipo predalles, senza soletta cls, laterizio 12 cm, sp tot 24 cm; da intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno | 0.24 | | 0.280 |
| 6 | INT 8 | | 0.015 | 0.9 | 0.017 |



$$U = 0.54 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$$

Tabella 3.2 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di pavimento espressa in W/m²K

| Zona climatica | Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m ² K) | Dall' 1 gennaio 2008 U (W/m ² K) | Dall' 1 luglio 2010 U (W/m ² K) |
|----------------|--|--|---|
| A | 0.80 | 0.74 | 0.65 |
| B | 0.60 | 0.55 | 0.49 |
| C | 0.55 | 0.49 | 0.42 |
| D | 0.46 | 0.41 | 0.36 |
| E | 0.43 | 0.38 | 0.33 |
| F | 0.41 | 0.36 | 0.32 |

Calcolo carichi termici

Dispersioni per trasmissione :

$$Q_d = \sum_j U_j \cdot S_j \cdot (T_A - T_E) \cdot f$$

f: fattore di correzione per esposizione (UNI 7357)

| sud | sud-ovest | ovest | nord-ovest | nord | nord-est | est | sud-est |
|-----|-----------|-------|------------|-------|----------|-------|---------|
| — | 2÷5 | 5÷10 | 10÷15 | 15÷20 | 15÷20 | 10÷15 | 5÷10 |

Si deve inoltre tenere conto dei ponti termici (UNI EN ISO 14683); in prima approssimazione, il risultato precedente può essere incrementato del 10 %.

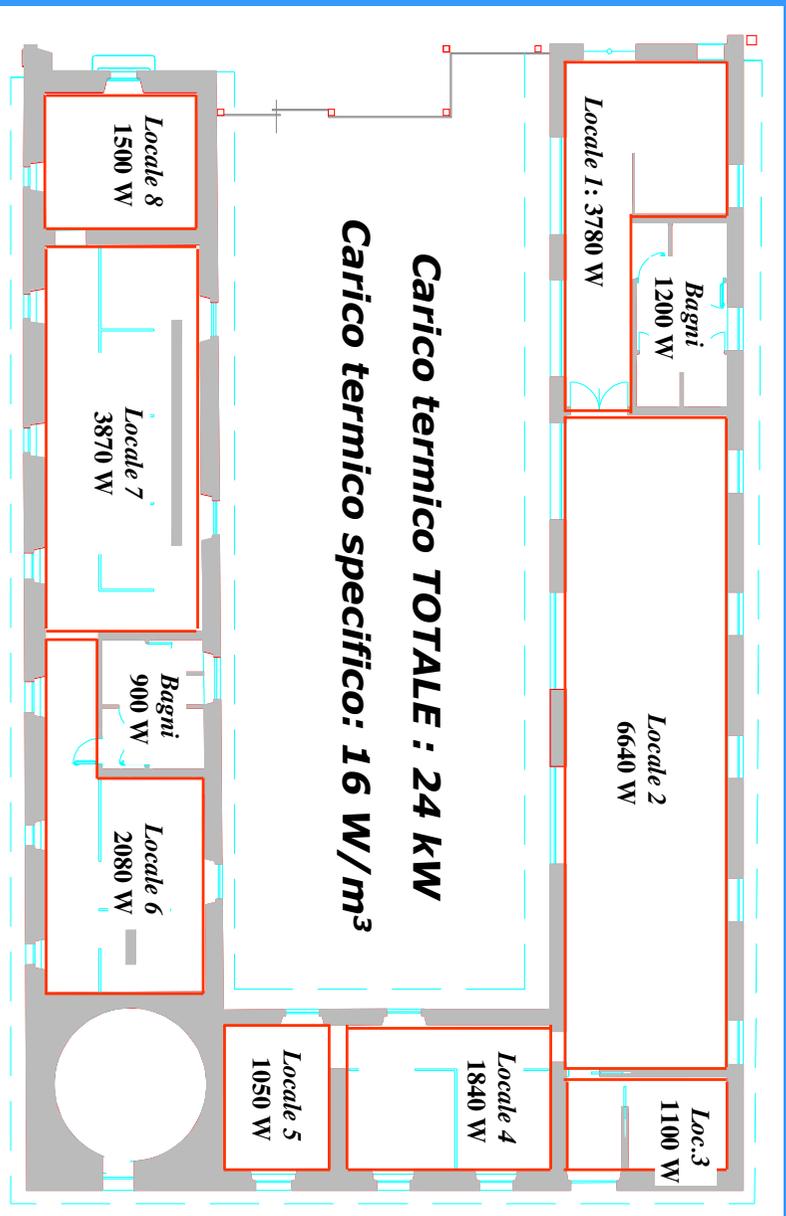
Dispersioni per ventilazione :

$$Q_d = m \cdot c_p \cdot (T_A - T_E) = nV \cdot \rho_a \cdot c_p \cdot (T_A - T_E)$$

$$n = 0.5 \quad \rho_a = 1.29 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$c_p = 1000 \text{ (J/kg}\cdot\text{K)}$$

Carichi termici



Carico termico TOTALE : 24 kW

Carico termico specifico: 16 W/m³

Selezione radiatori - ACCIAIO

| Altezza (mm) | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | COLONNE |
| 750 | | | | | | | | | | |
| Δt50 = W | 57,6 | 80,0 | 103,0 | 125,0 | 151,0 | | | | | |
| Δt60 = W | 73,64 | 101,82 | 131,13 | 159,34 | 192,95 | | | | | |
| Kcal/h=Δt50 | 49,5 | 68,8 | 88,6 | 108,0 | 130,0 | | | | | |
| Kcal/h=Δt60 | 62,89 | 87,57 | 112,77 | 137,46 | 169,90 | | | | | |
| Intensasse | 694 | 694 | 694 | 694 | 694 | | | | | |
| Cap. Litri | 0,73 | 1,09 | 1,44 | 1,80 | 2,20 | | | | | |
| Peso (Kg.) | 1,12 | 1,69 | 2,26 | 2,83 | 3,40 | | | | | |
| Esp. (n) | 1,309 | 1,323 | 1,325 | 1,346 | 1,344 | | | | | |

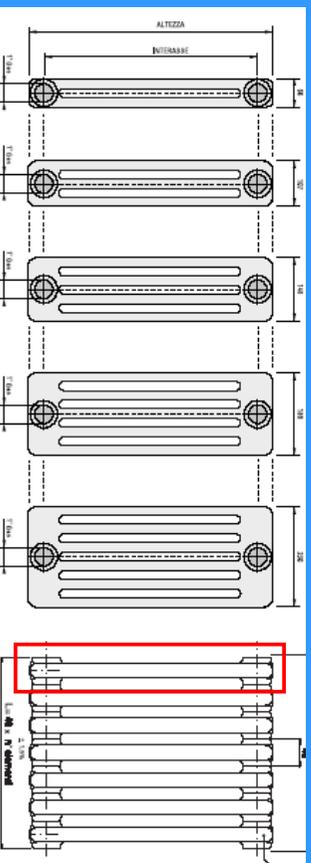
| Altezza (mm) | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| | COLONNE | |
| 900 | | | | | | | | | | |
| Δt50 = W | 68,1 | 94,6 | 121,0 | 146,0 | 176,0 | | | | | |
| Δt60 = W | 86,53 | 120,42 | 154,10 | 186,73 | 224,80 | | | | | |
| Kcal/h=Δt50 | 58,6 | 81,4 | 104,0 | 126,0 | 151,0 | | | | | |
| Kcal/h=Δt60 | 74,42 | 103,56 | 132,60 | 160,59 | 193,33 | | | | | |
| Intensasse | 844 | 844 | 844 | 844 | 844 | | | | | |
| Cap. Litri | 0,85 | 1,27 | 1,68 | 2,10 | 2,50 | | | | | |
| Peso (Kg.) | 1,33 | 2,01 | 2,68 | 3,36 | 4,03 | | | | | |
| Esp. (n) | 1,314 | 1,324 | 1,327 | 1,350 | 1,342 | | | | | |

| Altezza (mm) | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
| | COLONNE | |
| 1000 | | | | | | | | | | |
| Δt50 = W | 75,2 | 104,0 | 133,0 | 161,0 | 193,0 | | | | | |
| Δt60 = W | 95,61 | 132,40 | 169,47 | 206,95 | 246,44 | | | | | |
| Kcal/h=Δt50 | 64,7 | 89,4 | 114,0 | 138,0 | 166,0 | | | | | |
| Kcal/h=Δt60 | 82,22 | 113,86 | 145,75 | 177,12 | 211,94 | | | | | |
| Intensasse | 944 | 944 | 944 | 944 | 944 | | | | | |
| Cap. Litri | 0,93 | 1,39 | 1,84 | 2,30 | 2,80 | | | | | |
| Peso (Kg.) | 1,48 | 2,22 | 2,96 | 3,71 | 4,46 | | | | | |
| Esp. (n) | 1,317 | 1,324 | 1,329 | 1,350 | 1,341 | | | | | |

$$\Delta t = t_m - t_A = \left(\frac{t_{in} + t_{out}}{2} \right) - t_A$$

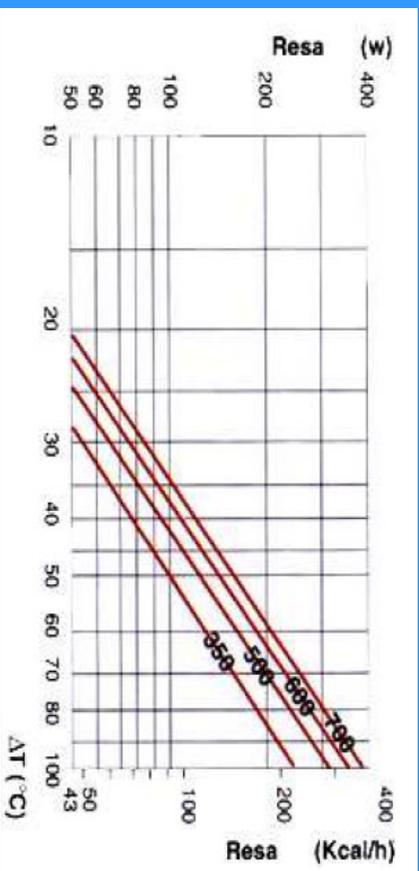
$$\Delta t = \left(\frac{2 \cdot t_{in} - 10}{2} \right) - t_A$$

$$\Delta t = \left(\frac{2 \cdot 75 - 10}{2} \right) - 20 = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$$



Selezione radiatori - ALLUMINIO

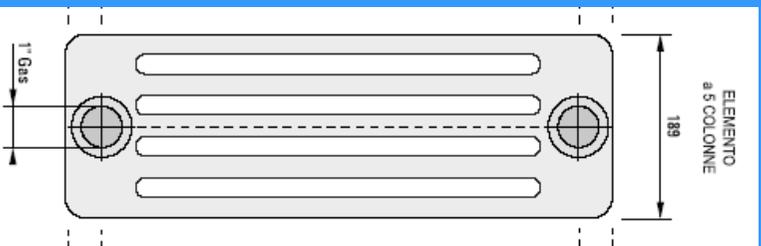
| Articolo | Elementi | Interasse h (mm) | Resa DIN 4704 (w) | Resa DIN 4704 (Kcal/h) | Resa DIN 4704 (w) $\Delta T = 50^{\circ}C$ | Resa DIN 4704 (Kcal/h) |
|----------|----------|---------------------|----------------------|---------------------------|---|---------------------------|
| R805/4 | 4 | 600 | 768 | 660 | 598 | 514 |
| R805/5 | 5 | 600 | 960 | 825 | 747 | 642 |
| R805/6 | 6 | 600 | 1152 | 990 | 897 | 771 |
| R805/8 | 8 | 600 | 1536 | 1321 | 1196 | 1028 |
| R805/10 | 10 | 600 | 1921 | 1652 | 1495 | 1286 |
| R805/12 | 12 | 600 | 2305 | 1982 | 1794 | 1543 |
| R807/4 | 4 | 700 | 871 | 749 | 676 | 581 |
| R807/5 | 5 | 700 | 1089 | 936 | 845 | 727 |
| R807/6 | 6 | 700 | 1306 | 1123 | 1014 | 872 |
| R807/8 | 8 | 700 | 1742 | 1498 | 1352 | 1163 |
| R807/10 | 10 | 700 | 2178 | 1873 | 1691 | 1454 |
| R807/12 | 12 | 700 | 2613 | 2247 | 2029 | 1745 |



Selezione radiatori - ACCIAIO

| Altezza (mm) | COLONNE COLONNE COLONNE COLONNE COLONNE | | | | | |
|----------------------|---|--------|--------|--------|--------|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 1000 | | | | | | |
| $\Delta T50 = W$ | 75,2 | 104,0 | 133,0 | 161,0 | 193,0 | |
| $\Delta T60 = W$ | 95,61 | 132,40 | 169,47 | 206,95 | 246,44 | |
| Kcal/h= $\Delta T50$ | 64,7 | 89,4 | 114,0 | 138,0 | 166,0 | |
| Kcal/h= $\Delta T60$ | 82,22 | 113,86 | 145,75 | 177,12 | 211,94 | |
| Interasse | 944 | 944 | 944 | 944 | 944 | |
| Cap. Litri | 0,93 | 1,39 | 1,84 | 2,30 | 2,80 | |
| Peso (Kg.) | 1,48 | 2,22 | 2,96 | 3,71 | 4,46 | |
| Esp. (n) | 1,317 | 1,324 | 1,329 | 1,350 | 1,341 | |

| Altezza (mm) | COLONNE COLONNE COLONNE COLONNE COLONNE | | | | | |
|----------------------|---|--------|--------|--------|--------|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 750 | | | | | | |
| $\Delta T50 = W$ | 57,6 | 80,0 | 103,0 | 125,0 | 151,0 | |
| $\Delta T60 = W$ | 73,64 | 101,82 | 131,13 | 159,84 | 192,95 | |
| Kcal/h= $\Delta T50$ | 49,5 | 68,8 | 88,6 | 108,0 | 130,0 | |
| Kcal/h= $\Delta T60$ | 62,89 | 87,57 | 112,77 | 137,46 | 169,90 | |
| Interasse | 694 | 694 | 694 | 694 | 694 | |
| Cap. Litri | 0,73 | 1,09 | 1,44 | 1,80 | 2,20 | |
| Peso (Kg.) | 1,12 | 1,69 | 2,26 | 2,83 | 3,40 | |
| Esp. (n) | 1,309 | 1,323 | 1,325 | 1,348 | 1,344 | |



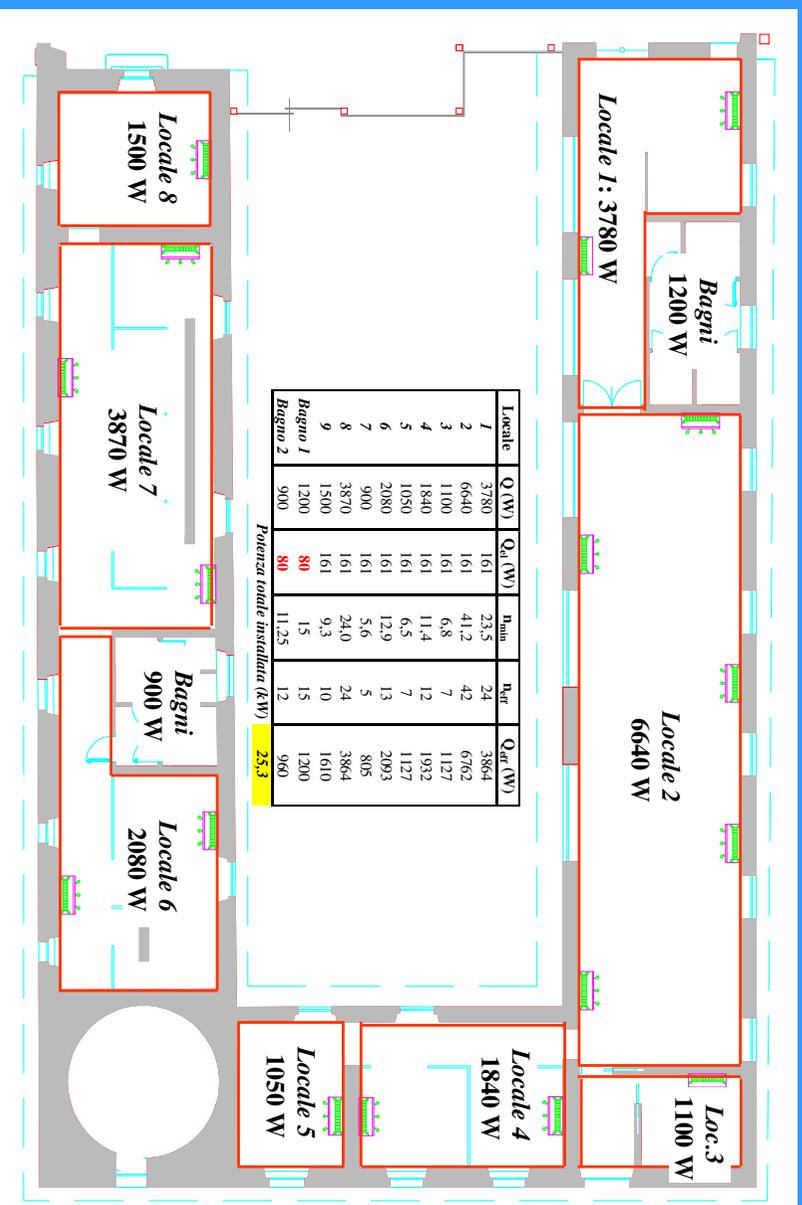
$$\eta_{\min} = \frac{Q}{Q_{el}}$$

$$Q_{\text{eff}} = \eta_{\text{eff}} \cdot Q_{\text{el}}$$

| Locale | Q (W) | Q _{el} (W) | η_{\min} | η_{eff} | Q _{eff} (W) |
|---------|-------|---------------------|---------------|---------------------|----------------------|
| 1 | 3780 | 161 | 23,5 | 24 | 3864 |
| 2 | 6640 | 161 | 41,2 | 42 | 6762 |
| 3 | 1100 | 161 | 6,8 | 7 | 1127 |
| 4 | 1840 | 161 | 11,4 | 12 | 1932 |
| 5 | 1050 | 161 | 6,5 | 7 | 1127 |
| 6 | 2080 | 161 | 12,9 | 13 | 2093 |
| 7 | 900 | 161 | 5,6 | 5 | 805 |
| 8 | 3870 | 161 | 24,0 | 24 | 3864 |
| 9 | 1500 | 161 | 9,3 | 10 | 1610 |
| Bagno 1 | 1200 | 80 | 15 | 15 | 1200 |
| Bagno 2 | 900 | 80 | 11,25 | 12 | 960 |

Potenza totale installata (KW) **25,3**

Disposizione radiatori



Tubazioni di collegamento



Rame nudo in rotoli

| De (mm) | s (mm) |
|---------|--------|
| 10 | 1,0 |
| 12 | 1,0 |
| 14 | 1,0 |
| 16 | 1,0 |
| 18 | 1,0 |
| 22 | 1,5 |

Rame nudo in verghe

| De (mm) | s (mm) |
|---------|--------|
| 28 | 1,5 |
| 35 | 1,5 |
| 42 | 1,5 |
| 54 | 1,5 |

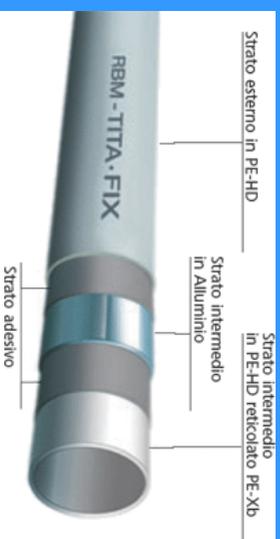
Vantaggi del tubo in rame (rispetto all'acciaio):

1. Maggiore facilità di posa (i tubi di diametro limitato si possono curvare);
2. Minori perdite di carico (a parità di diametro);
3. Maggiore durata e igienicità;
4. Purtroppo i costi sono parecchio più elevati !!

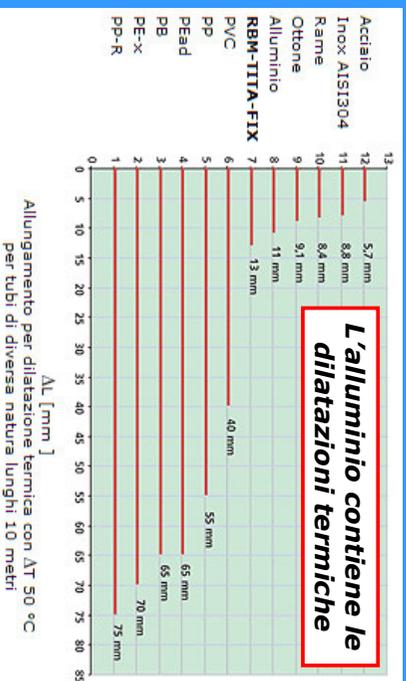
Tubazioni di collegamento

Tubo multistrato Pex-Al-Pex

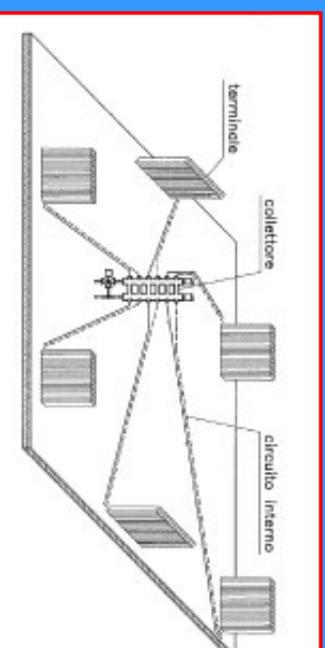
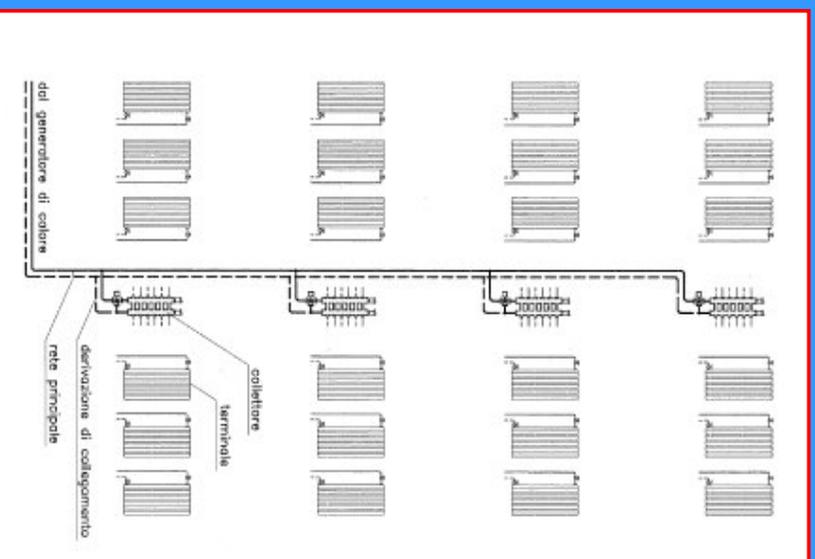
| Denominaz. | Di (mm) | s (mm) | De (mm) |
|------------|---------|--------|---------|
| DN 10 | 10 | 2,0 | 14 |
| DN 12 | 12 | 2,0 | 16 |
| DN 15 | 15 | 3,0 | 20 |
| DN 20 | 20 | 3,0 | 26 |
| DN 26 | 26 | 3,0 | 32 |
| DN 32 | 32 | 4,0 | 40 |



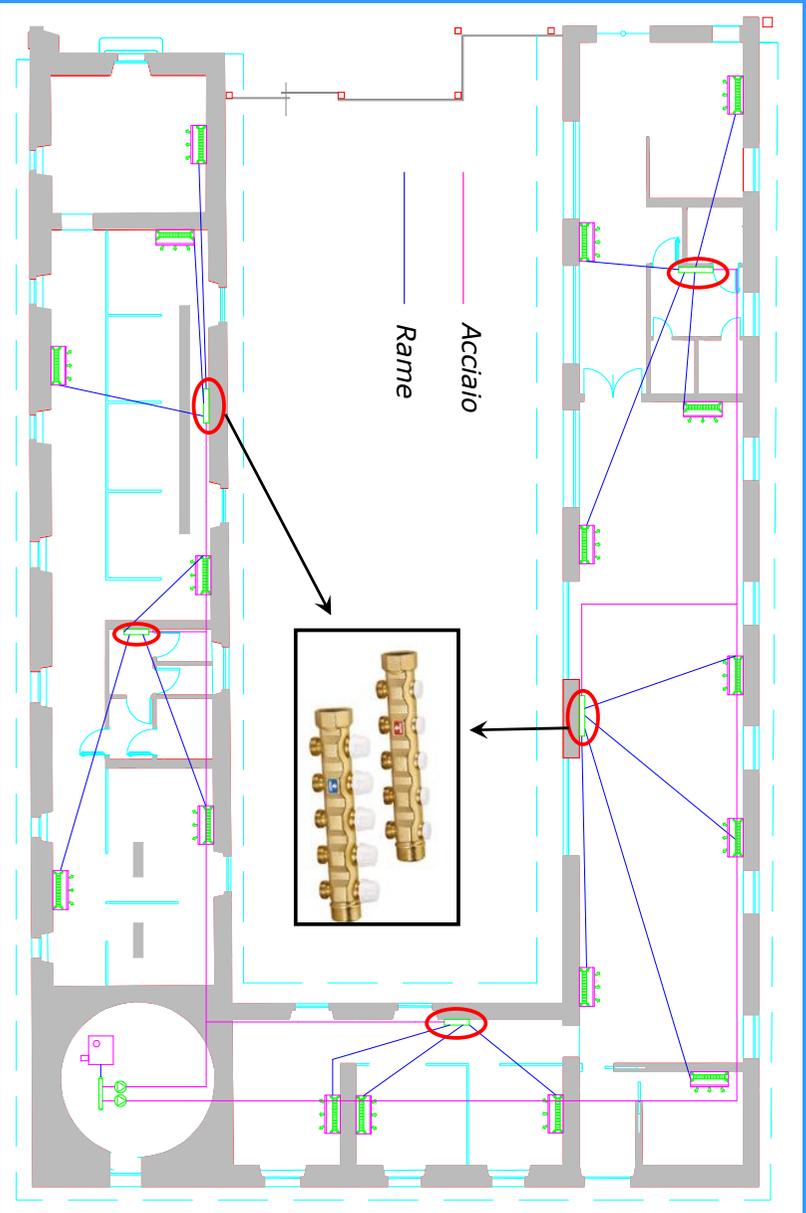
Si utilizza PE reticolato (PEX) a causa delle alte temperature (ca. 80°C)



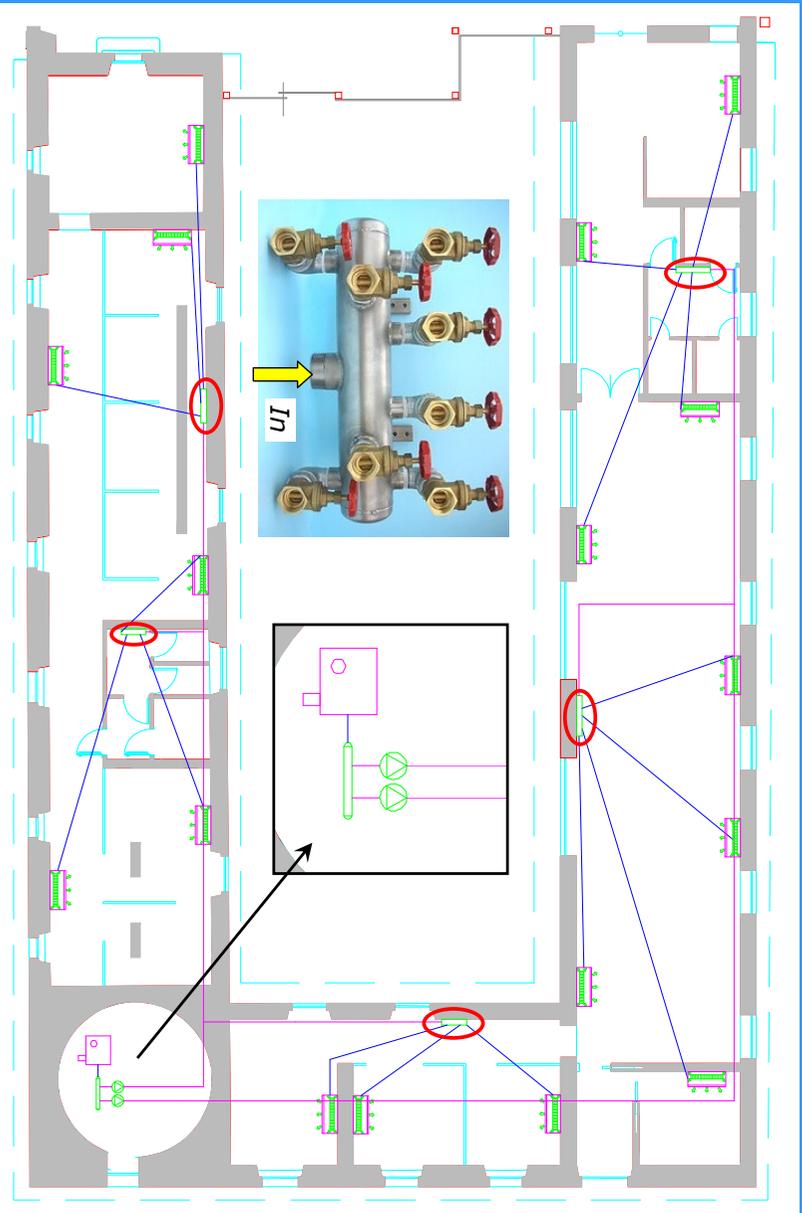
I collettori complanari



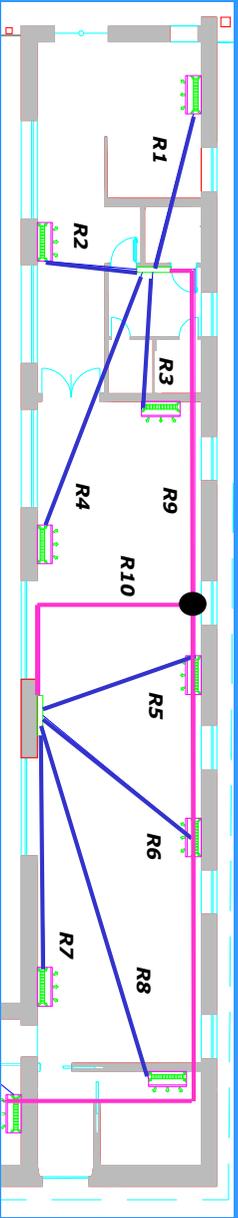
Layout tubazoni



Layout tubazoni



Dimensionamento tubazioni



$$\Delta p_{R1} + \Delta p_{rad} + \Delta p_{coil} + \Delta p_{R9} \approx \Delta p_{R5} + \Delta p_{rad} + \Delta p_{coil} + \Delta p_{R10}$$

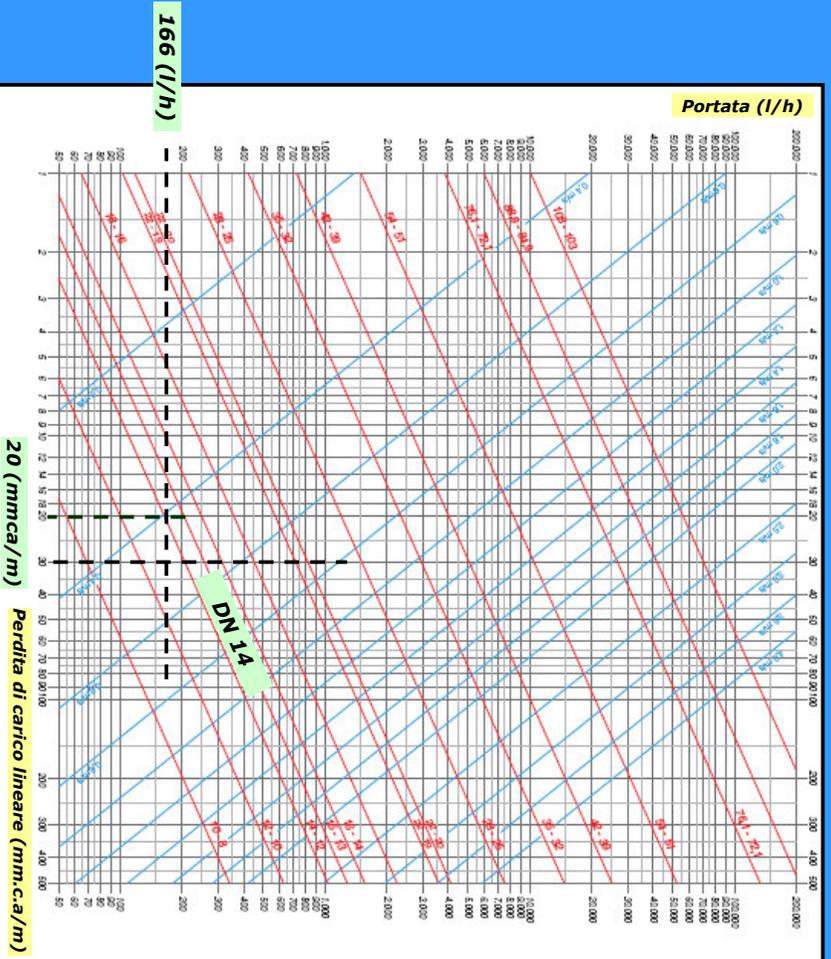
| Ramo | Q_{rad} (W) | m_w (l/h) | L (m) |
|------|---------------|-------------|-------|
| R1 | 1932 | 166,2 | 11 |
| R2 | 1932 | 166,2 | 6,6 |
| R3 | 1288 | 110,8 | 9,6 |
| R4 | 1288 | 110,8 | 17 |
| R5 | 1288 | 110,8 | 11 |
| R6 | 1449 | 124,6 | 13,4 |
| R7 | 1449 | 124,6 | 15,6 |
| R8 | 1127 | 96,9 | 23 |

| | | |
|-----------------------|-------|----|
| Totale ramo R9 (l/h) | 553,8 | 23 |
| Totale ramo R10 (l/h) | 456,9 | 16 |

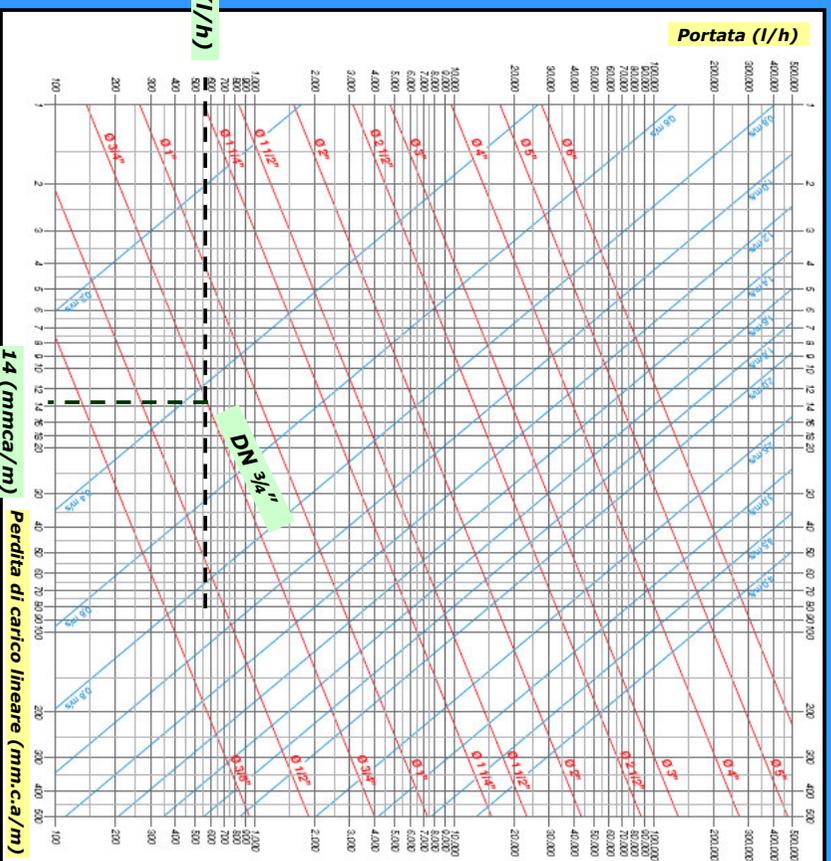
Portata d'acqua ai radiatori

$$m_w = \frac{Q_{rad} \text{ (W)}}{4186 \left(\frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \right) \cdot 10(^{\circ}C)} \cdot 3600 \left(\frac{s}{h} \right)$$

Perdite di carico distribuite -rame



Perdite di carico distribuite - acciaio



Dimensionamento tubazioni

Perdite di carico concentrate

Si introduce il concetto di
LUNGHEZZA EQUIVALENTE

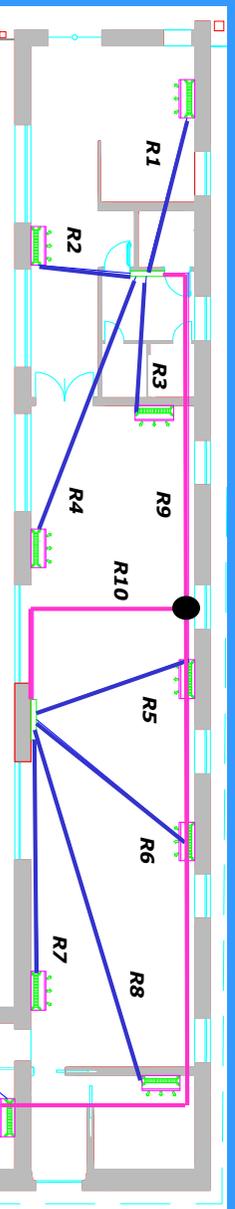
| | |
|--------------|----------|
| Gomito a 90° | 0,75 (m) |
| Radiatore | 2,3 (m) |
| Caldaia | 3 (m) |
| Collettore | 4 (m) |

Perdite di carico TOTALI

Ramo R1 : $DN = 14 \text{ mm}$ ($\Delta p/l$) = 200 (Pa/m)

$L_{tot} = (11 + 2.3 + 6.0.75) = 17.8 \text{ m}$

→ $\Delta p = 3560 \text{ (Pa)}$



Dimensionamento tubazioni

Perdite di carico concentrate

Si introduce il concetto di LUNGHEZZA EQUIVALENTE

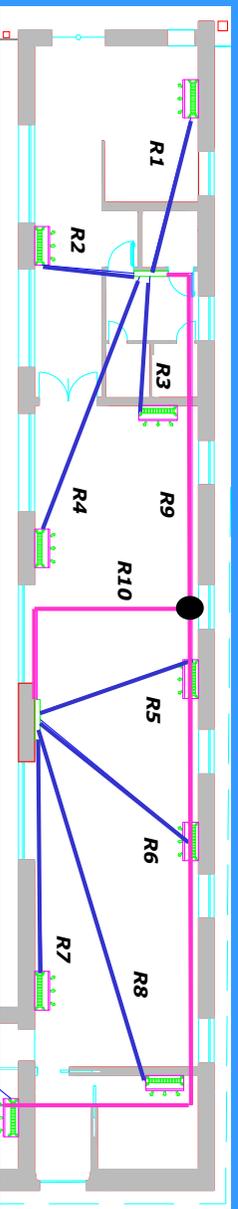
| | |
|--------------|----------|
| Gomito a 90° | 0,75 (m) |
| Radiatore | 2,3 (m) |
| Caldaia | 3 (m) |
| Collettore | 4 (m) |

Perdite di carico TOTALI

Ramo R3 : $DN = 12 \text{ mm}$ ($\Delta p/L$) = 230 (Pa/m)

$$L_{tot} = (9.6 + 2.3 + 6 \cdot 0.75) = 16.4 \text{ m}$$

→ $\Delta p = 3770 \text{ (Pa)}$



Dimensionamento tubazioni

Perdite di carico concentrate

Si introduce il concetto di LUNGHEZZA EQUIVALENTE

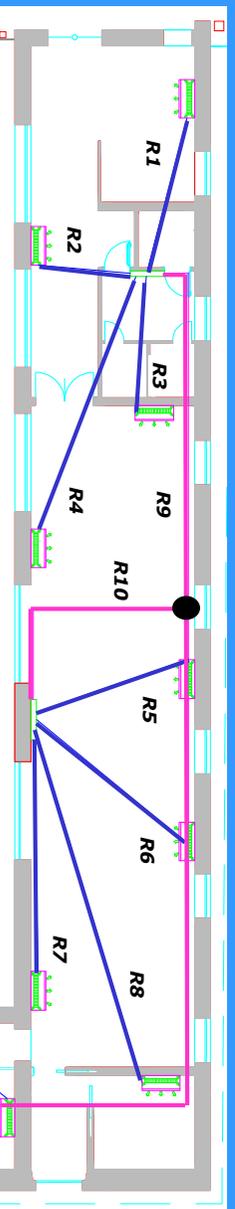
| | |
|--------------|----------|
| Gomito a 90° | 0,75 (m) |
| Radiatore | 2,3 (m) |
| Caldaia | 3 (m) |
| Collettore | 4 (m) |

Perdite di carico TOTALI

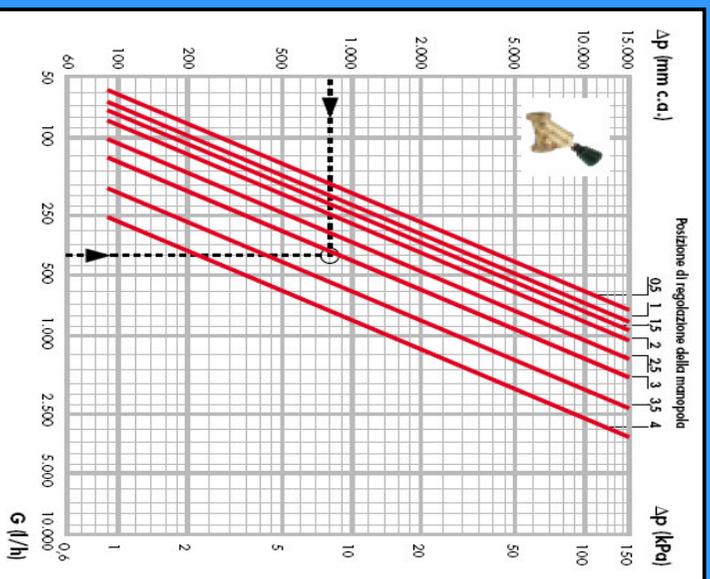
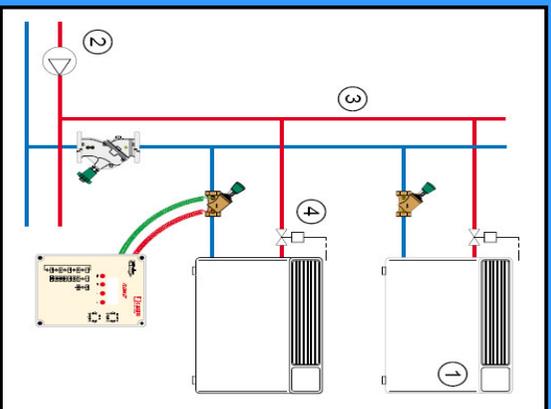
Ramo R9 : $DN = 3/4''$ ($\Delta p/L$) = 160 (Pa/m)

$$L_{tot} = (23 + 4 + 4 \cdot 0.75) = 30 \text{ m}$$

→ $\Delta p = 4800 \text{ (Pa)}$



Valvole di taratura - bilanciamento



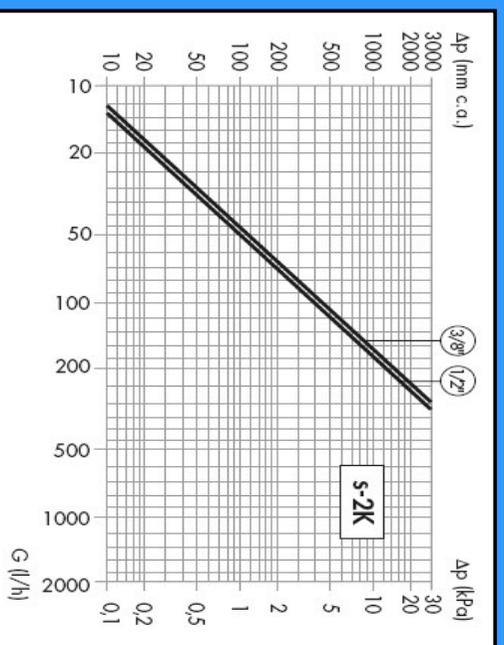
Valvole termostatiche



Funzione

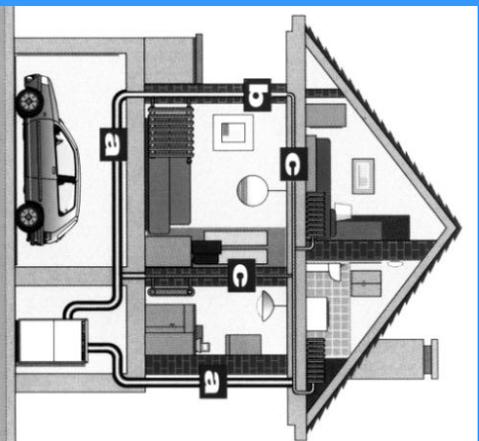
Le valvole termostatiche sono tipicamente impiegate per la regolazione del fluido ai radiatori degli impianti di riscaldamento. Esse sono dotate di un elemento regolatore di comando che, intervenendo automaticamente sull'apertura della valvola, mantiene costante, al valore impostato, la temperatura ambiente del locale in cui sono installate. In questo modo si evitano indesiderati incrementi di temperatura e si ottengono consistenti risparmi energetici.

Queste valvole sono dotate di un particolare codolo con tenuta idraulica in gomma che permette il collegamento al radiatore in modo veloce e sicuro, senza l'ausilio di altro mezzo sigillante.



Isolamento tubazioni

Spessore minimo isolante (DPR 412/93 – Allegato B)



| Conducibilità termica utile isolante (W/mK) | Diametro esterno della tubazione (mm) | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | < 20 | 20-39 | 40-59 | 60-79 | 80-99 | > 100 |
| 0,030 | 13 | 19 | 26 | 33 | 37 | 40 |
| 0,032 | 14 | 21 | 29 | 36 | 40 | 44 |
| 0,034 | 15 | 23 | 31 | 39 | 44 | 48 |
| 0,036 | 17 | 25 | 34 | 43 | 47 | 52 |
| 0,038 | 18 | 28 | 37 | 46 | 51 | 56 |
| 0,040 | 20 | 30 | 40 | 50 | 55 | 60 |
| 0,042 | 22 | 32 | 43 | 54 | 59 | 64 |
| 0,044 | 24 | 35 | 46 | 58 | 63 | 69 |
| 0,046 | 26 | 38 | 50 | 62 | 68 | 74 |
| 0,048 | 28 | 41 | 54 | 66 | 72 | 79 |
| 0,050 | 30 | 44 | 58 | 71 | 77 | 84 |

a. Cantina, garage, esterno, etc.

b. Montanti al di qua dell'isolante (-50%)

c. Tubazioni in strutture interne (-70%)

Tubi in Rame fino a
D_e = 22 m preisolati !!!



Isolante a celle chiuse a base di gomma sintetica

Scelta caldaia

Max portata di combustibile

$$\dot{V}_c = \frac{Q_{caldaia}}{H_1 \cdot \rho_c} = \frac{25.3 (kW)}{50000 (kJ/kg) \cdot 0.71 (kg/m^3)} = 2.6 \left(\frac{m^3}{h} \right)$$



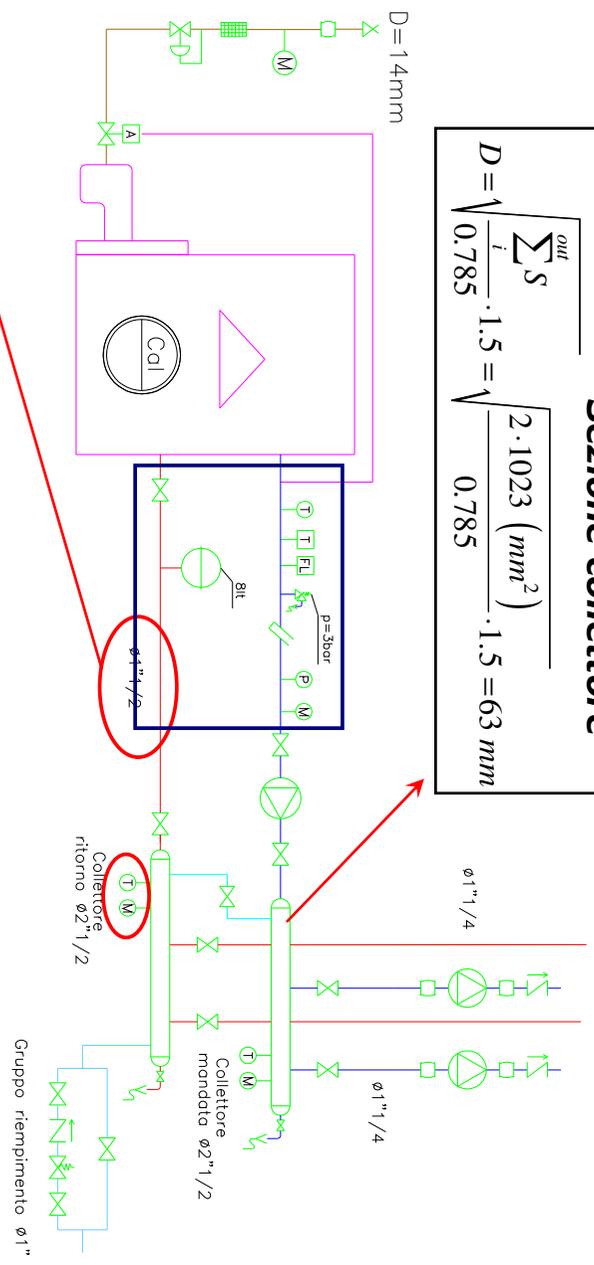
| Dati tecnici atmovIT | Unità | atmovIT | | | | | atmovIT esclusiv | |
|---|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|-------------|
| | | VK I 250/1-3 | VK I 320/1-3 | VK I 410/1-3 | VK I 480/1-3 | VK I 560/1-3 | VK I 314/8-E | VK I 474/8E |
| Potenza termica al focolare (Q _N) | kW | 275 | 34,8 | 45,0 | 53,8 | 61,5 | 34,8 | 52,2 |
| Potenza termica nominale (P _n) | kW | 25,0 | 31,5 | 41,0 | 48,9 | 56,0 | 31,7 | 47,7 |
| Rendim. termico utile alla potenza nominale | % | 91,0 | 91,0 | 91,0 | 91,0 | 91,0 | 94,0 | 94,0 |
| Temperatura in andata minima/massima | °C | 30/83 | 30/83 | 30/83 | 30/83 | 30/83 | 30/83 | 30/83 |
| Altezza | mm | 870 | 870 | 870 | 870 | 870 | 870 | 870 |
| Profondità | mm | 620 | 620 | 645 | 645 | 645 | 755 | 755 |
| Larghezza | mm | 520 | 585 | 585 | 720 | 820 | 720 | 820 |
| Peso a vuoto | kg | 102 | 122 | 142 | 162 | 182 | 142 | 182 |
| Certificazione | CE | 0085BN0611 | 0085BN0611 | 0085BN0611 | 0085BN0611 | 0085BN0611 | 0085BN0563 | 0085BN0563 |

Nota: al modello VKI 320/1-3 può essere aggiunto l'art. 309275 (S-Klt), comprendente pompa, vaso di espansione, valvola di sicurezza e manometro.

Schema di centrale

Sezione collettore

$$D = \sqrt{\frac{\sum_i^{out} S}{0.785}} \cdot 1.5 = \sqrt{\frac{2 \cdot 1023 \text{ (mm}^2\text{)}}{0.785}} \cdot 1.5 = 63 \text{ mm}$$



$$m_w = \frac{Q_{caldaia} \text{ (W)}}{4186 \left(\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}} \right) \cdot 10 \text{ (°C)}} = 0.61 \text{ (kg/s)}$$



$$D = 1'' 1/2$$

Vasi di espansione

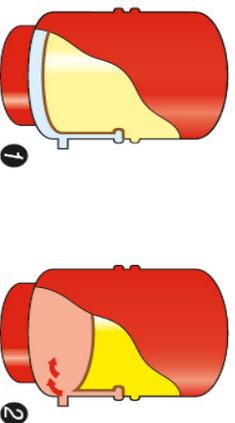
TAB. 1 - CARATTERISTICHE DEI TUBI IN ACCIAIO, diametri in pollici

| diametro pollici | diametro esterno mm | diametro interno mm | superficie esterna m ² /m | sezione interna mm ² | contenuto acqua l/m | peso tubo nero kg/m | peso tubo zincato kg/m |
|------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|
| 3/8" | 16,7 | 12,7 | 0,052 | 127 | 0,13 | 0,72 | 0,78 |
| 1/2" | 21,0 | 16,3 | 0,066 | 209 | 0,21 | 1,08 | 1,16 |
| 3/4" | 26,4 | 21,7 | 0,083 | 370 | 0,37 | 1,39 | 1,48 |
| 1" | 33,2 | 27,4 | 0,104 | 589 | 0,59 | 2,17 | 2,30 |
| 1 1/4" | 41,9 | 36,1 | 0,132 | 1.023 | 1,02 | 2,79 | 2,95 |
| 1 1/2" | 47,8 | 42,0 | 0,150 | 1.385 | 1,38 | 3,21 | 3,40 |
| 2" | 59,6 | 53,1 | 0,187 | 2.213 | 2,21 | 4,51 | 4,77 |
| 2 1/2" | 75,2 | 68,7 | 0,236 | 3.705 | 3,70 | 5,76 | 6,12 |
| 3" | 87,9 | 80,6 | 0,276 | 5.100 | 5,10 | 7,58 | 8,03 |
| 4" | 113,0 | 104,9 | 0,355 | 8.638 | 8,64 | 10,88 | 11,58 |
| 5" | 138,5 | 128,8 | 0,435 | 13.023 | 13,02 | 15,98 | 16,88 |
| 6" | 163,9 | 154,2 | 0,515 | 18.665 | 18,67 | 19,01 | 20,02 |

Vasi di espansione

Funzione

I vasi d'espansione sono dei dispositivi atti alla compensazione dell'aumento di volume dell'acqua dovuto all'innalzamento della temperatura della stessa, sia negli impianti di riscaldamento che in quelli di produzione di acqua calda sanitaria. Essi vengono utilizzati anche come autoclavi negli impianti di distribuzione idrosanitari.



Vaso d'espansione

Il vaso di espansione chiuso a membrana (diaphragma) è costituito da un contenitore chiuso suddiviso in due parti da una membrana che separa l'acqua dal gas (in genere azoto) e che agisce da compensatore della dilatazione.

A seguito dell'incremento di temperatura, nel vaso si produce un aumento di pressione rispetto al valore di precarica a freddo (fig. 1), fino a raggiungere il valore corrispondente alla massima dilatazione (fig. 2).

Metodo di dimensionamento

Impianti di riscaldamento

La capacità di un vaso d'espansione chiuso a membrana (diaphragma) per impianti di riscaldamento viene calcolata applicando la seguente formula:

$$V = \frac{e \cdot C}{1 - P_1}$$

dove:

V = Volume del vaso (l)

e = coefficiente di espansione dell'acqua. Calcolato in base alla massima differenza tra la temperatura dell'acqua ad impianto freddo e quella massima d'esercizio. **In pratica, per il riscaldamento, si assume il valore convenzionale di 0,035.**

C = contenuto di acqua dell'impianto (l).

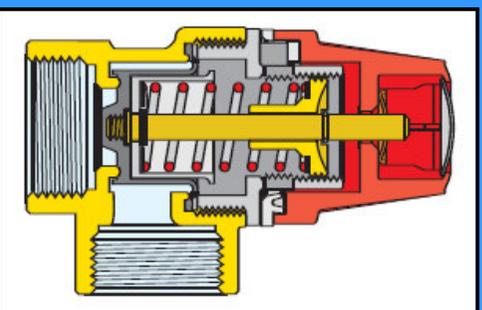
P₁ = pressione assoluta iniziale, (bar) alla guida alla quale è installato il vaso, rappresentata da pressione idrostatica + 0,3 bar + pressione atmosferica (1 bar). In pratica è la pressione di precarica del vaso aumentata di 1 bar.

P_f = pressione assoluta finale, (bar) rappresentata dalla pressione massima di esercizio dell'impianto + pressione atmosferica (1 bar). In pratica è la pressione di taratura della valvola di sicurezza aumentata di 1 bar.

Tabella coefficiente "e", al variare della temperatura, relativo alla temperatura di 4 °C. (ρ = 1000 kg/m³)

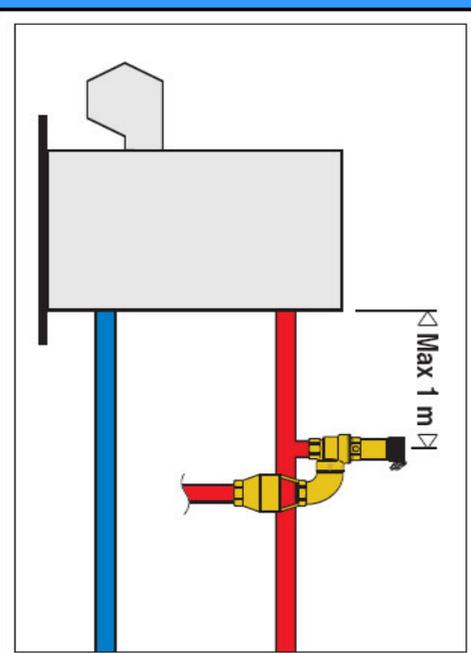
| T (°C) | coeff. "e" | T (°C) | coeff. "e" | T (°C) | coeff. "e" |
|--------|------------|--------|------------|--------|------------|
| 0 | 0,00013 | 40 | 0,00782 | 75 | 0,02575 |
| 10 | 0,00025 | 45 | 0,00984 | 80 | 0,02898 |
| 15 | 0,00085 | 50 | 0,01207 | 85 | 0,03236 |
| 20 | 0,00180 | 55 | 0,01447 | 90 | 0,03590 |
| 25 | 0,00289 | 60 | 0,01704 | 95 | 0,03958 |
| 30 | 0,00425 | 65 | 0,01979 | 100 | 0,04342 |
| 35 | 0,00582 | 70 | 0,02289 | | |

Valvole di sicurezza

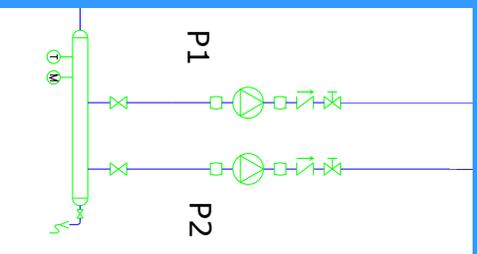


Impianto di riscaldamento

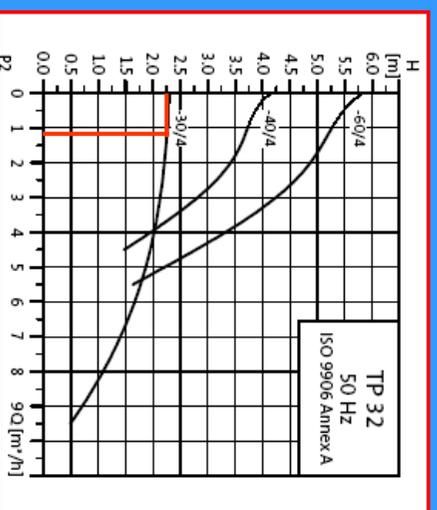
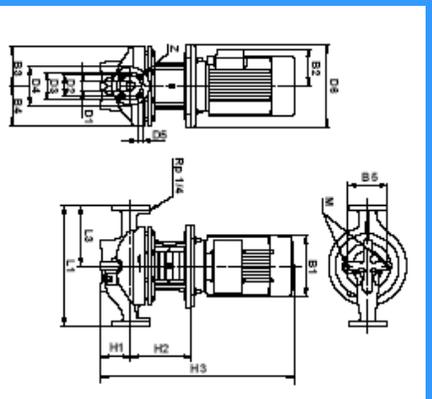
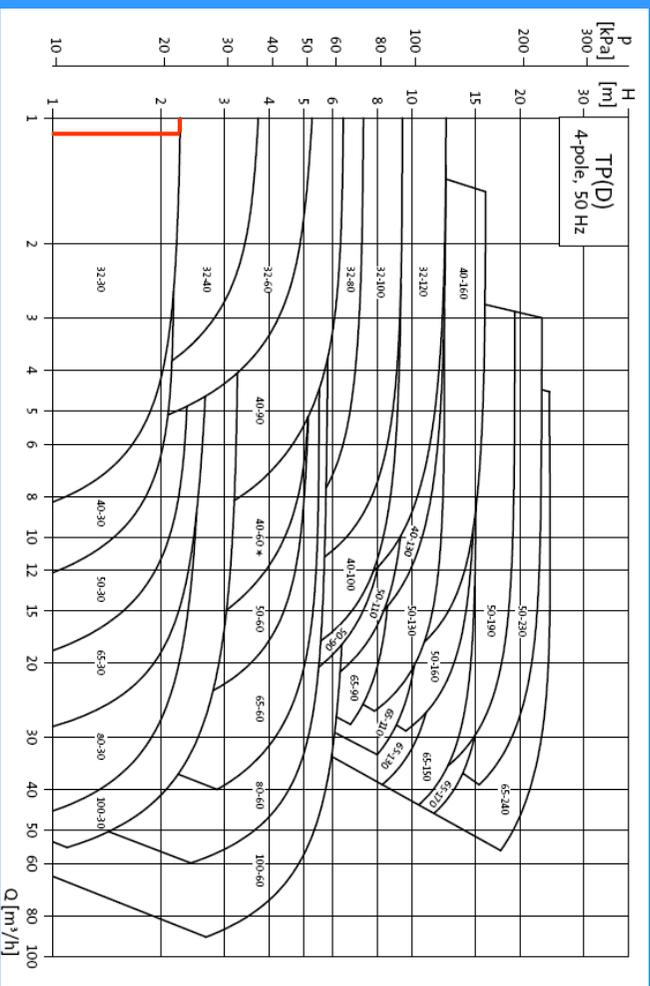
Le valvole di sicurezza devono essere installate sulla sommità del generatore o sulla tubazione di uscita ad una distanza non superiore ad un metro dal generatore (Raccolta R). La tubazione di collegamento della valvola di sicurezza al generatore non deve essere intercettabile.



Scelta e dimensionamento pompa



| | |
|----------------------|----------------------|
| P1 | P2 |
| 1150 (l/h) | 1000 (l/h) |
| 23 (kPa) | 21.5 (kPa) |

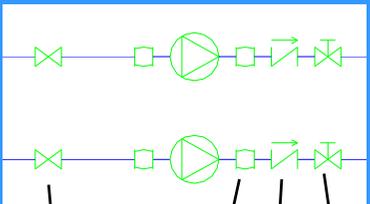


Scelta e dimensionamento pompa

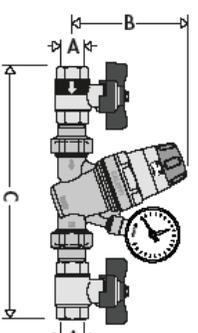
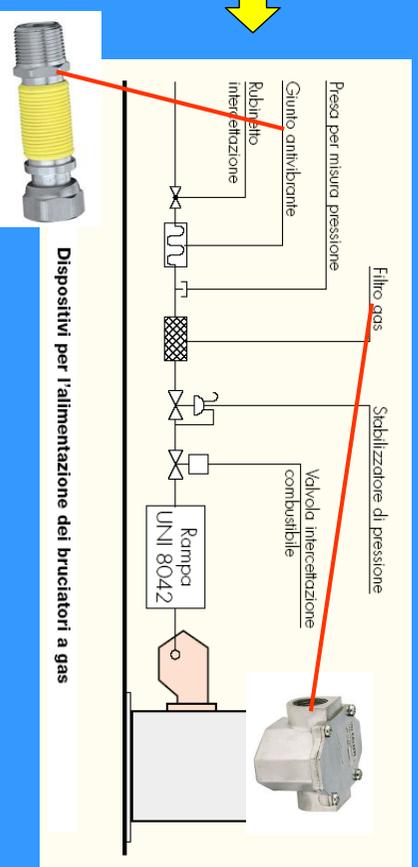
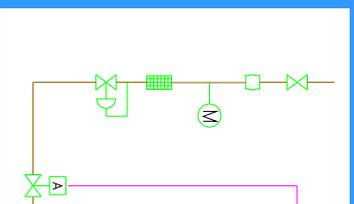
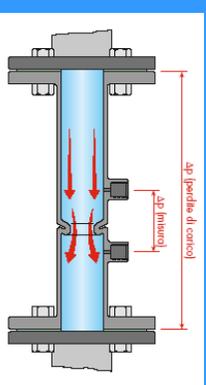
| Modello pompa | Motore [kW] | PN | Dimensioni [mm] | | | | | | | |
|----------------|-------------|------|-----------------|----|--------|-----|-------|-----|-----|-----|
| | | | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | B1 | B2 |
| TP(D) 32-30/4 | 0,12 | 6/10 | 32 | 76 | 90/100 | 140 | 14/19 | - | 118 | 101 |
| TP(D) 32-40/4 | 0,25 | 6/10 | 32 | 76 | 90/100 | 140 | 14/19 | - | 142 | 133 |
| TP(D) 32-60/4 | 0,25 | 6/10 | 32 | 76 | 90/100 | 140 | 14/19 | - | 142 | 133 |
| TP(D) 32-80/4 | 0,25 | 16 | 32 | 78 | 100 | 140 | 18 | 170 | 141 | 109 |
| TP(D) 32-100/4 | 0,37 | 16 | 32 | 78 | 100 | 140 | 18 | 170 | 141 | 109 |
| TP(D) 32-120/4 | 0,55 | 16 | 32 | 78 | 100 | 140 | 18 | 200 | 141 | 109 |



Componentistica



- Saracinesca / Valvola di regolazione
- Valvola di ritegno
- Giunto antivibrante
- Saracinesca



| Codice | A | B | C | Peso (kg) |
|------------|------|-----|-----|-----------|
| 554040/140 | 1/2" | 112 | 204 | 1,72 |
| 554150 | 3/4" | 112 | 232 | 1,9 |

Gruppo di riempimento

Il gruppo di riempimento automatico è un dispositivo composto da un riduttore di pressione a sede compensata, un filtro in entrata, un rubinetto di intercettazione ed una valvola di ritegno.

Va installato sulla tubazione di adduzione dell'acqua negli impianti di riscaldamento a circuito chiuso, e la sua funzione principale è quella di mantenere stabile la pressione dell'impianto, ad un valore impostato, provvedendo automaticamente al reintegro dell'acqua mancante. Dopo l'installazione, durante la fase di riempimento o di reintegro, l'alimentazione si arresterà al raggiungimento della pressione di taratura.

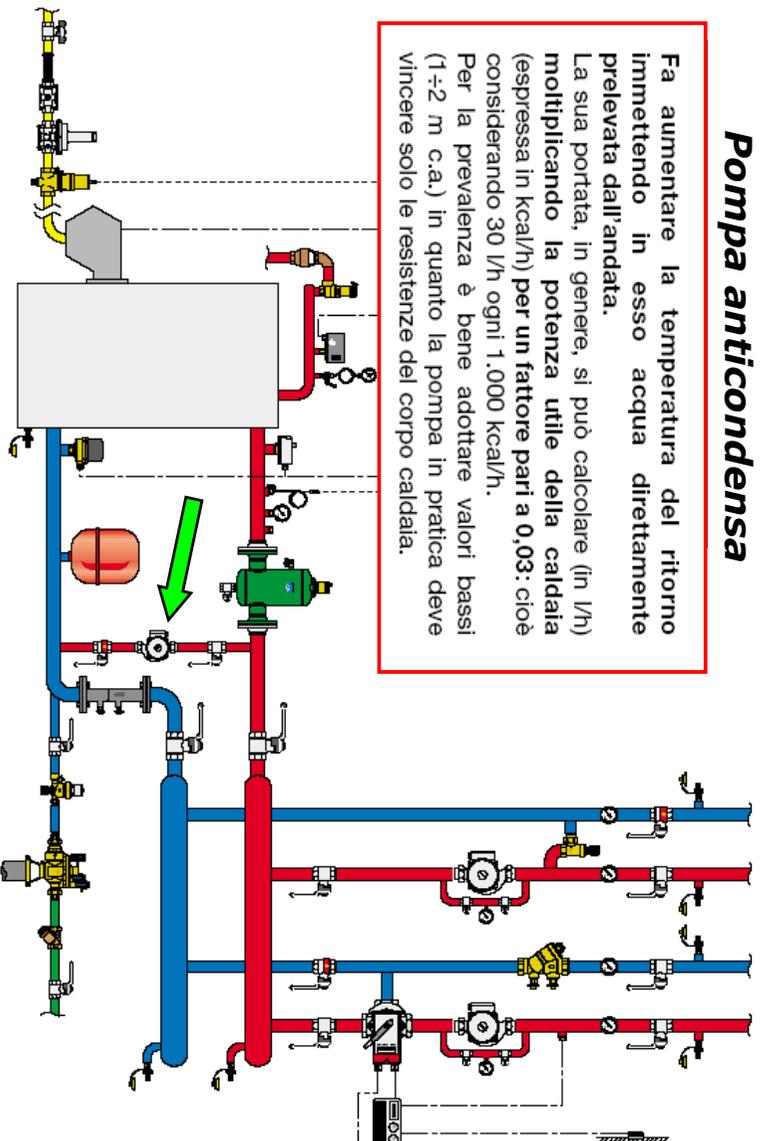
Pompa anticondensa

Pompa anticondensa

Fa aumentare la temperatura del ritorno immettendo in esso acqua direttamente prelevata dall'andata.

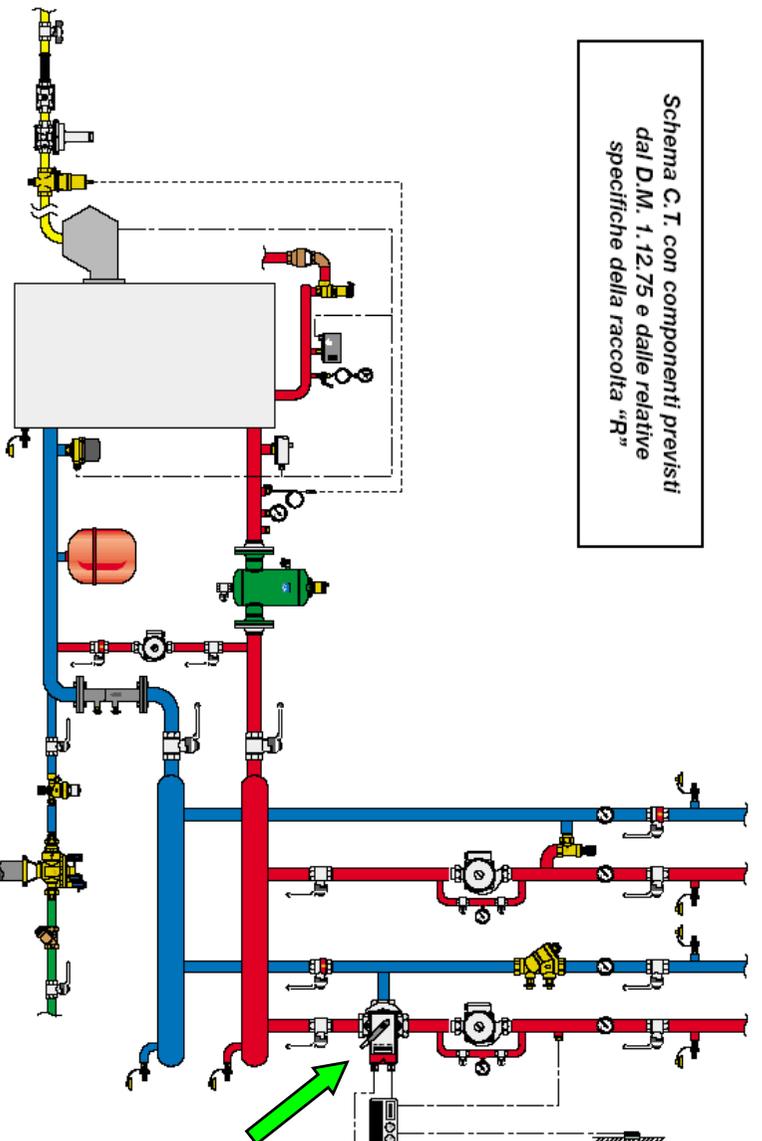
La sua portata, in genere, si può calcolare (in l/h) moltiplicando la potenza utile della caldaia (espressa in kcal/h) per un fattore pari a 0,03: cioè considerando 30 l/h ogni 1.000 kcal/h.

Per la prevalenza è bene adottare valori bassi (1÷2 m c.a.) in quanto la pompa in pratica deve vincere solo le resistenze del corpo caldaia.



Valvola di regolazione a 3 vie

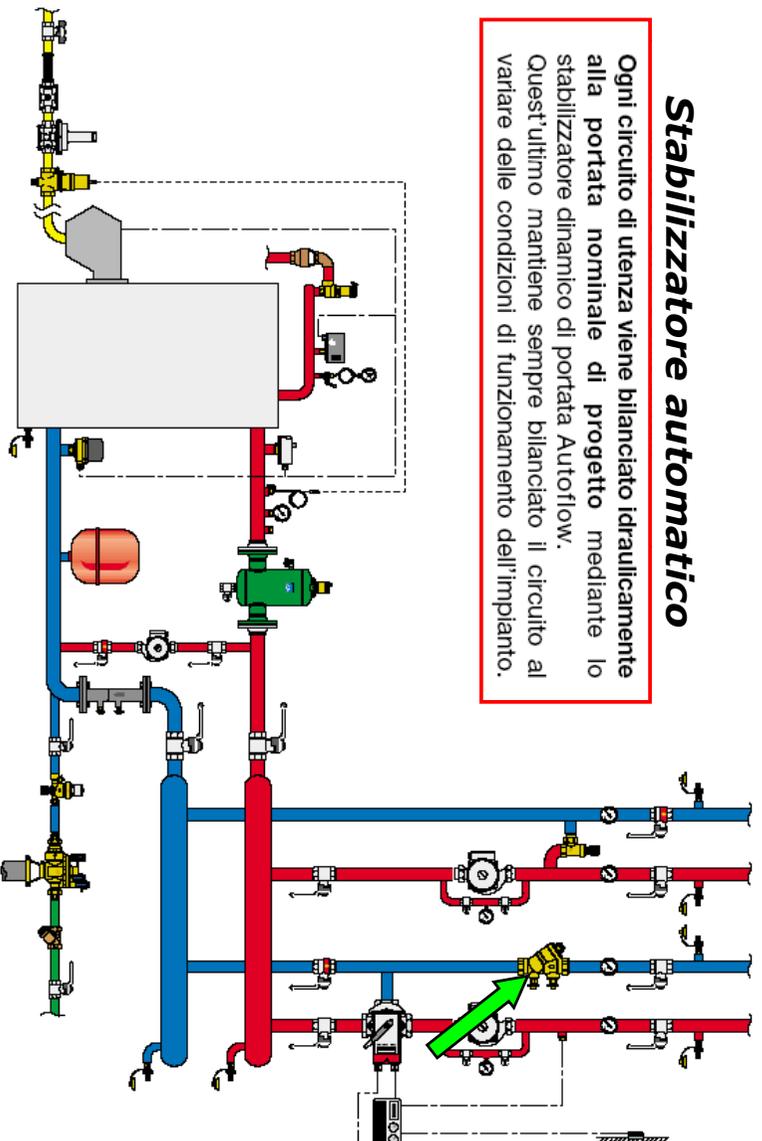
Schema C.T. con componenti previsti dal D.M. 1.12.75 e dalle relative specifiche della raccolta "R"



Stabilizzatore automatico di portata

Stabilizzatore automatico

Ogni circuito di utenza viene bilanciato idraulicamente alla portata nominale di progetto mediante lo stabilizzatore dinamico di portata Autoflow. Quest'ultimo mantiene sempre bilanciato il circuito al variare delle condizioni di funzionamento dell'impianto.



Calcolo tubo gas

UNI 7129:2001 – $Q_{roc} < 30000$ (Kcal/h) → (Se alimentati da rete)

DMI 12/04/1996 – $Q_{roc} > 30000$ (Kcal/h) → (Se alimentati da rete)

UNI 7131:1999 → (Se alimentati da bombole di GPL)

Calcolo secondo UNI 7129:2001

Le sezioni delle tubazioni costituenti l'impianto (vedere appendice A) devono essere tali da garantire una fornitura di gas sufficiente a coprire la massima richiesta, limitando la perdita di pressione fra il contatore e qualsiasi apparecchio di utilizzazione a valori non maggiori di:

- 0,5 mbar per i gas della 1ª famiglia (gas manifatturato);
- 1,0 mbar per i gas della 2ª famiglia (gas naturale);
- 2,0 mbar per i gas della 3ª famiglia (GPL).

Qualora a monte del contatore sia installato un regolatore di pressione, si ammettono perdite di pressione doppie di quelle sopra riportate.

CALDAIA

$$\dot{V}_c = \frac{Q_{caldaia}}{H_i \cdot \rho_c}$$

CUCINA a gas

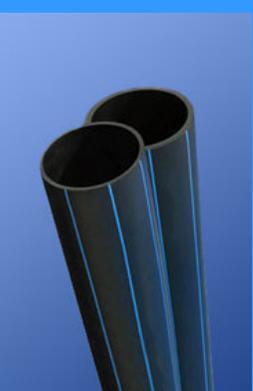
$$\dot{V}_c = 2.0 \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

Calcolo tubo gas

Materiali : Rame, PEAD, Acciaio

Quando possibile conviene utilizzare il PEAD, più economico e facile da installare, che però può essere utilizzato solo per i tratti interrati.

Le giunzioni tra tratti in rame e tratti in PEAD devono essere realizzate tramite speciali raccordi, con estremità idonee per saldatura sul lato PEAD e per giunzione filettata sul lato rame.



I tubi in rame per gas sono normalmente ricoperti con guaina in PVC



Dimensioni standard PEAD

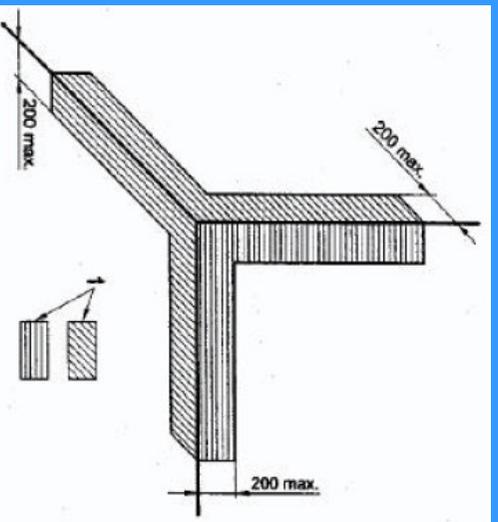
| De (mm) | s (mm) | De (mm) | s (mm) |
|---------|--------|---------|--------|
| 20 | 3,0 | 40 | 3,7 |
| 25 | 3,0 | 50 | 4,6 |
| 32 | 3,0 | 63 | 5,8 |

Dimensioni standard Rame

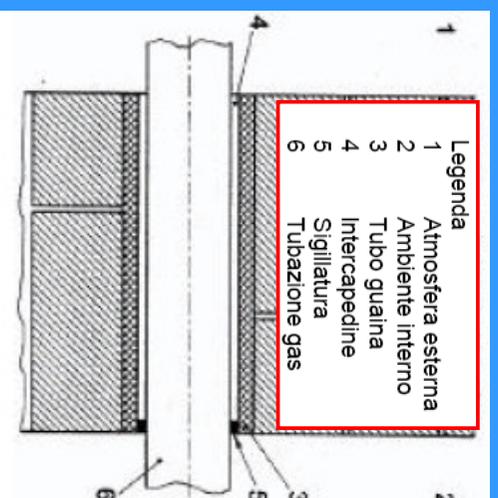
| De (mm) | s (mm) | De (mm) | s (mm) |
|---------|--------|---------|--------|
| 12 | 1,0 | 18 | 1,0 |
| 14 | 1,0 | 22 | 1,5 |
| 16 | 1,0 | 28 | 1,5 |

Calcolo tubo gas

Zone da utilizzare per il passaggio dei tubi



Attraversamento di muri perimetrali esterni



1. Tubazioni in vista con andamento rettilineo (verticale ed orizzontale);
2. Elementi d'ancoraggio distanti l'uno dall'altro non più di 2,5 m;
3. Tubazioni in vista in posizione tale da non subire urti o danneggiamenti.

Calcolo tubo gas

Bisogna garantire una perdita di pressione tra il contatore ed ogni apparecchio di utilizzazione non superiore a 1 mbar (in condizioni di massimo carico)

$$\Delta p = f \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{200 \cdot D_i} \cdot L$$

Dati di progetto: Portata di gas, lunghezza (la velocità dipende da D_i)

Prospetto A VI — Portate in volume (m³/h a 15 °C) per gas naturale, densità **0,6**, calcolate per tubazioni di rame, con perdita di carico di 1,0 mbar

| D_i mm | Portata m ³ /h | | | | | | | | | |
|----------|---------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|--|--|
| | 6,0 | 8,0 | 10,0 | 12,0 | 14,0 | 16,0 | 19,0 | | | |
| s mm | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | | |
| L m | | | | | | | | | | |
| 2 | 0,39 | 0,85 | 1,56 | 2,56 | 3,9 | 5,60 | 8,95 | | | |
| 4 | 0,26 | 0,57 | 1,04 | 1,72 | 2,61 | 3,78 | 6,01 | | | |
| 6 | 0,21 | 0,45 | 0,83 | 1,36 | 2,07 | 2,98 | 4,76 | | | |
| 8 | 0,17 | 0,38 | 0,70 | 1,15 | 1,75 | 2,52 | 4,03 | | | |
| 10 | 0,15 | 0,34 | 0,62 | 1,01 | 1,54 | 2,22 | 3,55 | | | |
| 15 | 0,12 | 0,27 | 0,49 | 0,80 | 1,22 | 1,76 | 2,81 | | | |
| 20 | 0,10 | 0,23 | 0,41 | 0,68 | 1,04 | 1,49 | 2,38 | | | |
| 25 | 0,09 | 0,20 | 0,36 | 0,60 | 0,91 | 1,31 | 2,09 | | | |

Calcolo tubo gas

Portate di gas

$$\dot{V}_{cucina} = 2,0 \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

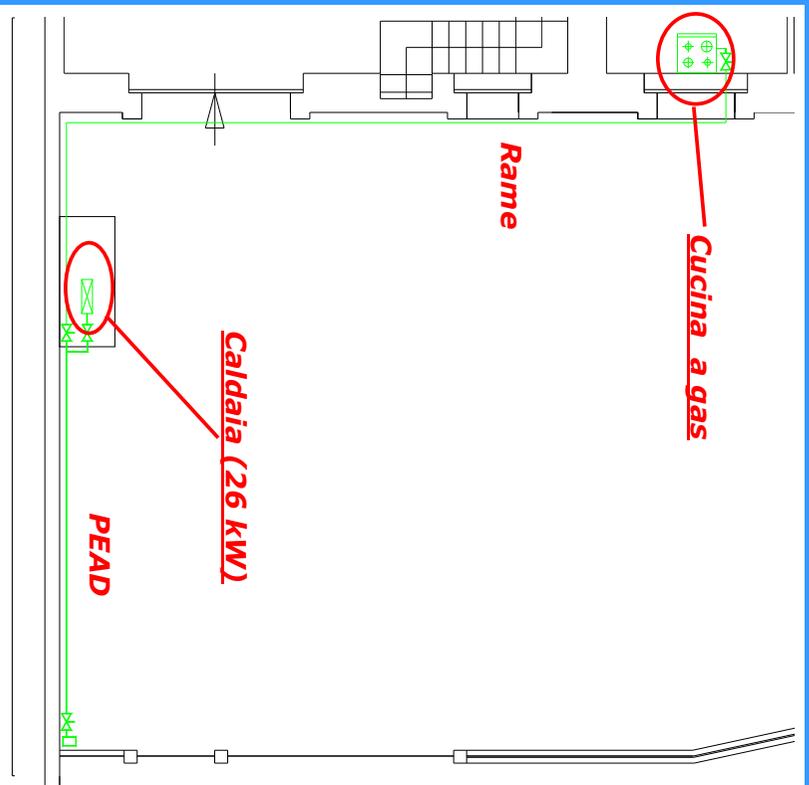
$$\dot{V}_{caldaia} = \frac{Q_{caldaia}}{H_i \cdot \rho_c} = 2,6 \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

Cadute di pressione

$$\Delta p = f \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{200 \cdot D_i} \cdot L$$

PEAD: $D_i = 26 \text{ mm}$

Rame: $D_i = 19 \text{ mm}$



Normativa su centrale termica

**Per combustibili liquidi
e Potenza > 35 kW**

Legge n. 615, 13.7.1966

DPR n. 1391, 22.12.1971

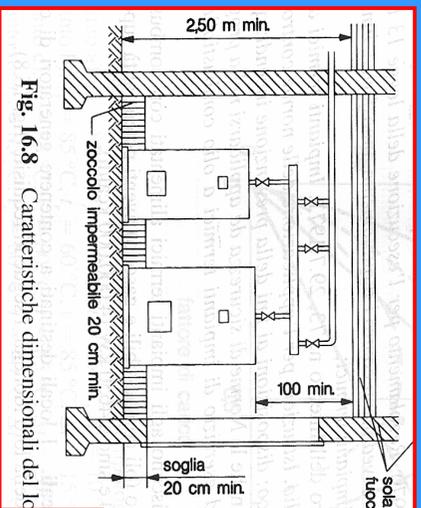
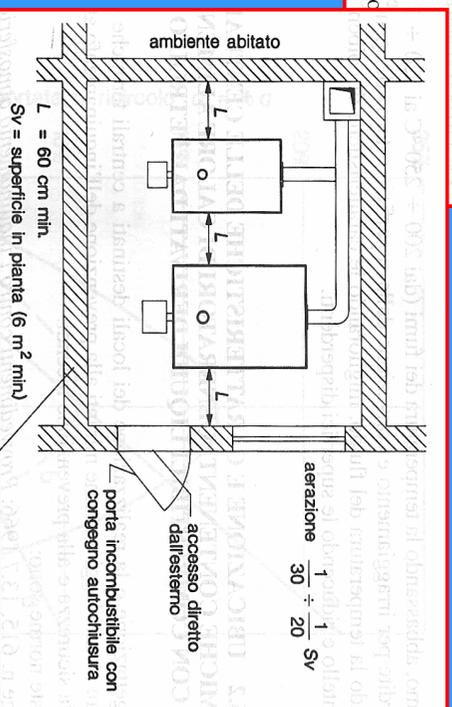


Fig. 16.8 Caratteristiche dimensionali del locale

Apertura di ventilazione:

Almeno 6 cm² per ogni kW installato



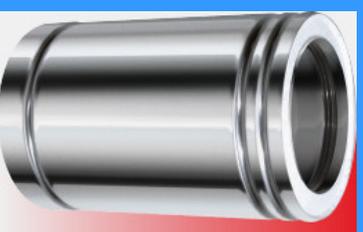
Dimensionamento canna fumaria



Monoparete Inox



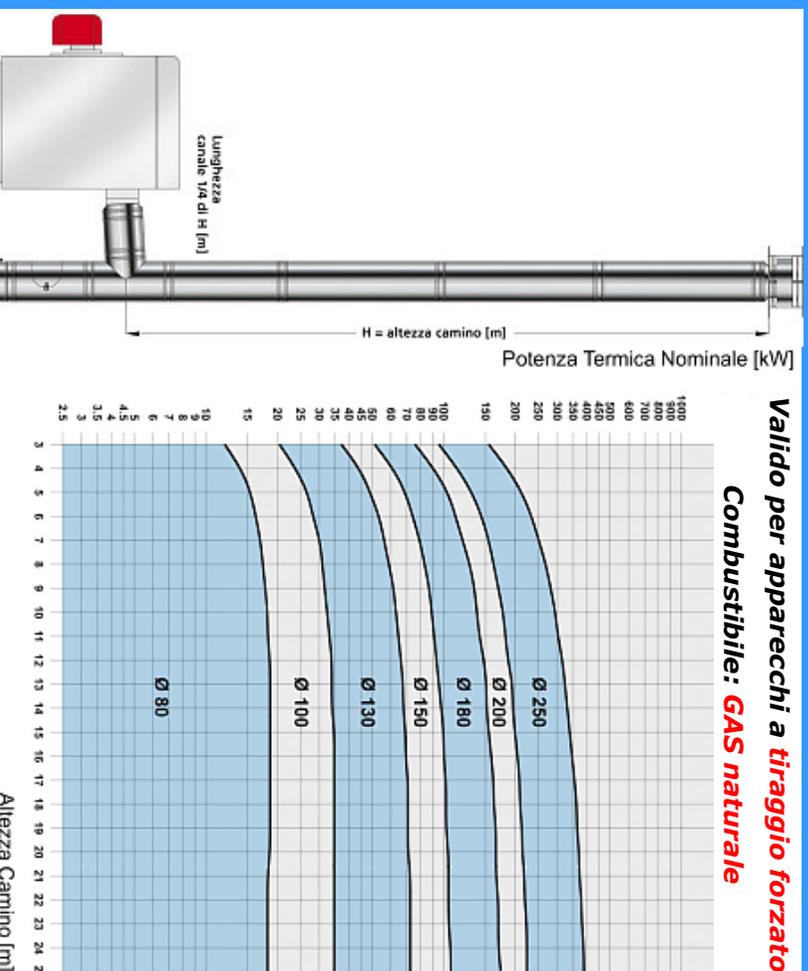
Doppia parete con camera d'aria



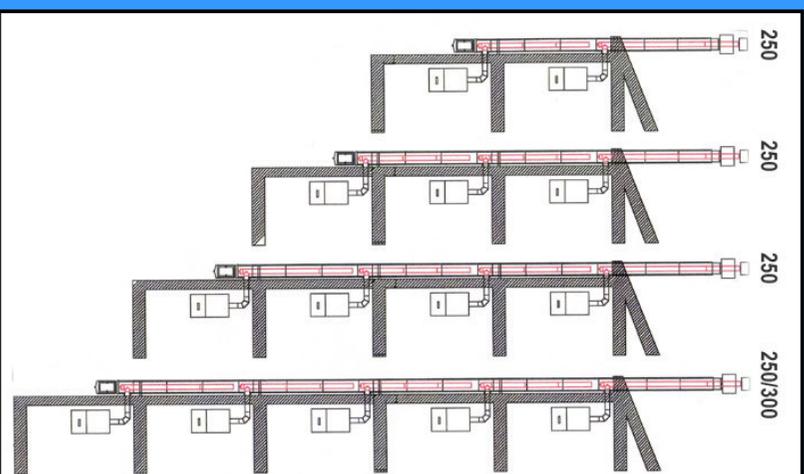
Doppia parete con lana minerale

| Ø interno | 60 | 80 | 100 | 120 | 130 | 150 | 180 | 200 | 250 | 300 | 350 |
|------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ingombro esterno | 69 | 89 | 109 | 129 | 139 | 159 | 189 | 209 | 259 | 309 | 359 |

Dimensionamento canna fumaria

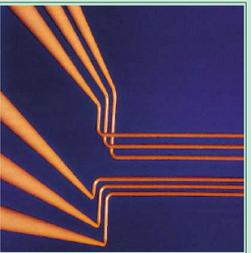


Canna fumaria collettiva



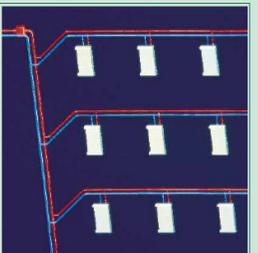
MARCO DONNINELLI

LE RETI DI DISTRIBUZIONE



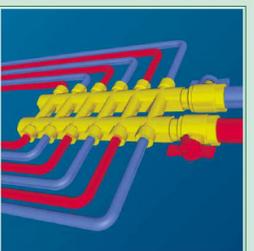
MARCO DONNINELLI

I CIRCUITI E I TERMINALI DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE



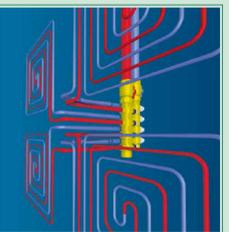
MARCO DONNINELLI

GLI IMPIANTI A COLLETTORI



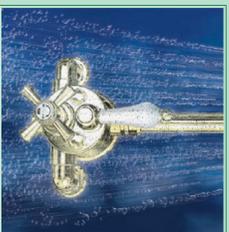
MARCO DONNINELLI

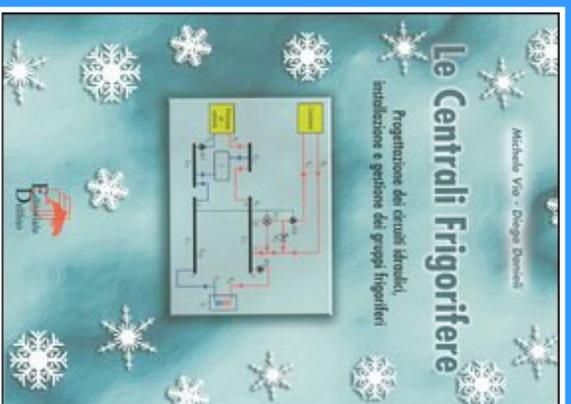
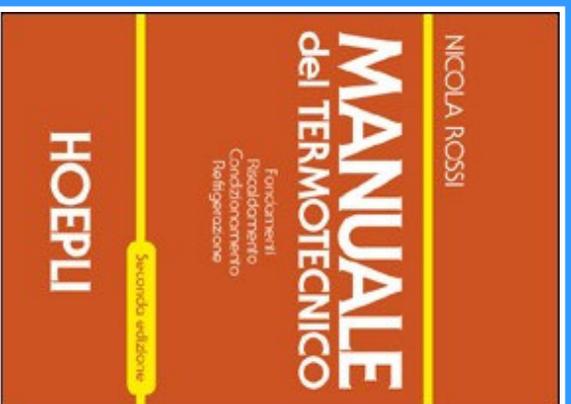
GLI IMPIANTI A PANNELLI RADIANTI



MARCO DONNINELLI

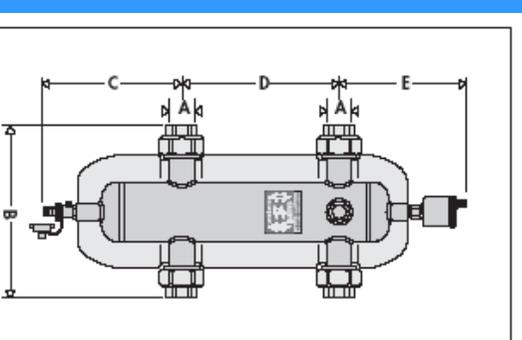
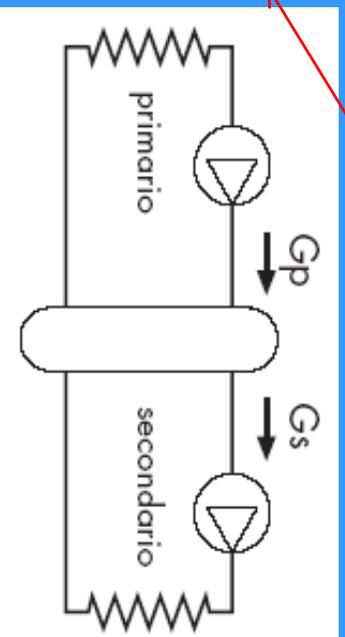
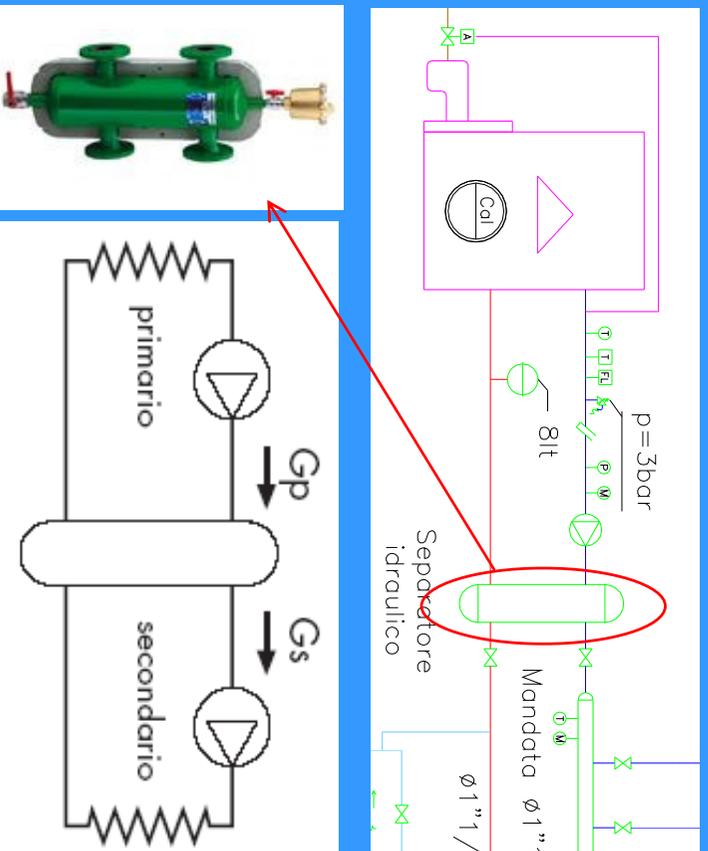
IMPIANTI IDROSANTARI





GRAZIE DELL'ATTENZIONE !!!

Il separatore idraulico



| Codice | A | B | C | D | E | hmax |
|--------|--------|-----|-----|-----|-----|------|
| 548076 | 1" | 225 | 195 | 220 | 204 | 2,7 |
| 548077 | 1 1/4" | 248 | 225 | 240 | 214 | 3,8 |
| 548078 | 1 1/2" | 282 | 235 | 260 | 224 | 5,7 |

| Attacco | 1" | 1 1/4" | 1 1/2" | DN 50 |
|------------|-----|--------|--------|-------|
| Volume [l] | 1,7 | 2,6 | 4,8 | 15 |