giugno 2016
50

# Idraulica

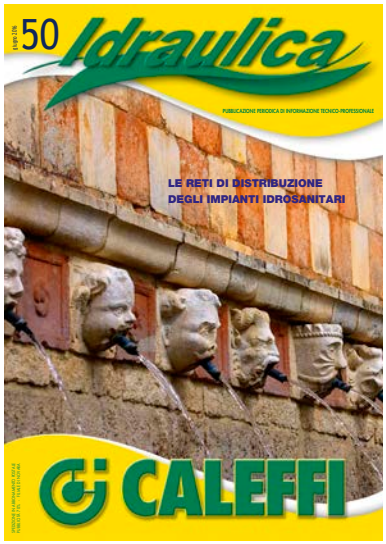
PUBBLICAZIONE PERIODICA DI INFORMAZIONE TECNICO-PROFESSIONALE

## LE RETI DI DISTRIBUZIONE DEGLI IMPIANTI IDROSANITARI



CALEFFI

SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE
PUBBLICITÀ 70% - FILIALE DI NOVARA




Direttore responsabile:
Mario Doninelli

Responsabile di Redazione:
Fabrizio Guidetti

Hanno collaborato a questo numero:
- Elia Cremona
- Alessandro Crimella
- Mario Doninelli
- Marco Doninelli
- Marco Godi
- Domenico Mazzetti
- Renzo Planca
- Mattia Tomasoni

Idraulica
Pubblicazione registrata presso
il Tribunale di Novara
al n. 26/91 in data 28/9/91

Editore:
Centrostampa S.r.l. Novara

Stampa:
Centrostampa S.r.l. Novara

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

**CALEFFI S.P.A.**
S.R. 229, N. 25
28010 Fontaneto d'Agogna (NO)
TEL. 0322·8491 FAX 0322·863305
info@caleffi.it www.caleffi.it

# Sommario

3 **LE RETI DI DISTRIBUZIONE DEGLI IMPIANTI IDROSANITARI**

4 PORTATE RICHIESTE
PORTATE NOMINALI
PORTATE DI PROGETTO

4 NORME PER DETERMINARE LE PORTATE
UNI 9182
prEN 806
CONFRONTI FRA PORTATE DI PROGETTO
CONSIDERAZIONI
NORMATIVA FRANCESE
NORNATIVA TEDESCA

14 DIMENSIONAMENTO DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE
CARICO LINEARE UNITARIO CON ALIMENTAZIONE DIRETTA DA ACQUEDOTTO
CARICO LINEARE UNITARIO CON GRUPPI DI PRESSURIZZAZIONE
PRESSIONI ACQUEDOTTO
PRESSIONI MINIME
PERDITE DI CARICO DEI COMPONENTI
VELOCITÀ MASSIME
J DI PROGETTO
PRESSIONI INTERNE MASSIME

19 RETI DI RICIRCOLO
- Applicazioni

20 COMPONENTI PRINCIPALI
DISCONNETTORI
RIDUTTORI DI PRESSIONE
- Dimensionamento
AMMORTIZZATORE DEL COLPO D'ARIETE
MISCELATORI TERMOSTATICI
- Pericolo di scottature
- Pericolo Legionella
MISCELATORI ELETTRONICI
REGOLATORI TERMOSTATICI DI RICIRCOLO

44 RIDUTTORI DI PRESSIONE PN 40

46 SISTEMI DI PREVENZIONE DELLA LEGIONELLA
Miscelatore elettronico con disinfezione termica
Gruppo per controllo temperatura e disinfezione termica
Ammortizzatore del colpo d'ariete

48 Miscelatore termostaico anticalcare per piccole utenze

49 Miscelatore termostaico per impianti centralizzati

50 Gruppo di controllo temperatura acqua calda sanitaria

51 Regolatore termostatico multifunzione

# *LE RETI DI DISTRIBUZIONE DEGLI IMPIANTI IDROSANITARI*

**Ingg. Marco e Mario Doninelli**

Nel gennaio del '98 e del '99, abbiamo già dedicato a questo argomento i num. 14 e 16 (lettere al Direttore) di Idraulica. Qui ritorniamo in tema essenzialmente per due motivi: (1) il rinnovamento delle relative norme UNI; (2) la disponibilità di nuovi materiali atti ad evitare i maggior pericoli connessi all'uso di questi impianti, vale a dire: l'inquinamento, le scottature e la diffusione della *Legionella*.

Come nei numeri sopra indicati, **l'argomento di base è quello che riguarda la determinazione delle portate di progetto**: argomento di primaria importanza, in quanto valori inadeguati di queste portate possono causare sia sottodimensionamenti che sovradimensionamenti.
I sottodimensionamenti sono da evitare per ovvii motivi, mentre i sovradimensionamenti sono da evitare per motivi un pò meno ovvi, ma non per questo trascurabili. **In particolare i sovradimensionamenti** (specie con portate del 200÷300% superiori a quelle necessarie) **causano**:

- **maggior costi delle reti di distribuzione** (tubi e relativi componenti) **nonché dei sistemi di pressurizzazione, produzione e regolazione dell'acqua calda**;
- **il sovradimensionamento di alcuni componenti** (ad es. i riduttori di pressione e i miscelatori) che pertanto non possono funzionare nel loro campo di lavoro ottimale;
- **maggior dispersioni termiche** (per la maggior potenza di progetto richiesta) dei generatori di calore, dei serbatoi d'accumulo e delle reti di distribuzione dell'acqua calda;
- **maggior ristagno dell'acqua** e, quindi, maggior rischi di: **formazione depositi, degrado della qualità dell'acqua e sviluppo di batteri**.

Ed è proprio per evitare questi danni e pericoli, che di seguito analizzeremo e confronteremo fra loro i valori delle portate di progetto ottenibili con le principali norme europee. Riteniamo, infatti, che ciò possa servire a fare scelte progettuali più documentate e coerenti in merito.

La trattazione è suddivisa in tre parti:
nella prima considereremo i principali aspetti che riguardano il dimensionamento e la realizzazione degli impianti considerati; nella seconda esamineremo le principali caratteristiche dei materiali attualmente disponibili per migliorare le prestazioni e la sicurezza di tali impianti; nella terza proporremo e svilupperemo alcuni esempi applicativi.

*Fonte Monpiano - Acquedotto Brescia*

## PORTATE RICHIESTE

Per poter dimensionare correttamente le reti di distribuzione degli impianti idrosanitari è necessario conoscere le seguenti portate:

### PORTATE NOMINALI

**Sono le portate minime che devono essere assicurate ai rubinetti dei vari apparecchi sanitari**. Il loro valore, per rubinetti di tipo normale, si determina con apposite tabelle. Per rubinetti di tipo speciale (ad es. docce con grandi soffioni e vasche da idromassaggio) si deve invece far riferimento ai cataloghi dei produttori.

### PORTATE DI PROGETTO

**Sono le portate massime che devono essere erogate nei periodi di maggior uso dell'impianto**.
Il loro valore dipende essenzialmente dalle seguenti variabili:

- tipo di utenza,
- valori delle portate nominali,
- numero dei rubinetti,
- frequenza d'uso degli apparecchi,
- durata dei periodi di punta.

In teoria, si possono determinare solo con il calcolo delle probabilità che però è assai complesso e, comunque, caratterizzato da indeterminazioni ed approssimazioni. Pertanto, in pratica, si preferisce ricorrere a metodi di calcolo meno impegnativi, del tipo di seguito specificato:

- Metodo dei coefficienti di contemporaneità

  Le portate di progetto si calcolano moltiplicando fra loro, le portate totali degli apparecchi con coefficienti, detti di contemporaneità, che tengono conto sia del tipo di utenza sia del numero di apparecchi serviti (ved. es. pag. 13, norma francese).

- Metodo delle portate totali

  Le portate di progetto si determinano, con diagrammi o tabelle, in funzione del tipo di utenza e delle portate totali (ved. es. Fig. 7).

- Metodo delle unità di carico

  In questo caso si assegnano valori adimensionali (definiti unità di carico) ai vari apparecchi in relazione alle loro portate nominali e alla loro contemporaneità d'uso.
  In base, poi, a tali valori, le portate di progetto si determinano poi con appositi diagrammi o tabelle (ved. es. norma UNI 9182).

## NORME PER DETERMINARE LE PORTATE

Di seguito determineremo le portate di progetto con le norme UNI 9182 e prEN 806, e faremo alcune considerazioni in merito.

### UNI 9182

**Le portate nominali degli apparecchi** sono indicate nella seguente tabella:

**Fig. 1**
**UNI 9182 - Portate nominali e pressioni**

| *Apparecchio* | *Portata minima* l/sec* | *Pressione minima kPa* |
|---|---|---|
| *Lavabo* | *0,1* | *100* |
| *Bidet* | *0,1* | *100* |
| *Vaso a cassetta* | *0,1* | *100* |
| *Vaso con passo rapido* | *1,0* | *100* |
| *Vaso con flussometro* | *1,0* | *100* |
| *Vasca da bagno* | *0,3* | *100* |
| *Doccia* | *0,15* | *100* |
| *Lavello da cucina* | *0,15* | *100* |
| *Lavabiancheria* | *0,15* | *100* |
| *Orinatoio* | *0,15* | *100* |
| *Rubinetto da giardino* | *0,4* | *100* |

** Nota: calcolata con P = 3 bar*

**Le unità di carico dei singoli apparecchi** sono, invece, indicate nelle tab. di Fig. 3 e 4:

- Fig. 3 - utenze di abitazioni private.
- Fig. 4 - utenze di edifici ad uso pubblico e collettivo (alberghi, uffici, ospedali, ecc.).

Le portate di progetto sono, infine, determinate in base al totale delle unità di carico servite e col sup-porto dei grafici di Fig. 5 e 6.

- Fig. 5 - utenze delle abitazioni private e degli edifici collettivi (alberghi, ospedali, scuole, caserme, centri sportivi e simili).
- Fig. 6 - utenze degli edifici per uffici e simili.

### prEN 806

**Le portate nominali degli apparecchi** sono indicate nella tabella di Fig. 2, mentre **le portate di progetto** sono determinate in base alle portate totali e ai grafici o tabelle di Fig. 7, 8, 9, 10, 11.

Fig. 2
prEN 806 - Portate nominali e pressioni

| *Apparecchio* | *Acqua fredda l/sec* | *Acqua calda l/sec* | *Pressione m c.a.* |
|---|---|---|---|
| *Lavabo* | *0,1* | *0,1* | *5* |
| *Bidet* | *0,1* | *0,1* | *5* |
| *Vaso a cassetta* | *0,1* | *-* | *5* |
| *Vaso con passo rapido* | *1,5* | *-* | *15* |
| *Vaso con flussometro* | *1,5* | *-* | *15* |
| *Vasca da bagno* | *0,20* | *0,20* | *5* |
| *Doccia* | *0,15* | *0,15* | *5* |
| *Lavello da cucina* | *0,20* | *0,20* | *5* |
| *Lavabiancheria* | *0,10* | *-* | *5* |
| *Lavastoviglie* | *0,20* | *-* | *5* |
| *Orinatoio comandato* | *0,10* | *-* | *5* |

**Le portate di progetto** si determinano in base alle portate totali e ai grafici o tabelle riportati in:

– Fig. 7 - edifici residenziali,
– Fig. 8 - uffici e simili,
– Fig. 9 - alberghi pensioni e simili
– Fig. 10 - ospedali e cliniche
– Fig. 11 - scuole e centri sportivi

## CONFRONTI FRA PORTATE DI PROGETTO

Di seguito confronteremo fra loro le portate di progetto ottenibili con le norme UNI 9182, prEN 806 e UNI EN 806: norma quest'ultima che, purtroppo, serve solo a determinare le portate di progetto degli edifici residenziali e di cui (per non appesantire troppo la trattazione) riporteremo solo il valore finale delle portate richieste dall'esempio.

**Esempio:**

Comparare fra loro **le portate di progetto dell'acqua fredda** richieste per servire 30, 100 e 200 alloggi con le norme UNI 9182, prEN 806 e UNI EN 806. Considerare ogni alloggio dotato di: un lavello, un lavabo, un bidet, un vaso a cassetta e una vasca.

**Determinazione delle portate di progetto richieste:**

**UNI 9182**

Unità di carico 1 alloggio = 7,5 (ved. tab. Fig. 3)

In base a tale valore e al grafico di Fig. 5, le UC totali e le portate di progetto ( G pr) dei casi considerati risultano:

– 30 alloggi UC tot = 225 G pr = 5,4 l/s
– 100 alloggi UC tot = 750 G pr = 11,5 l/s
– 200 alloggi UC tot = 1500 G pr = 17,5 l/s

**prEN 806**

G all = 0,70 l/s portata tot. 1 alloggio (ved. tab. Fig. 2)

In base a tale valore e al grafico, o alla tab.di Fig. 7, le portate totali e di progetto dei casi considerati risultano:

– 30 alloggi G tot = 21,0 l/s G pr = 2,5 l/s
– 100 alloggi G tot = 70,0 l/s G pr = 3,1 l/s
– 200 alloggi G tot = 140,0 l/s G pr = 3,4 l/s

**UNI EN 806**

Con questa norma le portate di progetto risultano:

– 30 alloggi G pr = 1,6 l/s
– 100 alloggi G pr = 3,3 l/s
– 200 alloggi G pr = 4,9 l/s

**Confronto fra portate progetto UNI 9182 e prEN 806**

– 30 alloggi $G_{PR.UNI\ 9182} = 2{,}16$ volte $G_{PR.prEN\ 806}$
– 100 alloggi $G_{PR.UNI\ 9182} = 3{,}71$ volte $G_{PR.prEN\ 806}$
– 200 alloggi $G_{PR.UNI\ 9182} = 5{,}15$ volte $G_{PR.prEN\ 806}$

**Confronto fra portate progetto UNI 9182 e UNI EN 806**

– 30 alloggi $G_{PR.UNI\ 9182} = 3{,}38$ volte $G_{PR.UNI\ EN\ 806}$
– 100 alloggi $G_{PR.UNI\ 9182} = 3{,}48$ volte $G_{PR.UNI\ EN\ 806}$
– 200 alloggi $G_{PR.UNI\ 9182} = 3{,}57$ volte $G_{PR.UNI\ EN\ 806}$

## CONSIDERAZIONI

I dati di cui sopra **evidenziano che le portate di progetto ottenute con la UNI 9182 sono notevolmente superiori a quelle ottenute sia con la prEN 806 sia con la UNI EN 806**. Risultati simili si possono ottenere anche **confrontando fra loro le portate di progetto ottenute con la UNI 9182 con quelle ottenibili con le relative norme francesi** (DTU 60.11) **e tedesche** (DIN 1988-300), riportate a pag. 13. **Il che non può non far nascere dubbi in merito**.

**Altri dubbi riguardano il fatto che la norma UNI 9182** (a differenza delle altre norme sopra richiamate) **prevede le stesse contemporaneità d'uso per utenze** (quali, ad esempio, alberghi, scuole, ospedali e centri sportivi) **che, con tutta evidenza, hanno modalità e tempi d'uso assai diversi fra loro**.

Ed è per queste ragioni che, di seguito, svolgeremo gli esempi proposti, facendo riferimento alla prEN 806: norma le cui portate di progetto risultano sostanzialmente simili (le variazioni sono minime e praticamente insignificanti) a quelle ottenibili con la DIN 1988-300.

Relativamente a tale scelta, va anche considerato che la UNI EN 806-3 prevede l'uso di metodi di calcolo alternativi *"qualora si avanzino motivazioni opportune a consentire l'adozione di un dimensionamento differenziato delle tubazioni"*.

Fig. 3

UNI 9182 - Unità di carico (UC) per utenze abitazioni private

| *Apparecchio* | *Alimentazione* | *UNITÀ DI CARICO* | | |
|---|---|---|---|---|
| | | *Acqua fredda* | *Acqua calda* | *Totale acqua calda + acqua fredda* |
| *Lavabo* | *Gruppo miscelatore* | *0,75* | *0,75* | *1,00* |
| *Bidet* | *Gruppo miscelatore* | *0,75* | *0,75* | *1,00* |
| *Vasca* | *Gruppo miscelatore* | *1,50* | *1,50* | *2,00* |
| *Doccia* | *Gruppo miscelatore* | *1,50* | *1,50* | *2,00* |
| *Vaso* | *Cassetta* | *3,00* | - | *3,00* |
| *Vaso* | *Passo rapido* | *6,00* | - | *6,00* |
| *Vaso* | *Flussometro* | *6,00* | - | *6,00* |
| *Lavello cucina* | *Gruppo miscelatore* | *1,50* | *1,50* | *2,00* |
| *Lavabiancheria* | *Solo acqua fredda* | *2,00* | - | *2,00* |
| *Lavastoviglie* | *Solo acqua fredda* | *2,00* | - | *2,00* |
| *Pilozzo* | *Gruppo miscelatore* | *1,50* | *1,50* | *2,00* |
| *Rubinetto da giardino Ø 3/8”* | *Solo acqua fredda* | *1,00* | - | *1,00* |
| *Rubinetto da giardino Ø 1/2”* | *Solo acqua fredda* | *2,00* | - | *2,00* |
| *Rubinetto da giardino Ø 3/4”* | *Solo acqua fredda* | *3,00* | - | *3,00* |
| *Rubinetto da giardino Ø 1”* | *Solo acqua fredda* | *6,00* | - | *6,00* |

Fig. 4

UNI 9182 - Unità di carico (UC) per utenze edifici ad uso pubblico e collettivo (alberghi, uffici, ospedali, ecc)

| *Apparecchio* | *Alimentazione* | *UNITÀ DI CARICO* | | |
|---|---|---|---|---|
| | | *Acqua fredda* | *Acqua calda* | *Totale acqua calda + acqua fredda* |
| *Lavabo* | *Gruppo miscelatore* | *1,50* | *1,50* | *2,00* |
| *Bidet* | *Gruppo miscelatore* | *1,50* | *1,50* | *2,00* |
| *Vasca* | *Gruppo miscelatore* | *3,00* | *3,00* | *4,00* |
| *Doccia* | *Gruppo miscelatore* | *3,00* | *3,00* | *4,00* |
| *Vaso* | *Cassetta* | *5,00* | - | *5,00* |
| *Vaso* | *Passo rapido* | *10,00* | - | *10,00* |
| *Vaso* | *Flussometro* | *10,00* | - | *10,00* |
| *Orinatoio* | *Rubinetto a vela* | *0,75* | - | *0,75* |
| *Orinatoio* | *Passo rapido* | *10,00* | - | *10,00* |
| *Orinatoio* | *Flussometro* | *10,00* | - | *10,00* |
| *Lavello* | *Gruppo miscelatore* | *2,00* | *2,00* | *3,00* |
| *Lavatoio di cucina* | *Gruppo miscelatore* | *3,00* | *3,00* | *4,00* |
| *Pilozzo* | *Gruppo miscelatore* | *2,00* | *2,00* | *3,00* |
| *Vuotatoio* | *Cassetta* | *5,00* | - | *5,00* |
| *Vuotatoio* | *Passo rapido* | *10,00* | - | *10,00* |
| *Vuotatoio* | *Flussometro* | *10,00* | - | *10,00* |
| *Lavabo a canale (ogni posto)* | *Gruppo miscelatore* | *1,50* | *1,50* | *2,00* |
| *Lavapiedi* | *Gruppo miscelatore* | *1,50* | *1,50* | *2,00* |
| *Lavapadelle* | *Gruppo miscelatore* | *2,00* | *2,00* | *3,00* |
| *Lavabo clinico* | *Gruppo miscelatore* | *1,50* | *1,50* | *2,00* |
| *Beverino* | *Rubinetto a molla* | *0,75* | - | *0,75* |
| *Doccia di emergenza* | *Comando a pressione* | *3,00* | - | *3,00* |
| *Rubinetto da giardino Ø 3/8”* | *Solo acqua fredda* | *2,00* | - | *2,00* |
| *Rubinetto da giardino Ø 1/2”* | *Solo acqua fredda* | *4,00* | - | *4,00* |
| *Rubinetto da giardino Ø 3/4”* | *Solo acqua fredda* | *6,00* | - | *6,00* |
| *Rubinetto da giardino Ø 1”* | *Solo acqua fredda* | *10,00* | - | *10,00* |

Fig. 5

**UNI 9182 - Portate di progetto in funzione delle UC per abitazioni private ed edifici collettivi (alberghi, ospedali, caserme, centri sportivi e simili)**

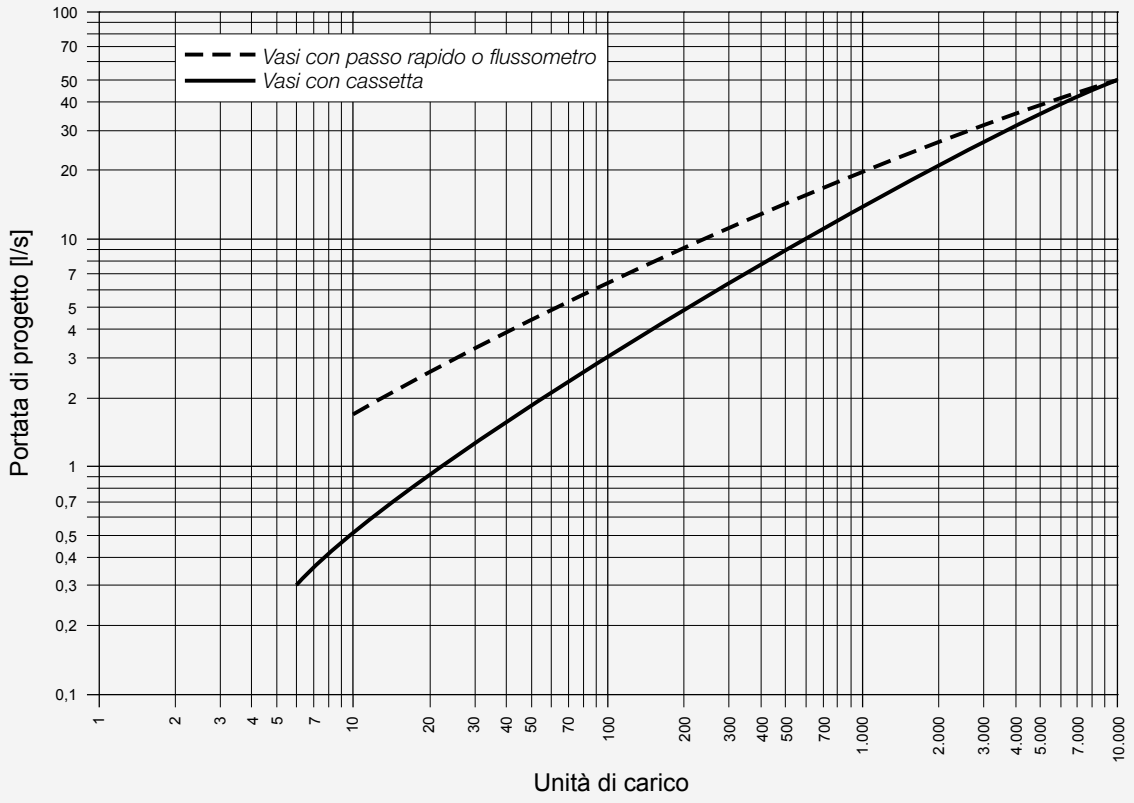
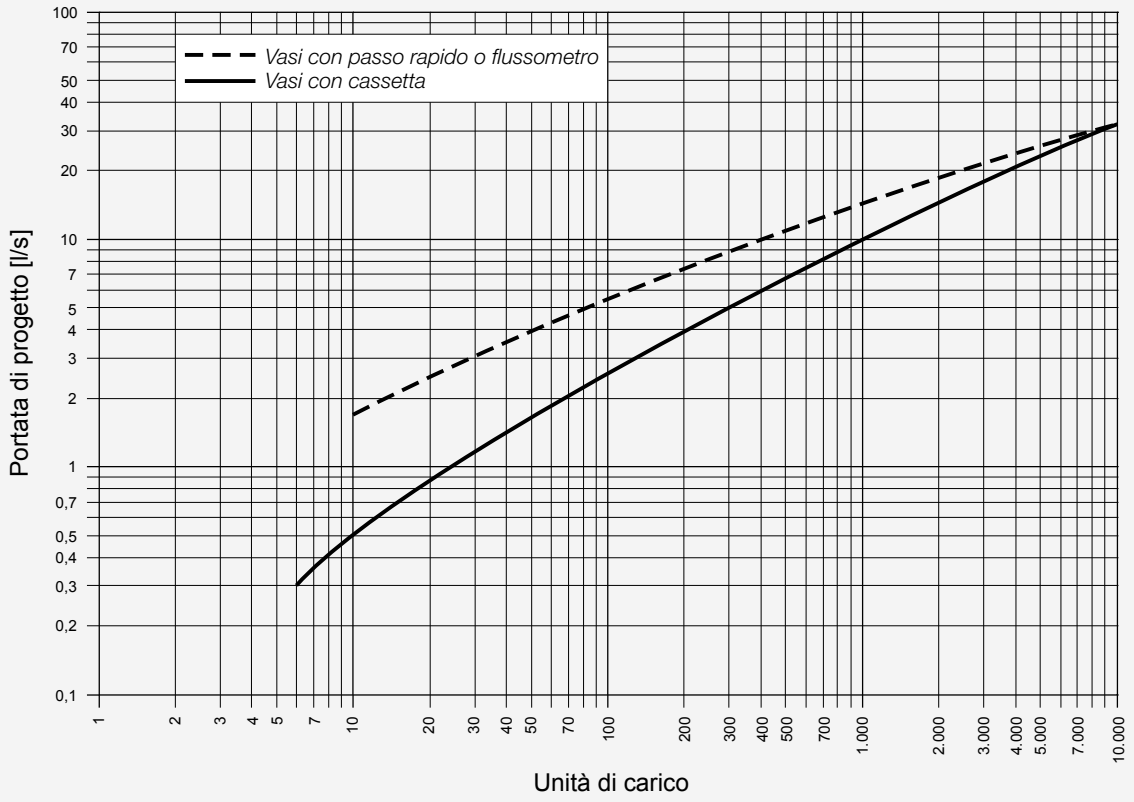
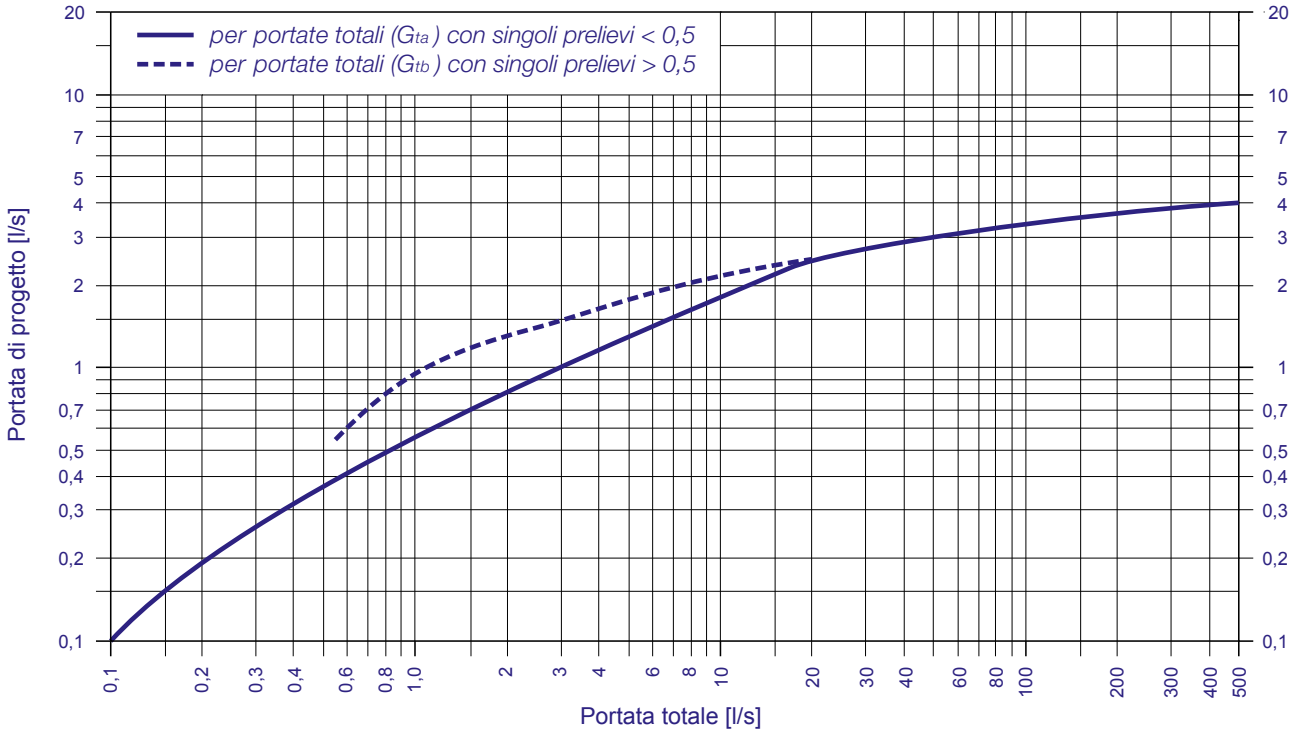



Fig. 6

**UNI 9182 - Portate di progetto in funzione delle UC per uffici e simili**



## Fig. 7 - EDIFICI RESIDENZIALI
## Norme prEN 806 - Portate di progetto in funzione delle portate totali




| | Gtb l/s | Gpr l/s |
|---|---|---|
| 0,06 | | 0,05 |
| 0,1 | | 0,1 |
| 0,15 | | 0,15 |
| 0,21 | | 0,2 |
| 0,29 | | 0,25 |
| 0,38 | | 0,3 |
| 0,48 | | 0,35 |
| 0,6 | | 0,4 |
| 0,72 | | 0,45 |
| 0,87 | | 0,5 |
| 1,03 | 0,55 | 0,55 |
| 1,2 | 0,6 | 0,6 |
| 1,39 | 0,65 | 0,65 |
| 1,59 | 0,7 | 0,7 |
| 1,81 | 0,75 | 0,75 |
| 2,04 | 0,8 | 0,8 |
| 2,29 | 0,85 | 0,85 |
| 2,55 | 0,9 | 0,9 |
| 2,83 | 0,95 | 0,95 |
| 3,13 | 1 | 1 |
| 3,45 | 1,15 | 1,05 |
| 3,78 | 1,31 | 1,1 |
| 4,12 | 1,5 | 1,15 |
| 4,49 | 1,7 | 1,2 |
| 4,87 | 1,92 | 1,25 |

| Gta l/s | Gtb l/s | Gpr l/s |
|---|---|---|
| 5,26 | 2,17 | 1,3 |
| 5,68 | 2,44 | 1,35 |
| 6,11 | 2,74 | 1,4 |
| 6,56 | 3,06 | 1,45 |
| 7,03 | 3,41 | 1,5 |
| 7,51 | 3,8 | 1,55 |
| 8,02 | 4,22 | 1,6 |
| 8,54 | 4,67 | 1,65 |
| 9,08 | 5,17 | 1,7 |
| 9,63 | 5,7 | 1,75 |
| 10,21 | 6,27 | 1,8 |
| 10,8 | 6,89 | 1,85 |
| 11,41 | 7,56 | 1,9 |
| 12,04 | 8,28 | 1,95 |
| 12,69 | 9,05 | 2 |
| 13,36 | 9,88 | 2,05 |
| 14,05 | 10,76 | 2,1 |
| 14,76 | 11,71 | 2,15 |
| 15,48 | 12,72 | 2,2 |
| 16,23 | 13,8 | 2,25 |
| 16,99 | 14,95 | 2,3 |
| 17,78 | 16,17 | 2,35 |
| 18,58 | 17,48 | 2,4 |
| 19,4 | 18,86 | 2,45 |
| 20,24 | 20,33 | 2,5 |

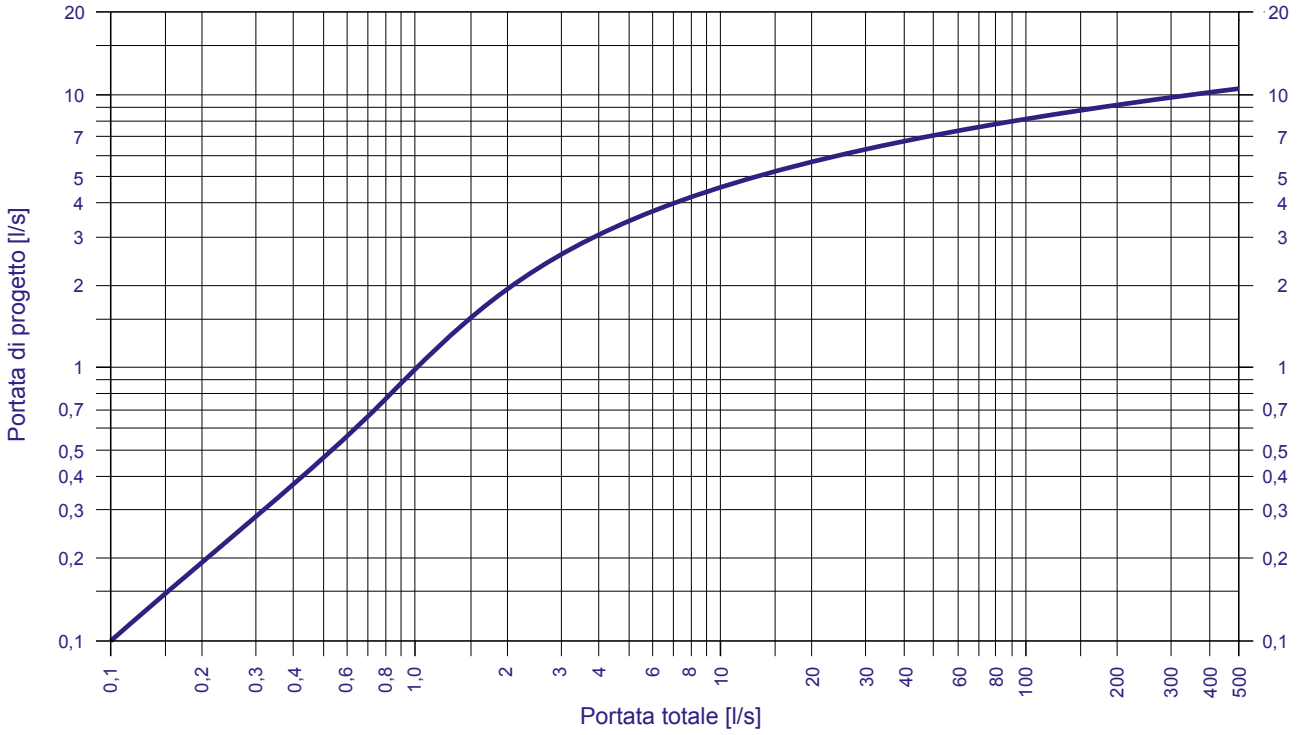
| Gta, Gtb l/s | Gpr l/s |
|---|---|
| 21,08 | 2,55 |
| 23,53 | 2,6 |
| 26,25 | 2,65 |
| 29,29 | 2,7 |
| 32,69 | 2,75 |
| 36,47 | 2,8 |
| 40,7 | 2,85 |
| 45,42 | 2,9 |
| 50,68 | 2,95 |
| 56,55 | 3 |
| 63,11 | 3,05 |
| 70,42 | 3,1 |
| 78,58 | 3,15 |
| 87,68 | 3,2 |
| 97,84 | 3,25 |
| 109,18 | 3,3 |
| 121,83 | 3,35 |
| 135,95 | 3,4 |
| 151,7 | 3,45 |
| 169,28 | 3,5 |
| 188,89 | 3,55 |
| 210,78 | 3,6 |
| 235,2 | 3,65 |
| 262,46 | 3,7 |
| 292,87 | 3,75 |

| Gta, Gtb l/s | Gpr l/s |
|---|---|
| 326,8 | 3,8 |
| 364,67 | 3,85 |
| 406,93 | 3,9 |
| 454,08 | 3,95 |
| 506,69 | 4 |

**Gta** = Portata totale con singoli prelievi < 0,5 l/s · **Gtb** = Portata totale con singoli prelievi ≥ 0,5 l/s · **Gpr** = Portata di progetto l/s

## Fig. 8 - UFFICI E SIMILI

### Norme prEN 806 - Portate di progetto in funzione delle portate totali




| Gta l/s | Gtb l/s | Gpr l/s |
|---|---|---|
| 0,06 | | 0,05 |
| 0,1 | | 0,1 |
| 0,15 | | 0,15 |
| 0,21 | | 0,2 |
| 0,26 | | 0,25 |
| 0,32 | | 0,3 |
| 0,37 | | 0,35 |
| 0,42 | | 0,4 |
| 0,47 | | 0,45 |
| 0,53 | | 0,5 |
| 0,58 | 0,55 | 0,55 |
| 0,63 | 0,6 | 0,6 |
| 0,69 | 0,65 | 0,65 |
| 0,74 | 0,7 | 0,7 |
| 0,79 | 0,75 | 0,75 |
| 0,84 | 0,8 | 0,8 |
| 0,9 | 0,85 | 0,85 |
| 0,95 | 0,9 | 0,9 |
| 1 | 0,95 | 0,95 |
| 1,05 | 1 | 1 |
| 1,08 | 1,09 | 1,05 |
| 1,15 | | 1,1 |
| 1,19 | | 1,15 |
| 1,23 | | 1,2 |
| 1,27 | | 1,25 |
| 1,31 | | 1,3 |
| 1,35 | | 1,35 |
| 1,39 | | 1,4 |
| 1,44 | | 1,45 |
| 1,49 | | 1,5 |
| 1,53 | | 1,55 |
| 1,58 | | 1,6 |
| 1,64 | | 1,65 |
| 1,69 | | 1,7 |
| 1,74 | | 1,75 |
| 1,8 | | 1,8 |
| 1,86 | | 1,85 |
| 1,92 | | 1,9 |
| 1,98 | | 1,95 |
| 2,05 | | 2 |
| 2,12 | | 2,05 |
| 2,18 | | 2,1 |
| 2,26 | | 2,15 |

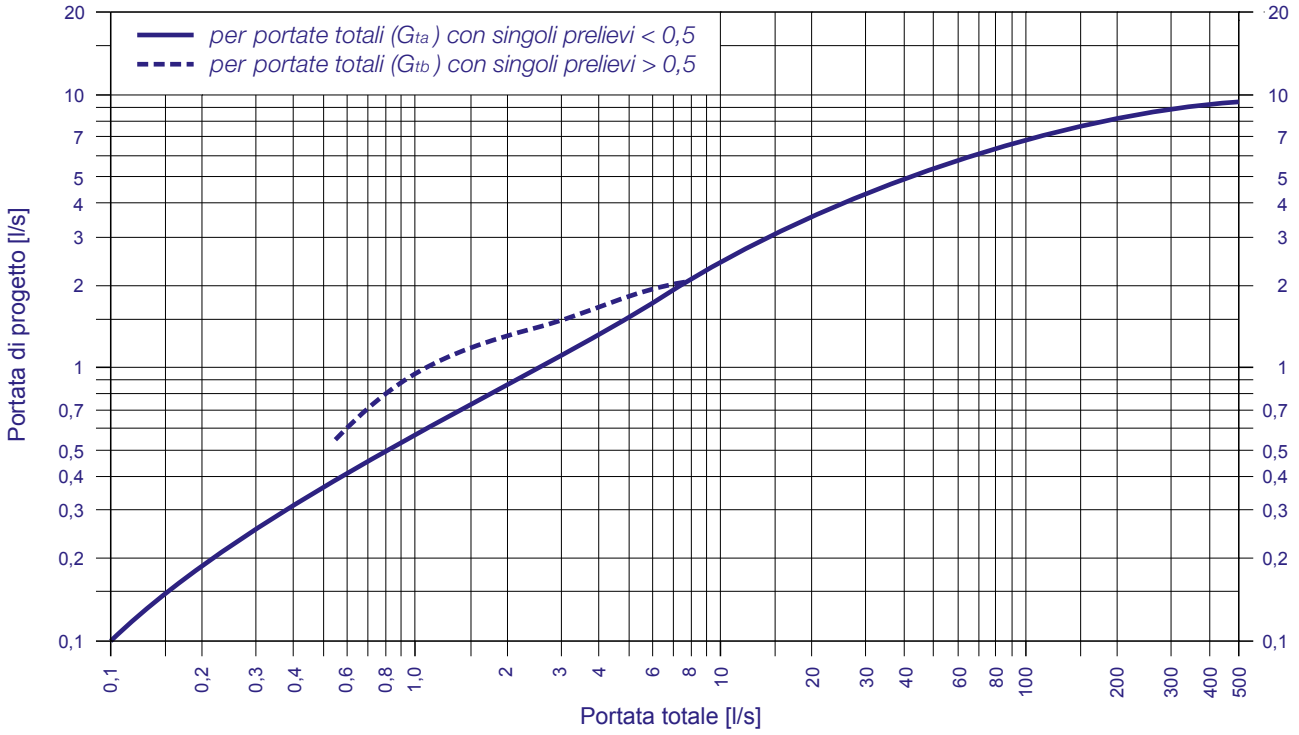
| Gta , Gtb l/s | Gpr l/s |
|---|---|
| 2,33 | 2,2 |
| 2,4 | 2,25 |
| 2,48 | 2,3 |
| 2,56 | 2,35 |
| 2,65 | 2,4 |
| 2,73 | 2,45 |
| 2,82 | 2,5 |
| 2,92 | 2,55 |
| 3,01 | 2,6 |
| 3,11 | 2,65 |
| 3,21 | 2,7 |
| 3,31 | 2,75 |
| 3,42 | 2,8 |
| 3,53 | 2,85 |
| 3,65 | 2,9 |
| 3,77 | 2,95 |
| 3,89 | 3 |
| 4,02 | 3,05 |
| 4,15 | 3,1 |
| 4,28 | 3,15 |
| 4,42 | 3,2 |
| 4,57 | 3,25 |
| 4,72 | 3,3 |
| 4,87 | 3,35 |
| 5,03 | 3,4 |
| 5,19 | 3,45 |
| 5,36 | 3,5 |
| 5,54 | 3,55 |
| 5,72 | 3,6 |
| 5,9 | 3,65 |
| 6,1 | 3,7 |
| 6,29 | 3,75 |
| 6,5 | 3,8 |
| 6,71 | 3,85 |
| 6,93 | 3,9 |
| 7,16 | 3,95 |
| 7,39 | 4 |
| 7,63 | 4,05 |
| 7,88 | 4,1 |
| 8,14 | 4,15 |
| 8,4 | 4,2 |
| 8,67 | 4,25 |
| 8,96 | 4,3 |

| Gta, Gtb l/s | Gpr l/s |
|---|---|
| 9,25 | 4,35 |
| 9,55 | 4,4 |
| 9,86 | 4,45 |
| 10,18 | 4,5 |
| 10,52 | 4,55 |
| 10,86 | 4,6 |
| 11,21 | 4,65 |
| 11,58 | 4,7 |
| 11,95 | 4,75 |
| 12,34 | 4,8 |
| 12,75 | 4,85 |
| 13,16 | 4,9 |
| 13,59 | 4,95 |
| 14,03 | 5 |
| 14,49 | 5,05 |
| 14,96 | 5,1 |
| 15,45 | 5,15 |
| 15,95 | 5,2 |
| 16,47 | 5,25 |
| 17,01 | 5,3 |
| 17,57 | 5,35 |
| 18,14 | 5,4 |
| 18,73 | 5,45 |
| 19,34 | 5,5 |
| 19,97 | 5,55 |
| 20,62 | 5,6 |
| 21,29 | 5,65 |
| 21,99 | 5,7 |
| 22,7 | 5,75 |
| 23,44 | 5,8 |
| 24,21 | 5,85 |
| 25 | 5,9 |
| 25,81 | 5,95 |
| 26,65 | 6 |
| 28,42 | 6,1 |
| 30,3 | 6,2 |
| 32,31 | 6,3 |
| 34,45 | 6,4 |
| 36,73 | 6,5 |
| 39,17 | 6,6 |
| 41,76 | 6,7 |
| 44,53 | 6,8 |
| 47,48 | 6,9 |

| Gta, Gtb l/s | Gpr l/s |
|---|---|
| 50,62 | 7 |
| 53,98 | 7,1 |
| 57,55 | 7,2 |
| 61,37 | 7,3 |
| 65,43 | 7,4 |
| 69,77 | 7,5 |
| 74,39 | 7,6 |
| 79,31 | 7,7 |
| 84,57 | 7,8 |
| 90,17 | 7,9 |
| 96,15 | 8 |
| 102,52 | 8,1 |
| 109,31 | 8,2 |
| 116,55 | 8,3 |
| 124,27 | 8,4 |
| 132,5 | 8,5 |
| 141,28 | 8,6 |
| 150,64 | 8,7 |
| 160,62 | 8,8 |
| 171,26 | 8,9 |
| 182,61 | 9 |
| 194,7 | 9,1 |
| 207,6 | 9,2 |
| 221,36 | 9,3 |
| 236,02 | 9,4 |
| 251,66 | 9,5 |
| 268,33 | 9,6 |
| 286,1 | 9,7 |
| 305,06 | 9,8 |
| 325,27 | 9,9 |
| 346,82 | 10 |
| 369,79 | 10,1 |
| 394,29 | 10,2 |
| 420,41 | 10,3 |
| 448,26 | 10,4 |
| 477,96 | 10,5 |
| 509,63 | 10,6 |

**Gta** = Portata totale con singoli prelievi < 0,5 l/s · **Gtb** = Portata totale con singoli prelievi ≥ 0,5 l/s · **Gpr** = Portata di progetto l/s

## Fig. 9 - ALBERGHI PENSIONI E SIMILI
## Norme prEN 806 - Portate di progetto in funzione delle portate totali




| Gta l/s | Gtb l/s | Gpr l/s |
|---|---|---|
| 0,06 | | 0,05 |
| 0,1 | | 0,1 |
| 0,15 | | 0,15 |
| 0,21 | | 0,2 |
| 0,28 | | 0,25 |
| 0,36 | | 0,3 |
| 0,45 | | 0,35 |
| 0,56 | | 0,4 |
| 0,67 | | 0,45 |
| 0,79 | | 0,5 |
| 0,92 | 0,55 | 0,55 |
| 1,06 | 0,6 | 0,6 |
| 1,2 | 0,65 | 0,65 |
| 1,35 | 0,7 | 0,7 |
| 1,51 | 0,75 | 0,75 |
| 1,67 | 0,8 | 0,8 |
| 1,84 | 0,85 | 0,85 |
| 2,02 | 0,9 | 0,9 |
| 2,2 | 0,95 | 0,95 |
| 2,39 | 1 | 1 |
| 2,58 | 1,14 | 1,05 |
| 2,78 | 1,3 | 1,1 |
| 2,98 | 1,47 | 1,15 |
| 3,19 | 1,65 | 1,2 |
| 3,41 | 1,84 | 1,25 |
| 3,63 | 2,05 | 1,3 |
| 3,85 | 2,27 | 1,35 |
| 4,08 | 2,51 | 1,4 |
| 4,32 | 2,76 | 1,45 |
| 4,56 | 3,03 | 1,5 |
| 4,8 | 3,31 | 1,55 |
| 5,05 | 3,61 | 1,6 |
| 5,3 | 3,93 | 1,65 |
| 5,56 | 4,26 | 1,7 |
| 5,83 | 4,61 | 1,75 |
| 6,09 | 4,93 | 1,8 |
| 6,37 | 5,37 | 1,85 |
| 6,64 | 5,78 | 1,9 |
| 6,92 | 6,2 | 1,95 |
| 7,21 | 6,64 | 2 |
| 7,5 | 7,11 | 2,05 |
| 7,79 | 7,59 | 2,1 |

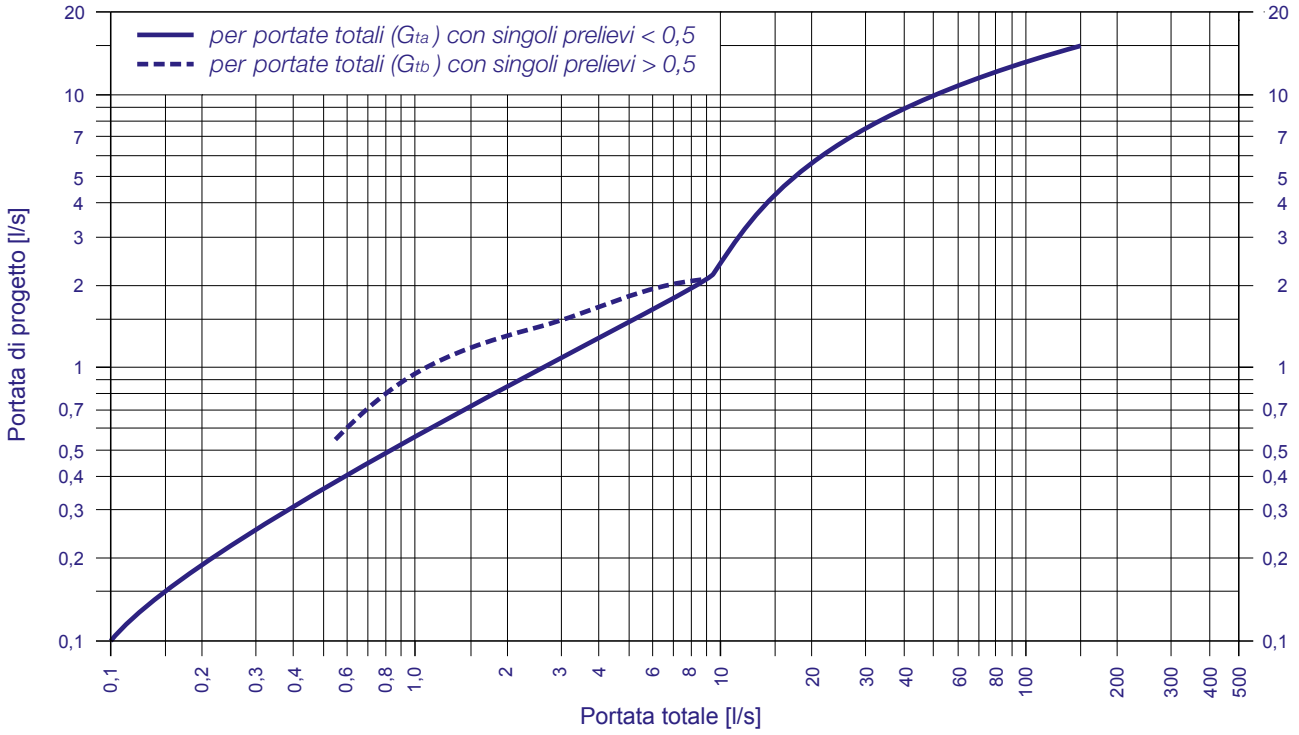
| Gta , Gtb l/s | Gpr l/s |
|---|---|
| 8,1 | 2,15 |
| 8,33 | 2,2 |
| 8,56 | 2,25 |
| 8,8 | 2,3 |
| 9,04 | 2,35 |
| 9,29 | 2,4 |
| 9,55 | 2,45 |
| 9,81 | 2,5 |
| 10,09 | 2,55 |
| 10,37 | 2,6 |
| 10,65 | 2,65 |
| 10,95 | 2,7 |
| 11,25 | 2,75 |
| 11,56 | 2,8 |
| 11,88 | 2,85 |
| 12,21 | 2,9 |
| 12,55 | 2,95 |
| 12,9 | 3 |
| 13,26 | 3,05 |
| 13,62 | 3,1 |
| 14 | 3,15 |
| 14,39 | 3,2 |
| 14,79 | 3,25 |
| 15,2 | 3,3 |
| 15,62 | 3,35 |
| 16,05 | 3,4 |
| 16,5 | 3,45 |
| 16,95 | 3,5 |
| 17,42 | 3,55 |
| 17,91 | 3,6 |
| 18,4 | 3,65 |
| 18,91 | 3,7 |
| 19,44 | 3,75 |
| 19,98 | 3,8 |
| 20,53 | 3,85 |
| 21,1 | 3,9 |
| 21,68 | 3,95 |
| 22,29 | 4 |
| 22,9 | 4,05 |
| 23,54 | 4,1 |
| 24,19 | 4,15 |
| 24,86 | 4,2 |

| Gta, Gtb l/s | Gpr l/s |
|---|---|
| 25,55 | 4,25 |
| 26,26 | 4,3 |
| 26,98 | 4,35 |
| 27,73 | 4,4 |
| 28,5 | 4,45 |
| 29,29 | 4,5 |
| 30,1 | 4,55 |
| 30,94 | 4,6 |
| 31,79 | 4,65 |
| 32,68 | 4,7 |
| 33,58 | 4,75 |
| 34,51 | 4,8 |
| 35,47 | 4,85 |
| 36,45 | 4,9 |
| 37,46 | 4,95 |
| 38,5 | 5 |
| 39,57 | 5,05 |
| 40,66 | 5,1 |
| 41,79 | 5,15 |
| 42,95 | 5,2 |
| 44,14 | 5,25 |
| 45,36 | 5,3 |
| 46,62 | 5,35 |
| 47,91 | 5,4 |
| 49,24 | 5,45 |
| 50,6 | 5,5 |
| 52,01 | 5,55 |
| 53,45 | 5,6 |
| 54,93 | 5,65 |
| 56,45 | 5,7 |
| 58,02 | 5,75 |
| 59,62 | 5,8 |
| 61,28 | 5,85 |
| 62,97 | 5,9 |
| 64,72 | 5,95 |
| 66,51 | 6 |
| 70,25 | 6,1 |
| 74,2 | 6,2 |
| 78,37 | 6,3 |
| 82,77 | 6,4 |
| 87,42 | 6,5 |
| 92,34 | 6,6 |

| Gta, Gtb l/s | Gpr l/s |
|---|---|
| 97,53 | 6,7 |
| 103,01 | 6,8 |
| 108,8 | 6,9 |
| 114,91 | 7 |
| 121,37 | 7,1 |
| 128,19 | 7,2 |
| 135,39 | 7,3 |
| 143 | 7,4 |
| 151,04 | 7,5 |
| 159,52 | 7,6 |
| 168,49 | 7,7 |
| 177,96 | 7,8 |
| 187,96 | 7,9 |
| 198,52 | 8 |
| 209,68 | 8,1 |
| 221,46 | 8,2 |
| 233,9 | 8,3 |
| 247,05 | 8,4 |
| 260,93 | 8,5 |
| 275,6 | 8,6 |
| 291,08 | 8,7 |
| 307,44 | 8,8 |
| 324,72 | 8,9 |
| 342,97 | 9 |
| 362,24 | 9,1 |
| 382,6 | 9,2 |
| 404,1 | 9,3 |
| 426,81 | 9,4 |
| 450,79 | 9,5 |
| 476,12 | 9,6 |
| 502,88 | 9,7 |
| 531,14 | 9,8 |

**Gta** = Portata totale con singoli prelievi < 0,5 l/s · **Gtb** = Portata totale con singoli prelievi ≥ 0,5 l/s · **Gpr** = Portata di progetto l/s

## Fig. 10 - OSPEDALI E CLINICHE
## Norme prEN 806 - Portate di progetto in funzione delle portate totali




| Gta l/s | Gtb l/s | Gpr l/s |
|---|---|---|
| 0,06 | | 0,05 |
| 0,10 | | 0,1 |
| 0,15 | | 0,15 |
| 0,21 | | 0,2 |
| 0,28 | | 0,25 |
| 0,36 | | 0,3 |
| 0,45 | | 0,35 |
| 0,56 | | 0,4 |
| 0,67 | | 0,45 |
| 0,79 | | 0,5 |
| 0,92 | 0,55 | 0,55 |
| 1,06 | 0,6 | 0,6 |
| 1,22 | 0,65 | 0,65 |
| 1,38 | 0,7 | 0,7 |
| 1,55 | 0,75 | 0,75 |
| 1,72 | 0,8 | 0,8 |
| 1,91 | 0,85 | 0,85 |
| 2,10 | 0,9 | 0,9 |
| 2,29 | 0,95 | 0,95 |
| 2,50 | 1 | 1 |
| 2,71 | 1,14 | 1,05 |
| 2,92 | 1,3 | 1,1 |
| 3,15 | 1,47 | 1,15 |
| 3,38 | 1,65 | 1,2 |
| 3,61 | 1,84 | 1,25 |
| 3,86 | 2,05 | 1,3 |
| 4,11 | 2,27 | 1,35 |
| 4,36 | 2,51 | 1,4 |
| 4,62 | 2,76 | 1,45 |
| 4,89 | 3,03 | 1,5 |
| 5,17 | 3,31 | 1,55 |
| 5,45 | 3,61 | 1,6 |
| 5,73 | 3,93 | 1,65 |
| 6,02 | 4,26 | 1,7 |
| 6,32 | 4,61 | 1,75 |
| 6,62 | 4,93 | 1,8 |
| 6,93 | 5,37 | 1,85 |
| 7,24 | 5,78 | 1,9 |
| 7,56 | 6,2 | 1,95 |
| 7,89 | 6,64 | 2 |
| 8,22 | 7,11 | 2,05 |
| 8,55 | 7,59 | 2,1 |
| 8,89 | 8,1 | 2,15 |
| 9,24 | 8,62 | 2,2 |

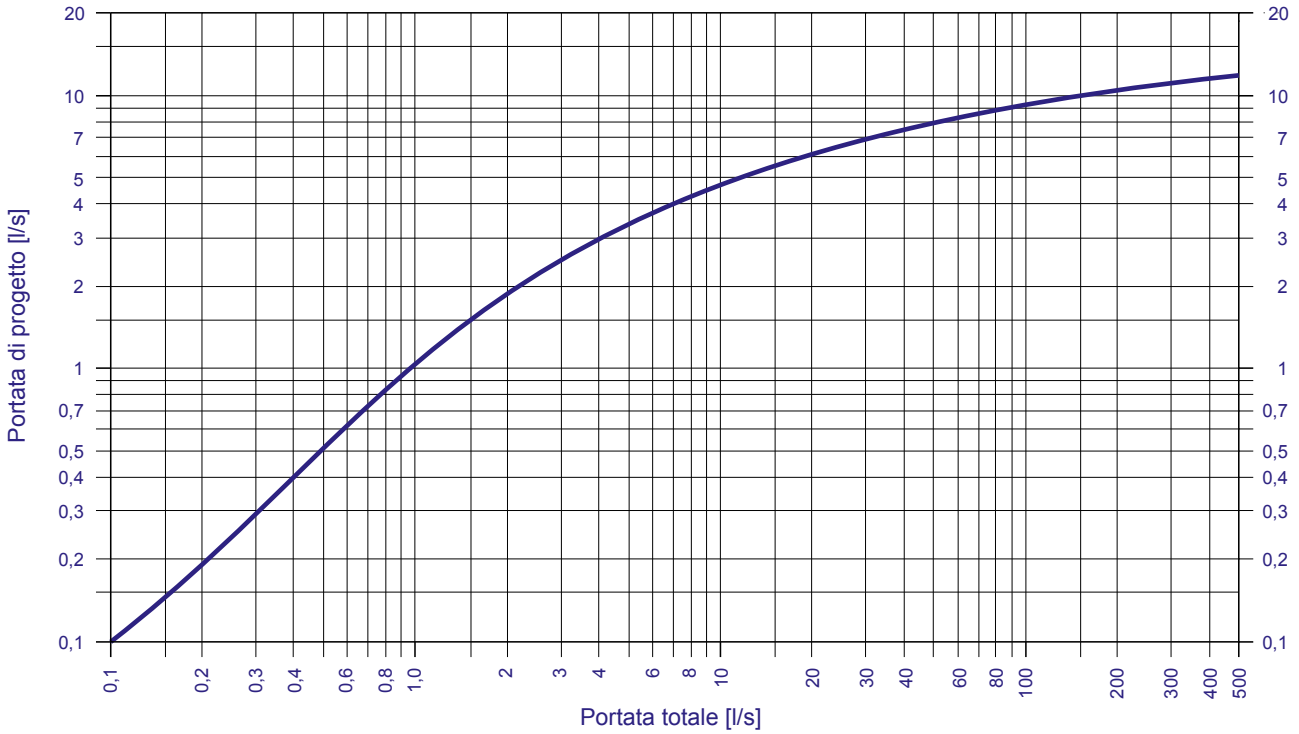
| Gta , Gtb l/s | Gpr l/s |
|---|---|
| 9,36 | 2,25 |
| 9,56 | 2,35 |
| 9,66 | 2,4 |
| 9,77 | 2,45 |
| 9,87 | 2,5 |
| 9,98 | 2,55 |
| 10,08 | 2,6 |
| 10,19 | 2,65 |
| 10,30 | 2,7 |
| 10,41 | 2,75 |
| 10,52 | 2,8 |
| 10,63 | 2,85 |
| 10,75 | 2,9 |
| 10,86 | 2,95 |
| 10,98 | 3 |
| 11,10 | 3,05 |
| 11,22 | 3,1 |
| 11,34 | 3,15 |
| 11,46 | 3,2 |
| 11,58 | 3,25 |
| 11,70 | 3,3 |
| 11,83 | 3,35 |
| 11,96 | 3,4 |
| 12,08 | 3,45 |
| 12,21 | 3,5 |
| 12,34 | 3,55 |
| 12,48 | 3,6 |
| 12,61 | 3,65 |
| 12,75 | 3,7 |
| 12,88 | 3,75 |
| 13,02 | 3,8 |
| 13,16 | 3,85 |
| 13,30 | 3,9 |
| 13,44 | 3,95 |
| 13,59 | 4 |
| 13,73 | 4,05 |
| 13,88 | 4,1 |
| 14,03 | 4,15 |
| 14,18 | 4,2 |
| 14,33 | 4,25 |
| 14,48 | 4,3 |
| 14,64 | 4,35 |
| 14,80 | 4,4 |
| 14,95 | 4,45 |

| Gta, Gtb l/s | Gpr l/s |
|---|---|
| 15,11 | 4,5 |
| 15,28 | 4,55 |
| 15,44 | 4,6 |
| 15,60 | 4,65 |
| 15,77 | 4,7 |
| 15,94 | 4,75 |
| 16,11 | 4,8 |
| 16,28 | 4,85 |
| 16,46 | 4,9 |
| 16,63 | 4,95 |
| 16,81 | 5 |
| 17,18 | 5,1 |
| 17,54 | 5,2 |
| 17,92 | 5,3 |
| 18,31 | 5,4 |
| 18,70 | 5,5 |
| 19,11 | 5,6 |
| 19,52 | 5,7 |
| 19,94 | 5,8 |
| 20,37 | 5,9 |
| 20,81 | 6 |
| 21,25 | 6,1 |
| 21,71 | 6,2 |
| 22,18 | 6,3 |
| 22,66 | 6,4 |
| 23,14 | 6,5 |
| 23,64 | 6,6 |
| 24,15 | 6,7 |
| 24,67 | 6,8 |
| 25,20 | 6,9 |
| 25,75 | 7 |
| 26,30 | 7,1 |
| 26,87 | 7,2 |
| 27,45 | 7,3 |
| 28,04 | 7,4 |
| 28,64 | 7,5 |
| 29,26 | 7,6 |
| 29,89 | 7,7 |
| 30,53 | 7,8 |
| 31,19 | 7,9 |
| 31,86 | 8 |
| 32,55 | 8,1 |
| 33,25 | 8,2 |
| 33,96 | 8,3 |

| Gta, Gtb l/s | Gpr l/s |
|---|---|
| 34,70 | 8,4 |
| 35,44 | 8,5 |
| 36,21 | 8,6 |
| 36,99 | 8,7 |
| 37,78 | 8,8 |
| 38,60 | 8,9 |
| 39,43 | 9 |
| 40,28 | 9,1 |
| 41,14 | 9,2 |
| 42,03 | 9,3 |
| 42,93 | 9,4 |
| 43,86 | 9,5 |
| 44,80 | 9,6 |
| 45,77 | 9,7 |
| 46,75 | 9,8 |
| 47,76 | 9,9 |
| 48,79 | 10 |
| 49,84 | 10,1 |
| 50,91 | 10,2 |
| 53,13 | 10,4 |
| 55,44 | 10,6 |
| 57,86 | 10,8 |
| 60,38 | 11 |
| 63,00 | 11,2 |
| 65,75 | 11,4 |
| 68,61 | 11,6 |
| 71,60 | 11,8 |
| 74,71 | 12 |
| 77,97 | 12,2 |
| 81,36 | 12,4 |
| 84,90 | 12,6 |
| 88,60 | 12,8 |
| 92,46 | 13 |
| 96,48 | 13,2 |
| 100,68 | 13,4 |
| 105,06 | 13,6 |
| 109,64 | 13,8 |
| 114,41 | 14 |
| 119,39 | 14,2 |
| 124,59 | 14,4 |
| 130,02 | 14,6 |
| 135,68 | 14,8 |
| 141,58 | 15 |
| 147,75 | 15,2 |

**Gta** = Portata totale con singoli prelievi < 0,5 l/s · **Gtb** = Portata totale con singoli prelievi ≥ 0,5 l/s · **Gpr** = Portata di progetto l/s

## Fig. 11 - SCUOLE E CENTRI SPORTIVI
## Norme prEN 806 - Portate di progetto in funzione delle portate totali




| Gt l/s | Gpr l/s |
|---|---|
| 0,1 | 0,1 |
| 0,2 | 0,2 |
| 0,3 | 0,3 |
| 0,4 | 0,4 |
| 0,5 | 0,5 |
| 0,6 | 0,6 |
| 0,7 | 0,7 |
| 0,8 | 0,8 |
| 0,9 | 0,9 |
| 1 | 1 |
| 1,1 | 1,1 |
| 1,2 | 1,2 |
| 1,3 | 1,3 |
| 1,4 | 1,4 |
| 1,5 | 1,5 |
| 1,62 | 1,6 |
| 1,74 | 1,7 |
| 1,87 | 1,8 |
| 2,01 | 1,9 |
| 2,15 | 2 |
| 2,3 | 2,1 |
| 2,46 | 2,2 |
| 2,63 | 2,3 |
| 2,8 | 2,4 |
| 2,98 | 2,5 |
| 3,17 | 2,6 |
| 3,37 | 2,7 |
| 3,58 | 2,8 |
| 3,8 | 2,9 |
| 4,03 | 3 |
| 4,27 | 3,1 |
| 4,51 | 3,2 |

| Gt l/s | Gpr l/s |
|---|---|
| 4,77 | 3,3 |
| 5,04 | 3,4 |
| 5,32 | 3,5 |
| 5,61 | 3,6 |
| 5,91 | 3,7 |
| 6,23 | 3,8 |
| 6,55 | 3,9 |
| 6,89 | 4 |
| 7,24 | 4,1 |
| 7,61 | 4,2 |
| 7,98 | 4,3 |
| 8,37 | 4,4 |
| 8,78 | 4,5 |
| 9,2 | 4,6 |
| 9,63 | 4,7 |
| 10,08 | 4,8 |
| 10,31 | 4,85 |
| 10,54 | 4,9 |
| 10,78 | 4,95 |
| 11,16 | 5 |
| 13,9 | 5,4 |
| 14,68 | 5,5 |
| 15,5 | 5,6 |
| 16,37 | 5,7 |
| 17,3 | 5,8 |
| 18,27 | 5,9 |
| 19,3 | 6 |
| 20,38 | 6,1 |
| 21,53 | 6,2 |
| 22,74 | 6,3 |
| 24,02 | 6,4 |
| 25,37 | 6,5 |

| Gt l/s | Gpr l/s |
|---|---|
| 26,79 | 6,6 |
| 28,3 | 6,7 |
| 29,89 | 6,8 |
| 31,57 | 6,9 |
| 33,35 | 7 |
| 35,22 | 7,1 |
| 37,2 | 7,2 |
| 39,3 | 7,3 |
| 41,51 | 7,4 |
| 43,84 | 7,5 |
| 46,31 | 7,6 |
| 48,91 | 7,7 |
| 51,66 | 7,8 |
| 54,57 | 7,9 |
| 57,64 | 8 |
| 60,88 | 8,1 |
| 64,3 | 8,2 |
| 67,92 | 8,3 |
| 71,74 | 8,4 |
| 75,77 | 8,5 |
| 80,03 | 8,6 |
| 84,53 | 8,7 |
| 89,29 | 8,8 |
| 94,31 | 8,9 |
| 99,61 | 9 |
| 105,22 | 9,1 |
| 111,13 | 9,2 |
| 117,53 | 9,3 |
| 123,99 | 9,4 |
| 130,96 | 9,5 |
| 138,32 | 9,6 |
| 146,1 | 9,7 |

| Gt l/s | Gpr l/s |
|---|---|
| 154,32 | 9,8 |
| 163 | 9,9 |
| 172,16 | 10 |
| 181,85 | 10,1 |
| 192,07 | 10,2 |
| 202,88 | 10,3 |
| 214,29 | 10,4 |
| 226,34 | 10,5 |
| 239,07 | 10,6 |
| 252,51 | 10,7 |
| 266,71 | 10,8 |
| 281,71 | 10,9 |
| 297,55 | 11 |
| 314,29 | 11,1 |
| 331,96 | 11,2 |
| 350,63 | 11,3 |
| 370,35 | 11,4 |
| 391,18 | 11,5 |
| 413,18 | 11,6 |
| 436,42 | 11,7 |
| 460,96 | 11,8 |
| 486,89 | 11,9 |
| 514,27 | 12 |
| 543,19 | 12,1 |
| 573,74 | 12,2 |
| 606,01 | 12,3 |

**Gta** = Portata totale con singoli prelievi < 0,5 l/s · **Gtb** = Portata totale con singoli prelievi ≥ 0,5 l/s · **Gpr** = Portata di progetto l/s

## NORMATIVA FRANCESE

Estratto: **Règles DTU 60.11** (Ottobre 1998)

**Le portate nominali dei singoli apparecchi** sono riportate nella seguente tabella:

**Fig. 12**

**Normativa francese - Portate nominali**

| *Apparecchio* | *Portata unitaria l/sec* |
|---|---|
| *Lavello da cucina* | *0,20* |
| *Lavabo* | *0,20* |
| *Bidet* | *0,20* |
| *Doccia* | *0,20* |
| *Vasca da bagno* | *0,33* |
| *Vasi a cassetta* | *0,12* |
| *Lavabiancheria* | *0,20* |
| *Lavastoviglie* | *0,10* |

La portata di progetto è calcolata col metodo del coefficiente di contemporaneità ($\alpha$), il cui valore è determinabile con la formula:

$$\alpha = 0{,}8 / ( n - 1 ) ^{0{,}5}$$

dove ( **n** ) è il numero dei rubinetti serviti. La formula è valida per $n > 5$.

Nel caso di *hotel* può essere necessario un studio particolareggiato. Generalmente il coefficiente di contemporaneità va moltiplicato per 1,25.

Nel caso di scuole, palestre, stadi, caserme, va considerato che, se i rubinetti non sono a chiusura temporizzata, tutti i lavabi o le docce possono funzionare contemporaneamente. In tal caso è necessario uno studio particolareggiato.

Nel caso di ospedali, case di cura ed uffici, il coefficiente di contemporaneità non richiede particolari fattori correttivi.

Nel caso dei ristoranti può essere necessario uno studio particolareggiato. Generalmente il coefficiente di contemporaneità va moltiplicato per 1,5.

## NORMATIVA TEDESCA

Estratto: **Norma DIN 1988-300** (Maggio 2012)

**Le portate nominali dei singoli apparecchi** sono riportate nella seguente tabella:

**Fig. 13**

**Normativa tedesca - Portate nominali**

| *Apparecchio* | *Portata unitaria l/sec* |
|---|---|
| *Lavello da cucina* | *0,07* |
| *Lavabo* | *0,07* |
| *Bidet* | *0,07* |
| *Doccia* | *0,15* |
| *Vasca da bagno* | *0,15* |
| *Vasi a cassetta* | *0,13* |
| *Lavabiancheria* | *0,15* |
| *Lavastoviglie* | *0,07* |

La portata di progetto è calcolata con la formula:

$$G_{PR} = a \cdot ( G_{TOT} ) ^{b} - c$$

dove:

**$G_{PR}$** = portata di progetto

**$G_{TOT}$** = portata totale data dalla somma delle portate dei singoli apparecchi

**a, b, c** = valori caratteristici a seconda del tipo di utenza (ved. tab. sottostante)

| **Tipo di utenza** | a | b | c |
|---|---|---|---|
| Edifici residenziali | 1,48 | 0,19 | 0,94 |
| Ospedali | 0,75 | 0,44 | 0,18 |
| Hotel | 0,70 | 0,48 | 0,13 |
| Scuole-Uffici | 0,91 | 0,31 | 0,38 |
| Centri assistenza/case di riposo | 1,48 | 0,19 | 0,94 |
| Cliniche/case di cura | 1,40 | 0,14 | 0,92 |

## DIMENSIONAMENTO DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE

Si può ottenere col **metodo del carico lineare unitario** ( **J** ), cioè col metodo delle **pressioni lineari unitarie disponibili per vincere i dislivelli e le resistenze idrauliche della rete**. È un metodo sostanzialmente simile a quello delle perdite di carico lineari unitarie ( **r** ) utilizzato per dimensionare gli impianti di climatizzazione.

### CARICO LINEARE UNITARIO CON ALIMENTAZIONE DIRETTA DA ACQUEDOTTO

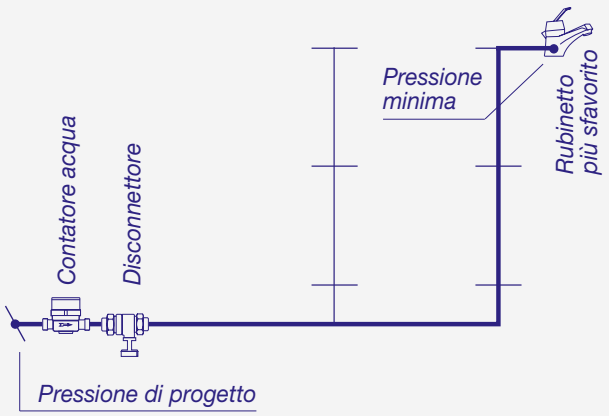
In questo caso, il carico lineare unitario ( J ) disponibile **è correlato alla pressione dell'acquedotto** e si può determinare con la formula:

$$J = \frac{(P_{PR} - \Delta H - P_{MIN} - \Delta P_{APP})}{L} \cdot 700 \qquad (1)$$

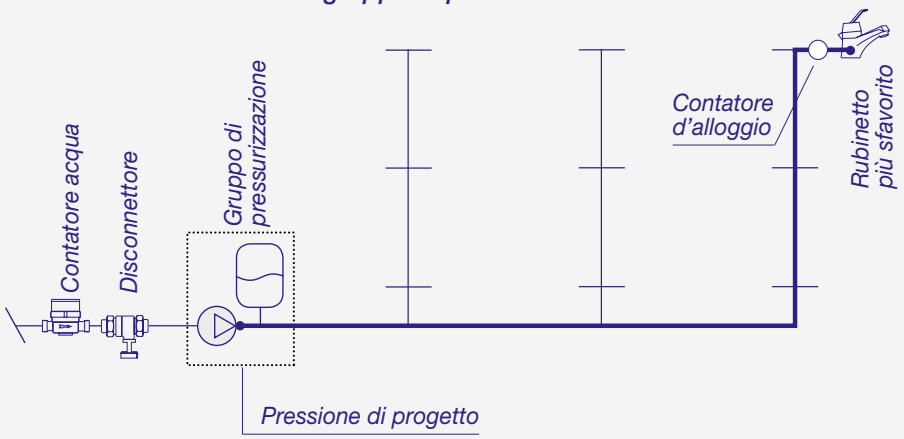
dove:

- **J** = carico lineare unitario [mm c.a. / m]
- $P_{PR}$ = pressione di progetto **disponibile all'attacco dell'acquedotto** [m c.a.]
- $\Delta H$ = dislivello fra **l'origine della rete** e il rubinetto più sfavorito [m c.a.]
- $P_{MIN}$ = pressione minima richiesta dal rubinetto più sfavorito [m c.a.]
- $\Delta P_{APP}$ = perdite di carico (ved. pag. 16) dei principali componenti dell'impianto [m c.a.]
- **L** = lungh. tubi che collegano **l'origine della rete al rubinetto più sfavorito** [m]

*Apparecchiatura e dati da considerare per il calcolo della pressione di progetto con alimentazione diretta da acquedotto*




*Apparecchiatura e dati da considerare per il calcolo della pressione di progetto con gruppo di pressurizzazione*



La formula (1) è stata ottenuta considerando un valore di ( **J** ) mediamente uguale al 70% di ( $J_{TOT}$ ): cioè del **carico unitario mediamente spendibile per vincere le perdite di carico sia continue che localizzate** (ad es. dovute a curve, derivazioni, variazioni di diametro).
Tale rapporto lega fra loro le due grandezze di cui sopra con le relazioni:

$$J = J_{TOT} \cdot 0{,}7 \qquad (2)$$

$$J_{TOT} = J \cdot 1{,}43 \qquad (3)$$

La formula (1) è stata ottenuta determinando dapprima il **carico unitario totale $J_{TOT}$ disponibile**:

$$J_{TOT} = \frac{(P_{PR} - \Delta H - P_{MIN} - \Delta P_{APP})}{L} \cdot 1.000$$

Sostituendo poi, con la formula (2), $J_{TOT}$ con J risulta:

$$J = \frac{(P_{PR} - \Delta H - P_{MIN} - \Delta P_{APP})}{L} \cdot 1.000 \cdot \frac{70}{100}$$

da cui, con le opportune semplificazioni, si ottiene la formula (1).

**Esempio:**

In un impianto idrosanitario **direttamente alimentato da acquedotto** (ved. schema riportato nella pagina a lato), **determinare il valore del carico unitario lineare** ( **J** ) considerando:

| | | |
|---|---|---|
| $P_{PR}$ | = 30 m c.a. | pressione di progetto disponibile all'attacco dell'acquedotto |
| $\Delta H$ | = 5 m c.a. | dislivello fra l'origine della rete e il rubinetto più sfavorito |
| $P_{MIN}$ | = 10 m c.a. | pressione minima richiesta dal rubinetto più sfavorito (ved. pag 16) |
| $\Delta P_{APP}$ | = 12 m c.a. | perdite di carico dei componenti principali (ved. pag. 16)<br>valori assunti:<br>- 6 m c.a. contatore acqua generale<br>- 6 m c.a. disconnettore |
| L | = 25 m | lungh. tubi che collegano l'origine della rete al rubinetto più sfavorito |

Il valore richiesto si ottiene applicando la formula ( 1 ):

$$J = \frac{(30 - 5 - 10 - 12)}{25} \cdot 700 = 84 \text{ mm c.a./m}$$

**ed è in base a questo valore che si possono dimensionare i tubi delle reti di distribuzione**.

## CARICO LINEARE UNITARIO CON GRUPPI DI PRESSURIZZAZIONE

Con gruppi di pressurizzazione, **il carico unitario lineare** ( J ) **può essere scelto in base ad un valore prefissato** compreso nei limiti considerati a pag 16. Noto tale valore, **la pressione di progetto** (cioè la pressione a cui va regolato il gruppo di pressurizzazione) **può essere calcolata con la formula**:

$$P_{PR} = \Delta H + P_{MIN} + \Delta P_{APP} + \frac{J \cdot L}{700} \qquad (4)$$

dove:

| | | |
|---|---|---|
| $\Delta H$ | = | dislivello fra il gruppo di pressurizzazione e il rubinetto più sfavorito [m c.a.] |
| $P_{MIN}$ | = | pressione minima richiesta dal rubinetto più sfavorito [m c.a.] |
| $\Delta P_{APP}$ | = | perdite di carico (ved. pag. 16) dei principali componenti dell'impianto [m c.a.] |
| **J** | = | carico lineare unitario [mm c.a. / m] |
| **L** | = | lungh. tubi che collegano il gruppo di pressurizzazione al rub. più sfavorito [m] |

**Esempio:**

In un impianto idrosanitario **con gruppo di pressurizzazione** (ved. schema riportato nella pagina a lato) e **carico unitario lineare J = 100** mm c.a./m, **determinare il valore della pressione di progetto** considerando:

| | | |
|---|---|---|
| $\Delta H$ | = 15 m c.a. | dislivello fra gruppo di pressurizzazione e il rubinetto più sfavorito |
| $P_{MIN}$ | = 15 m c.a. | pressione minima richiesta dal rubinetto più sfavorito (ved. pag 16) |
| $\Delta P_{APP}$ | = 5 m c.a. | perdite di carico dei componenti principali (ved. pag. 16) |
| L | = 40 m | lungh. tubi fra gruppo di pressurizzazione e rub. più sfavorito |

Il valore richiesto si ottiene applicando la formula ( 4 ):

$$P_{PR} = 15 + 15 + 5 + (100 \cdot 40) / 700 = 40{,}7 \text{ m c.a.}$$

**ed è in base a tale valore che si deve regolare il gruppo di pressurizzazione**.

Le pressioni sono, di seguito, espresse in metri di colonna d'acqua per due motivi: il primo perché tale unità di misura è ancora la più utilizzata in campo impiantistico; il secondo perché è correlata con l'altimetria degli impianti, cioè con le altezze fra i livelli di fornitura dell'acqua e quelli di utilizzo.

Promemoria: 1 bar ≈ 10 m c.a.
1 atm ≈ 10 m c.a.
1 kPa ≈ 0,1 m c.a.

## PRESSIONI ACQUEDOTTO

**Rispetto alle esigenze dell'impianto** (di seguito definite) **non possono essere né troppo basse né troppo alte**, in quanto:

- **se sono troppo basse**, non consentono l'erogazione delle portate minime richieste;
- **se sono troppo alte**, possono danneggiare l'impianto, causare forti rumori e non consentire il buon controllo delle portate erogate.

Nel primo caso è necessario utilizzare un gruppo di pressurizzazione, nel secondo un riduttore di pressione.

## PRESSIONI MINIME

**Sono le pressioni minime richieste a monte dei rubinetti più sfavoriti**.
In genere, con i rubinetti normalmente utilizzati, **tali pressioni variano da 10 a 15 m c.a.**. Con i rubinetti speciali è necessario, invece, consultare i cataloghi dei Fornitori.

## PERDITE DI CARICO DEI COMPONENTI

Per i principali componenti dell'impianto, queste perdite si possono (con sufficiente approssimazione) determinare con tabelle del tipo sotto riportato:

**Fig. 14 - Valori medi perdite di carico dei principali componenti**

| *Componenti* | $\Delta P_{APP}$ *m c.a.* |
|---|---|
| *Contatore d'acqua generale* | *6 ÷ 8* |
| *Contatore d'acqua d'utenza* | *4 ÷ 5* |
| *Disconnettore* | *5 ÷ 6* |
| *Miscelatore termostatico* | *4* |
| *Miscelatore elettronico* | *2* |
| *Scambiatore di calore a piastre* | *4* |
| *Addolcitore* | *8* |
| *Dosatore di polifosfati* | *4* |

Oppure si possono determinare, in base alle portate di progetto, con le formule o i diagrammi dei Fornitori.

## VELOCITÀ MASSIME

**Sono le velocità massime con cui l'acqua può essere distribuita senza causare perdite di carico troppo elevate e colpi d'ariete troppo forti**.
Secondo la norma UNI 9182, i limiti di tali velocità sono:

➤ **2,0 m/s** per distribuzioni primarie, colonne montanti, adduzioni di distribuzione al piano;

➤ **4,0 m/s** per linee di adduzioni alle singole utenze.

Va tuttavia considerato che **questi limiti richiedono pressioni troppo alte**. Ad esempio, coi diametri sotto considerati, necessitano dei seguenti carichi unitari lineari ( **J** ) e totali ( $J_{TOT}$ ):

**v = 2,0 m/s**

| | | |
|---|---|---|
| Ø = **1/2"** | J = **414** mm c.a./m | $J_{TOT}$ = **593** mm c.a./m |
| Ø = **3/4"** | J = **289** mm c.a./m | $J_{TOT}$ = **413** mm c.a./m |
| Ø = **1"** | J = **216** mm c.a./m | $J_{TOT}$ = **309** mm c.a./m |

**v = 4,0 m/s**

| | | |
|---|---|---|
| Ø = **1/2"** | J = **1.515** mm c.a./m | $J_{TOT}$ = **2.164** mm c.a./m |
| Ø = **3/4"** | J = **1.056** mm c.a./m | $J_{TOT}$ = **1.509** mm c.a./m |
| Ø = **1"** | J = **790** mm c.a./m | $J_{TOT}$ = **1.129** mm c.a./m |

Richiedono cioè valori di ( $J_{TOT}$ ), e quindi perdite di pressione, non compatibili con le pressioni normalmente disponibili o convenientemente utilizzabili.

Inoltre, va considerato che le velocità di cui sopra possono far insorgere colpi d'ariete tali da provocare forti rumori nonché la rapida usura e la possibile rottura di tubi, giunzioni, valvole e rubinetti. L'esempio che segue serve a mettere in evidenza gli incrementi delle sovrappressioni dovuti ai colpi d'ariete al crescere delle velocità.

Esempio:

**Determinare il valore delle sovrappressioni dovute ai colpi d'ariete** con la seguente formula (ved. Idraulica 24) valida per tratti di rete lineari:

$$\Delta P = (2 \cdot v \cdot L) / (g \cdot t)$$

$\Delta P$ sovrappressione dovuta al colpo d'ariete (m c.a.)
v velocità acqua (m/s)
L lunghezza della tubazione (m)
g accelerazione di gravità (9,81 $m/s^2$)
t tempo di chiusura della valvola (s)

e considerando: L = 40 m; t = 0,2 s; v = 1, 2, 3, 4 m/s

In base a tali dati risulta:

| | | |
|---|---|---|
| per **v = 1 m/s** | $\Delta P$ = **40,8** m c.a. ≈ | **4,08** bar |
| per **v = 2 m/s** | $\Delta P$ = **81,5** m c.a. ≈ | **8,15** bar |
| per **v = 3 m/s** | $\Delta P$ = **122,3** m c.a. ≈ | **12,23** bar |
| per **v = 4 m/s** | $\Delta P$ = **163,1** m c.a. ≈ | **16,31** bar |

Valori questi che ben evidenziano **i pericoli connessi alla scelta di velocità troppo alte**.

## J DI PROGETTO

**Nei casi di alimentazione diretta da acquedotto è** consigliabile adottare i seguenti valori:

$$40 \leq J \leq 120 \text{ mm c.a./m.}$$

per evitare velocità troppo basse o troppo alte, per i motivi già considerati nella pagina a lato. Se non è possibile rispettare tali limiti è necessario utilizzare, come già visto, gruppi di pressurizzazione o riduttori di pressione.

**Nei casi, invece, in cui è prevista la pressurizzazione dell'acqua è consigliabile adottare valori compresi nel seguente intervallo:**

$$80 \leq J \leq 120 \text{ mm c.a./m.}$$

in quanto **questi valori rappresentano un buon compromesso fra** (1) **il costo dell'impianto**, (2) **il contenimento dei colpi d'ariete** e (3) **i non eccessivi incrementi di pressione fra i vari punti di erogazione dell'impianto**.

## PRESSIONI INTERNE MASSIME

Queste pressioni non devono essere troppo alte perché, **sommandosi alle onde d'urto dei colpi di ariete**, possono provocare, come già accennato, il funzionamento rumoroso dell'impianto nonché la rapida usura e la possibile rottura dei suoi componenti.
Possono inoltre essere causa di **notevoli sprechi d'acqua in quanto rendono più difficile la regolazione dei rubinetti** e quindi il corretto controllo dell'acqua erogata.
**Ad esempio si è verificato sperimentalmente che** (con gli stessi apparecchi e gli stessi tempi d'uso) **aumentando le pressioni a monte dei rubinetti da 20 a 50 m c.a., i maggior consumi d'acqua variano dal 25 al 30%**.

**In mancanza di supporti normativi in merito**, per evitare pressioni di funzionamento troppo elevate, è generalmente consigliabile:

- **servire ogni utenza con pressioni che non superano i 40 m c.a.**.
- **proteggere ogni utenza con idonei ammortizzatori di colpo d'ariete**.

Il limite di pressione di cui sopra non comporta particolari **restrizioni al numero di piani che possono essere serviti dalle colonne degli impianti multiutenza**, come evidenzia l'esempio di seguito riportato.

Esempio:

**Determinare il numero di piani servibili dalla colonna di un impianto multiutenza**, considerando:

- dislivello fra i vari piani = 3 m
- pressione massima di utenza = 40 m c.a.
- pressione minima richiesta dal rubinetto più sfavorito = 12 m c.a.
- carico unitario di progetto ( J ) = 100 mm c.a./m
- perdite di carico interne utenza ultimo piano:
  4,00 m c.a. = pdc tubi distribuzione interna
  5,00 m c.a. = pdc contatore d'utenza
  1,00 m c.a. = pdc valv. intercettazione e collettore

In base a tali valori si determinano dapprima la pressione necessaria all'utenza dell'ultimo piano (piano n):

$$\Delta P_n = 12{,}0 + 4{,}0 + 5{,}0 + 1{,}0 = 22{,}0 \text{ m c.a.}$$

Si determina poi ( $J_{TOT}$ ) con la formula 3 e le perdite di carico dei tratti di colonna compresi fra piano e piano:

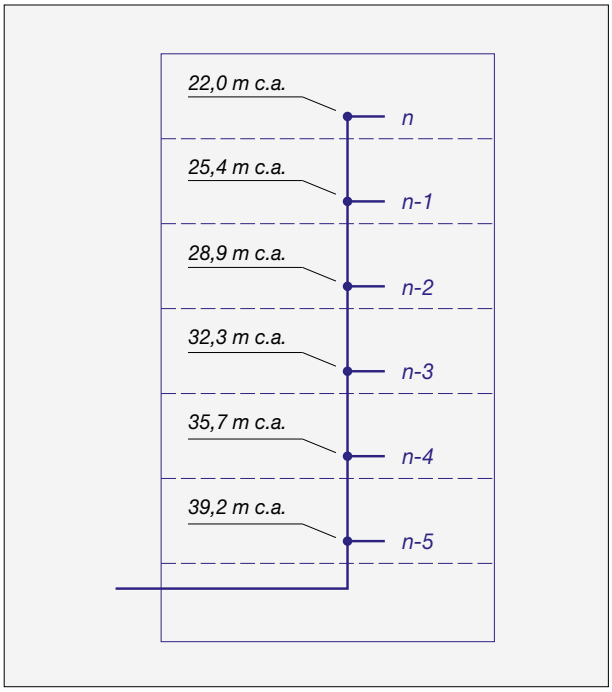
$$J_{TOT} = J \cdot 1{,}43 = 143 \text{ mm c.a./m} = 0{,}143 \text{ m c.a./m}$$

$$\Delta P_{PIANO} = 3 + (3{,}0 \cdot 0{,}143) = 3{,}0 + 0{,}43 = 3{,}43 \text{ m c.a.}$$

Si calcolano, infine, le pressioni richieste agli attacchi delle utenze dei vari piani:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\Delta P_n$ | | = **22,00** m c.a. | **si** |
| $\Delta P_{n-1}$ | = 22,00 + (1 · 3,43) | = **25,43** m c.a. | **si** |
| $\Delta P_{n-2}$ | = 22,00 + (2 · 3,43) | = **28,86** m c.a. | **si** |
| $\Delta P_{n-3}$ | = 22,00 + (3 · 3,43) | = **32,29** m c.a. | **si** |
| $\Delta P_{n-4}$ | = 22,00 + (4 · 3,43) | = **35,72** m c.a. | **si** |
| $\Delta P_{n-5}$ | = 22,00 + (5 · 3,43) | = **39,15** m c.a. | **si** |
| $\Delta P_{n-6}$ | = 22,00 + (6 · 3,43) | = **42,58** m c.a. | **no** |

**Risultano pertanto servibili in colonna 6 utenze**.



**Se si devono servire le utenze di un numero elevato di piani**, si possono adottare soluzioni del tipo sotto riportato: soluzioni valide per impianti fino a 10÷12 piani. Per impianti con un maggior numero di piani si può ricorrere a soluzioni simili, ma con più colonne a servizio delle utenze poste sulla stessa verticale.

### Soluzione 1

Sono previste 2 colonne: la prima alimentata direttamente dall'acquedotto, la seconda con gruppo di pressurizzazione. La soluzione è adottabile solo con pressioni dell'acquedotto medio-alte.

### Soluzione 2

Sono previste 2 colonne con 2 gruppi di pressurizzazione regolati a bassa e alta pressione.

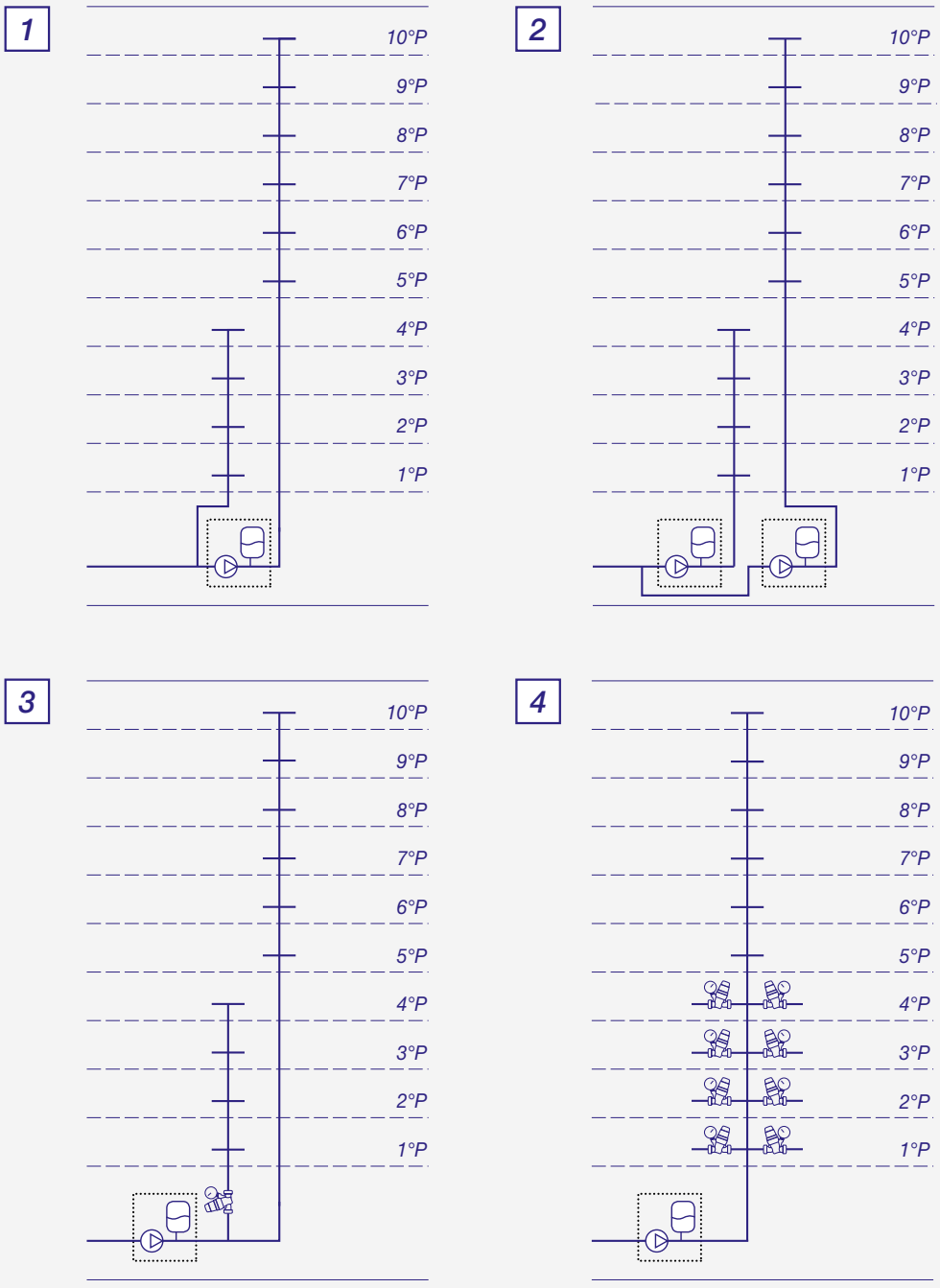
### Soluzione 3

Sono previste 2 colonne e 1 gruppo di pressurizzazione. Per evitare sovrappressioni, la colonna dei piani più bassi è dotata di un riduttore di pressione.

### Soluzione 4

È prevista 1 sola colonna con gruppo di pressurizzazione. Per evitare sovrappressioni, le utenze dei piani più bassi sono dotate riduttori di pressione.

*Possibili schemi reti di distribuzione ad alta e bassa pressione*



## RETI DI RICIRCOLO

**Servono a mantenere in circolazione l'acqua calda, per impedire che, ristagnando, possa raffreddarsi**. È così possibile garantire a tutti i rubinetti temperature di erogazione pressoché costanti.

Le portate d'acqua da mantenere in circolazione si possono determinare considerando:

- $\Delta$**t = 2**°C
  **salto termico max. ammesso** fra la temperatura dell'acqua calda di mandata e quella erogata dal rubinetto più sfavorito, cioè più lontano.
- **q = 6** kcal/hm
  **calore mediamente disperso** (in impianti con buona coibentazione) **da un metro di tubo dell'acqua calda**.

**La portata mediamente richiesta da ogni metro di tubo** risulta pertanto:

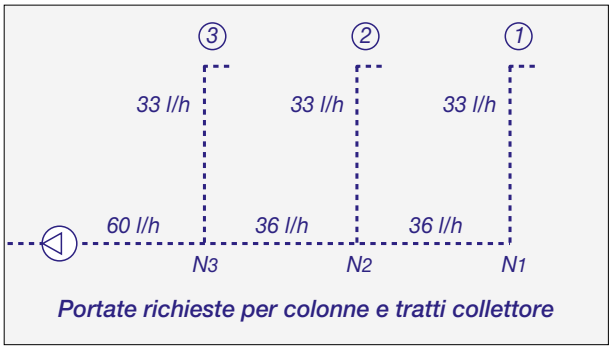
- **g = 6 / 2 = 3** l/hm

Determinate, in base a tale valore, le portate della rete di ricircolo, i relativi diametri si possono calcolare col metodo delle perdite di carico lineari costanti ( r ), considerando ad es. **r = 10÷30** mm c.a./m.

Esempio:

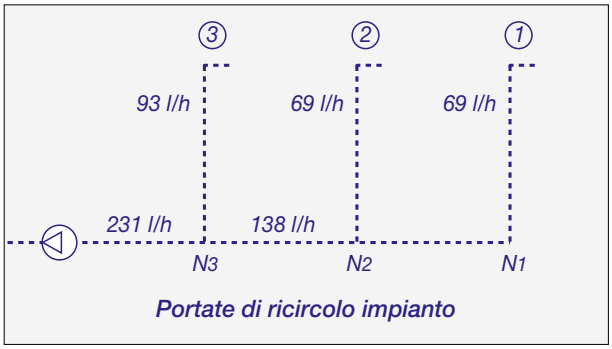
**Determinare le portate della rete di ricircolo sotto schematizzata:**

Portata teorica colonna 1 = 11 · 3 = **33** l/h
" " tratto col.1/col.2 = 12 · 3 = **36** l/h
Portata teorica colonna 2 = 11 · 3 = **33** l/h
" " tratto col.2/col.3 = 12 · 3 = **36** l/h
Portata teorica colonna 3 = 11 · 3 = **33** l/h
" " tratto col.3/CT = 20 · 3 = **60** l/h



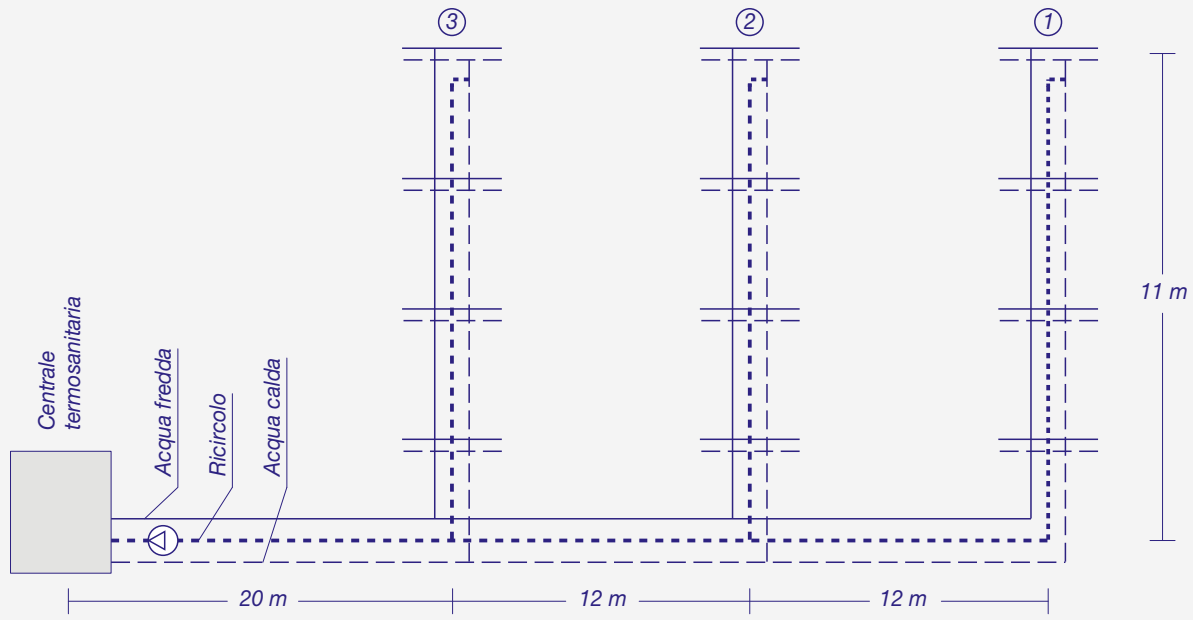
*Portate richieste per colonne e tratti collettore*

Le portate effettive della rete di ricircolo, si determinano "caricando" sulle colonne le portate teoriche richieste dai relativi tratti di alimentazione del collettore (ved. disegno sotto riportato).



*Portate di ricircolo impianto*

*Esempio reti di distribuzione e ricircolo acqua sanitaria*



## COMPONENTI PRINCIPALI

Di seguito, sempre per non appesantire troppo la trattazione, non considereremo i componenti tradizionali (ad es. pompe, gruppi di sovrappressione, valvole di ritegno, ecc.), ma solo quelli che svolgono le seguenti funzioni:

- protezione della rete pubblica da possibili inquinamenti dell'acqua potabile;
- riduzione e regolazione delle pressioni in base ai valori richiesti;
- assorbimento dei picchi di sovrappressione causati dai colpi d'ariete;
- regolazione della temperatura di distribuzione e di erogazione dell'acqua calda con sicurezza antiscottatura ed azione antibatterica;
- bilanciamento termostatico delle reti di ricircolo.

## DISCONNETTORI

Sono valvole di sicurezza che servono ad impedire il ritorno delle acque di utenza nelle reti di distribuzione dell'acquedotto.
Servono, cioè, **ad impedire il ritorno nell'acquedotto di acque** (provenienti da diversi tipi di impianti o apparecchiature: ved. tabella pag. a lato) **che possono aver perso le loro caratteristiche originali di potabilità**. Ritorno che può essere provocato dalle seguenti cause:

- **depressioni che si formano nelle reti di distribuzione dell'acquedotto**, ad esempio, per rotture dei tubi o interruzioni della fornitura;
- **sovrappressioni che insorgono nelle reti di utenza**, ad esempio, per gli incrementi di pressione connessi al riscaldamento dell'acqua.

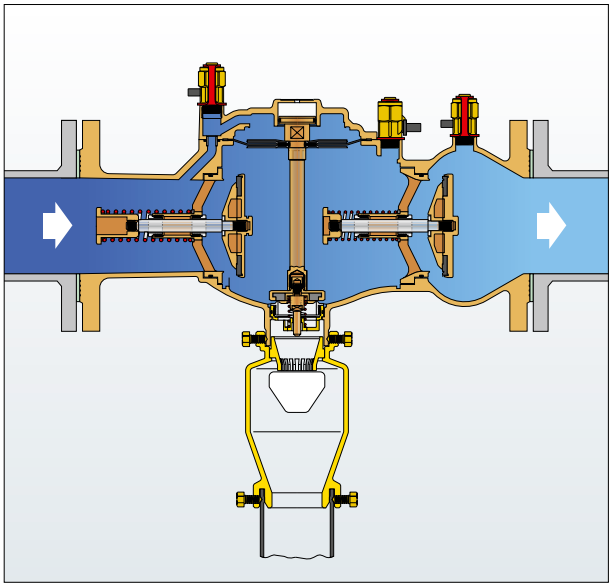
I disconnettori (ved. disegni di seguito riportati) sono essenzialmente costituiti da: 2 valvole di ritegno, 1 membrana, 1 valvola di contrasto, 1 stelo di comando e 1 otturatore del dispositivo di scarico.

Le valvole di ritegno delimitano fra loro tre zone:
- la zona a monte o di entrata,
- la zona intermedia o a pressione ridotta,
- la zona a valle o di uscita.

Se la differenza di pressione fra la zona a monte e quella intermedia è uguale o superiore ad un valore limite molto basso (ad es. 1,4 m c.a.), **la membrana genera una forza che mantiene in chiusura il dispositivo di scarico**. Se, invece, tale differenza è inferiore al valore limite sopra definito, **la molla di contrasto manda in apertura il dispositivo di scarico**, cioè attiva la disconnessione tra acquedotto e utenza.

### Condizioni di flusso regolare

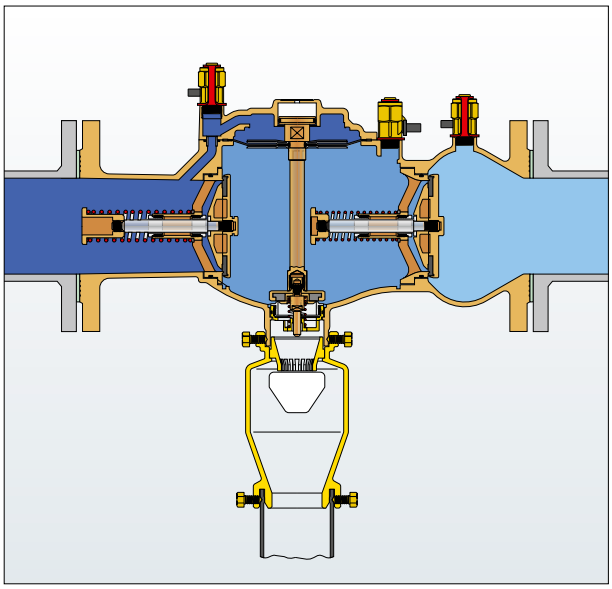
Entrambe le valvole di ritegno restano aperte, mentre **la pressione nella camera intermedia** (per effetto delle perdite di carico indotte dalla prima valvola di ritegno) **è inferiore a quella della camera a monte**.



Pertanto, **la differenza di pressione che agisce sulla membrana genera una forza che tiene chiuso il dispositivo di scarico**.

### Arresto del flusso

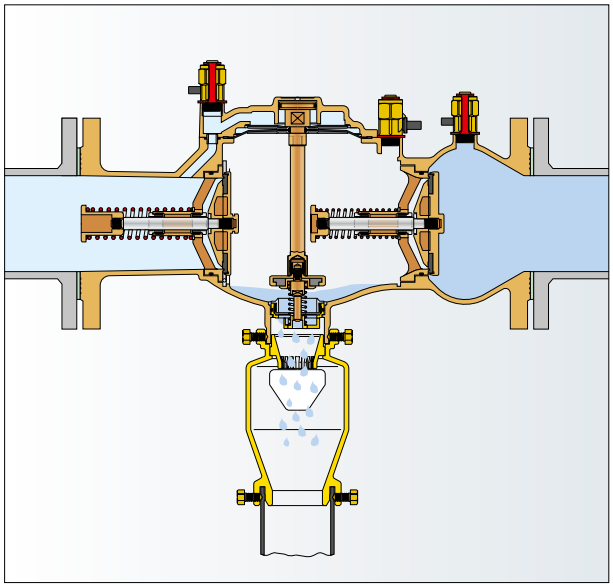
A valvole di ritegno chiuse, **la pressione nella camera intermedia si mantiene inferiore a quella della camera a monte**.



Pertanto, anche in questo caso, **la differenza di pressione che agisce sulla membrana mantiene chiuso il dispositivo di scarico**.

**Depressione a monte e sovrappressione a valle**

In queste condizioni, **la pressione della zona intermedia supera quella della zona a monte e pertanto il dispositivo di scarico va in apertura**, impedendo così possibili reflussi.



**Aspetti normativi**

In merito al tipo di inquinamento considerato, il riferimento europeo è costituito dalle seguenti norme:

– ***EN 1717***
*Protezione dall'inquinamento dell'acqua potabile negli impianti idraulici e requisiti generali dei dispositivi atti a prevenire l'inquinamento da riflusso.*
La norma riguarda la protezione dall'inquinamento da riflusso dell'acqua destinata al consumo umano all'interno di edifici.

– ***EN 12729***
*Dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da reflusso dell'acqua potabile.*
*Disconnetori controllabili con zone a pressione – Famiglia B – Tipo A*

L'elenco di seguito riportato è riferito ai principali impianti ed apparecchi utilizzatori la cui connessione diretta alle reti di distribuzione dell'acqua potabile è riconosciuta quale possibile origine di riflusso contaminante.

**IMPIANTI ED APPARECCHI UTILIZZATORI CHE POSSONO ESSERE CAUSA DI RIFLUSSO CONTAMINANTE**

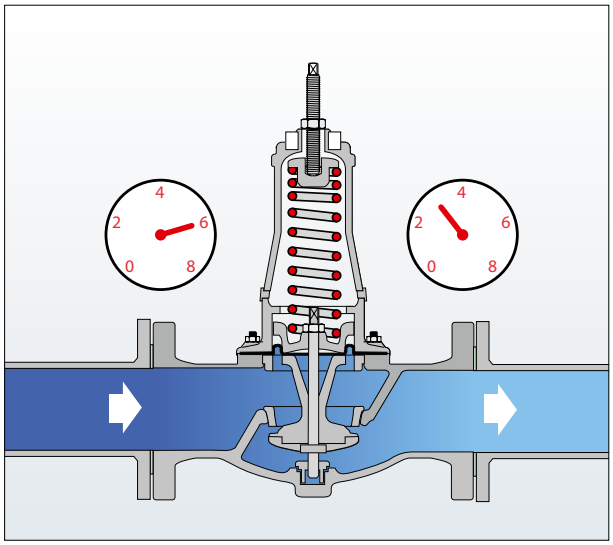
– *impianti di riscaldamento autonomo o centralizzato*
– *macchine di lavaggio a secco per tintorie*
– *trattamenti fotografici*
– *allevamenti animali (dosaggio automatico di acqua e sostanze medicamentose)*
– *cliniche odontoiatriche (apparecchiature dentistiche)*
– *ospedali:*
– *protezioni agli impianti di:*
  *- laboratori di igiene e profilassi*
  *- reparti di patologia legale*
  *- reparti degenze infettive*
  *- apparecchiature di dialisi*
  *- autoclavi di sterilizzazione*
– *impianti centralizzati di pulizia (ad alta pressione)*
– *piscine pubbliche e private*
– *impianti di acqua demineralizzata*
– *lavatrici industriali*
– *hotel, ristoranti e autogrill (preparazione cibi, miscelazione sciroppi di base con acido carbonico ad alta pressione,ecc.)*
– *impianti di trattamento aria*
– *impianti di lavaggio automezzi, aerei, vagoni, ecc*
– *impianti di irrigazione automatica o di innaffiatura, suscettibili di apporto di rischio sanitario per effetto di sostanze additive fertilizzanti, pesticidi, ecc.*
– *circuiti di raffreddamento motori Diesel o sistemi di cogenerazione*
– *impianti di alimentazione acqua potabile per imbarcazioni*
– *impianti di lavaggio bottiglie*
– *industrie metallurgiche:*
  *- raffreddamento serbatoi di sostanze chimiche*
  *- impianti di verniciatura*
  *- impianti di decapaggio*
  *- scambiatori di calore*
– *industrie delle materie plastiche:*
  *- raffreddamento delle macchine*
– *industrie in generale:*
  *- sistemi di trattamento acqua*
– *industrie biochimiche:*
  *- laboratori di ricerca*
– *industrie grafiche:*
  *- acqua di lavaggio dei cilindri*
– *industrie alimentari:*
  *- tutti gli impieghi di acqua potabile miscelata con altre sostanze*
  *- lavaggio vegetali*
  *- macellerie e commercio carni.*

## RIDUTTORI DI PRESSIONE

Sono dispositivi in grado di **ridurre e stabilizzare le pressioni in rete secondo i valori richiesti**.
Come già accennato, servono a proteggere gli impianti da pressioni troppo elevate, evitando in tal modo (1) possibili danni alle reti di distribuzione, (2) forti rumori e (3) maggior consumi di acqua, dovuti alle difficoltà di regolare correttamente le erogazioni dei rubinetti.
Sono essenzialmente costituiti da: 1 ghiera di regolazione, 1 membrana, 1 valvola di contrasto, 1 stelo di comando e 1 otturatore.
**Il loro funzionamento è basato sull'equilibrio di due forze in contrapposizione**: la spinta della molla e quella della membrana, che tendono rispettivamente a far aprire e chiudere l'otturatore.

### Condizioni di flusso regolare

Il sistema "molla-membrana" garantisce a valle la pressione impostata sulla ghiera.

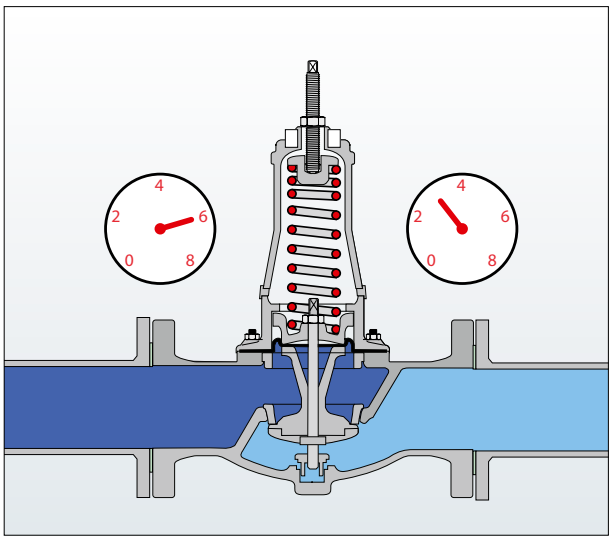


**Se la pressione è troppo alta la spinta generata dalla membrana vince il contrasto con la forza della molla**. In tal caso l'otturatore va in parziale chiusura, facendo così aumentare le perdite di carico dell'acqua.

**Se, invece, la pressione è troppo bassa la forza della molla vince il contrasto con la resistenza opposta dalla membrana**. In tal caso l'otturatore va in parziale apertura, facendo così diminuire le perdite di carico dell'acqua.

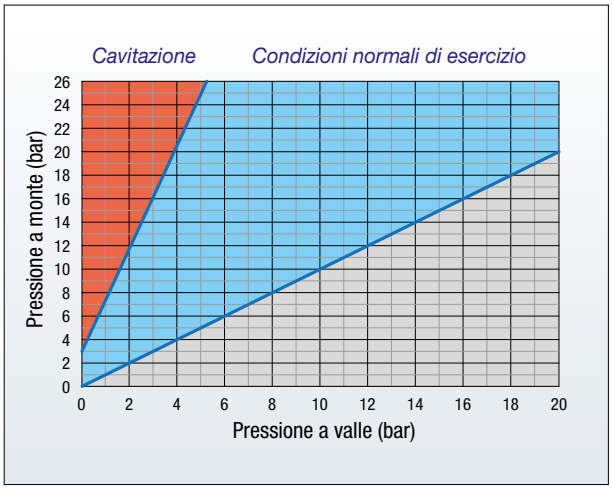
### Arresto del flusso

**Quando non è richiesta acqua**, la spinta generata dalla membrana manda in chiusura l'otturatore, impedendo il passaggio del fluido e mantenendo costante la pressione al valore di taratura.



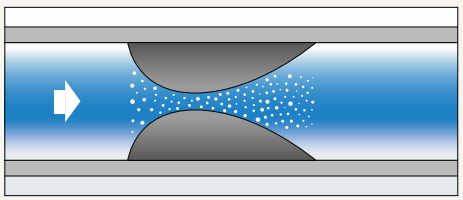
## Dimensionamento

Deve essere eseguito in base alla **portata massima** del riduttore e al relativo **diagramma di cavitazione**, del tipo sotto riportato:




### CAVITAZIONE

Negli impianti, la cavitazione è un fenomeno che comporta: (1) l'evaporazione dell'acqua a temperatura ambiente, (2) la formazione di bolle di vapore e (3) l'implosione di tali bolle.
Si verifica nelle sezioni di passaggio del fluido più strette, cioè dove si raggiungono le velocità più alte e quindi si hanno forti cadute di pressioni.



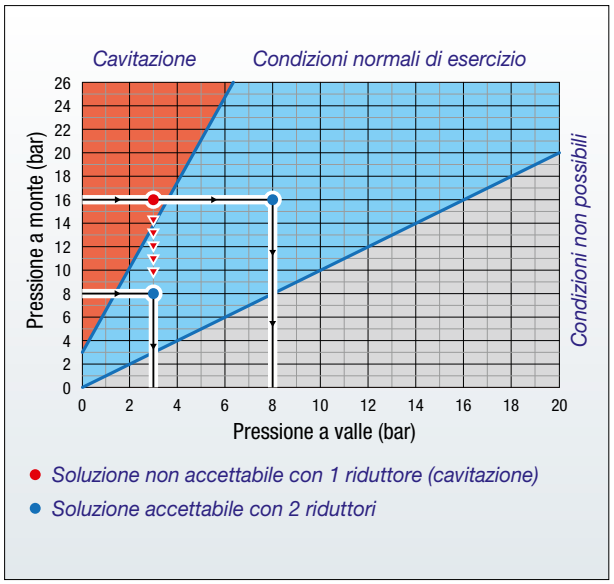
Ciò provoca forti rumori e il rischio di gravi danni ai componenti, ed in particolare ai riduttori di pressione.

L'esempio che segue serve a mettere in evidenza che, per poter far fronte alle riduzioni di pressione richieste, **può essere necessario l'uso di più riduttori in serie**.

Esempio:

**In base al diagramma riportato nella pagina a lato, scegliere il riduttore, o i riduttori, di pressione per poter ridurre, senza problemi di cavitazione, la pressione da 16 a 3 bar**.

La soluzione con **1 riduttore** (punto rosso) non è accettabile, in quanto **il punto di lavoro ricade nel campo di cavitazione**.
La soluzione con **2 riduttori** (punti blu) è, invece, accettabile, in quanto **i relativi punti di lavoro (16÷8 bar e 8÷3 bar) ricadono nella zona di normale esercizio**.

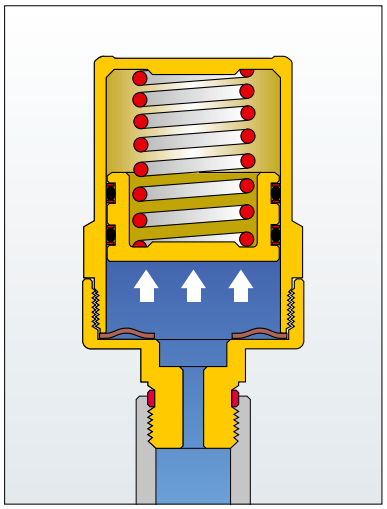



## AMMORTIZZATORI DEI COLPI D'ARIETE

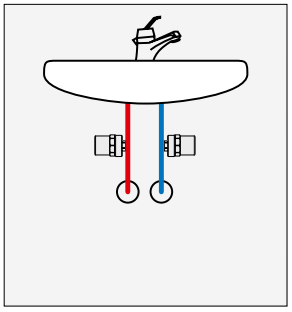
**Sono dispositivi in grado di assorbire i picchi di sovrappressioni causati dai colpi d'ariete.**

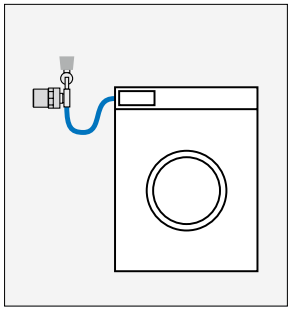
Possono essere di tipo meccanico (a molla) o a cuscino d'aria, permanente o ripristinabile.

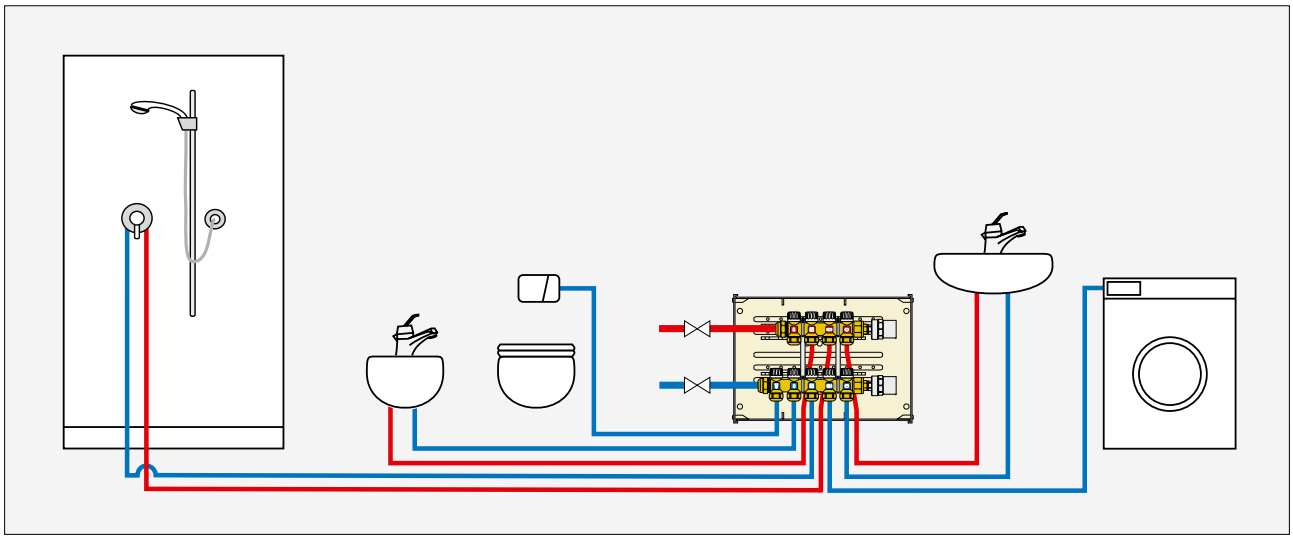
**Gli ammortizzatori meccanici sono essenzialmente costituiti da**: 1 camera aperta, 1 pistone a tenuta, 1 camera chiusa, 1 molla di contrasto. I picchi di sovrappressione sono assorbiti dall'aria della camera chiusa e dalla molla.



Possono essere installati nei punti di derivazione dall'acquedotto, sui collettori di distribuzione ai locali di servizio, a protezione di lavatrici e lavastoviglie nonché di apparecchi (singoli o in serie) con rubinetti a chiusura rapida.

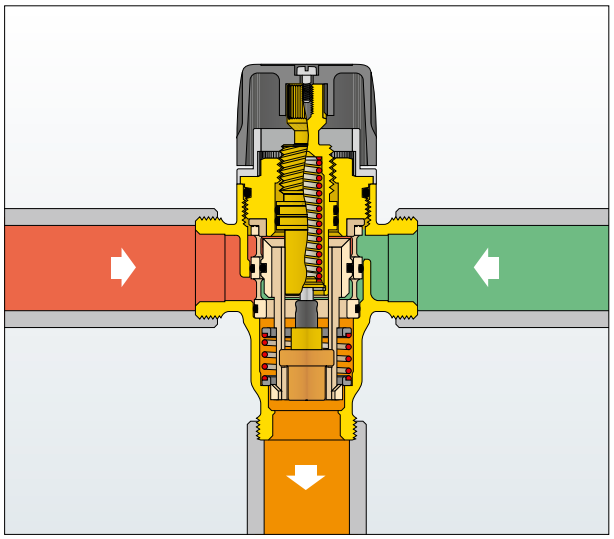






## MISCELATORI TERMOSTATICI

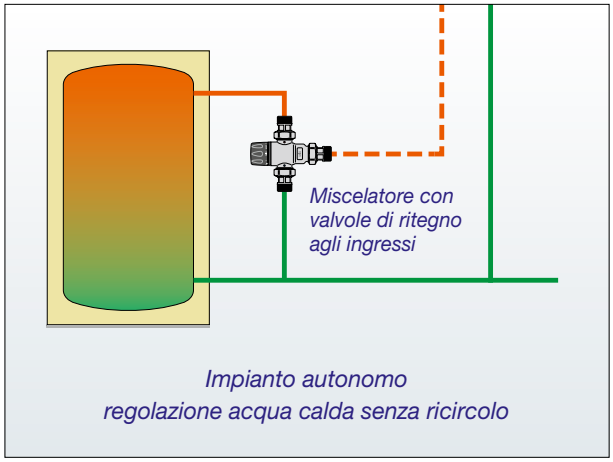
Sono dispositivi in grado di **miscelare l'acqua fredda con la calda e mantenere l'acqua miscelata alla temperatura richiesta.**



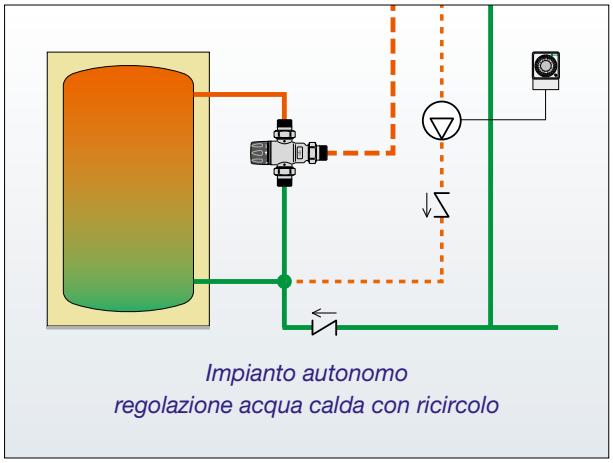
Sono essenzialmente costituiti da: una manopola di regolazione, un elemento termostatico (immerso nel condotto dell'acqua miscelata), uno stelo di comando e un otturatore.
**L'elemento termostatico**, contraendosi ed espandendosi, **aziona l'otturatore che regola il passaggio dell'acqua fredda e calda**.

Per il loro corretto funzionamento, questi dispositivi **richiedono generalmente l'uso di valvole di ritegno** sulle vie d'ingresso dell'acqua fredda e calda.

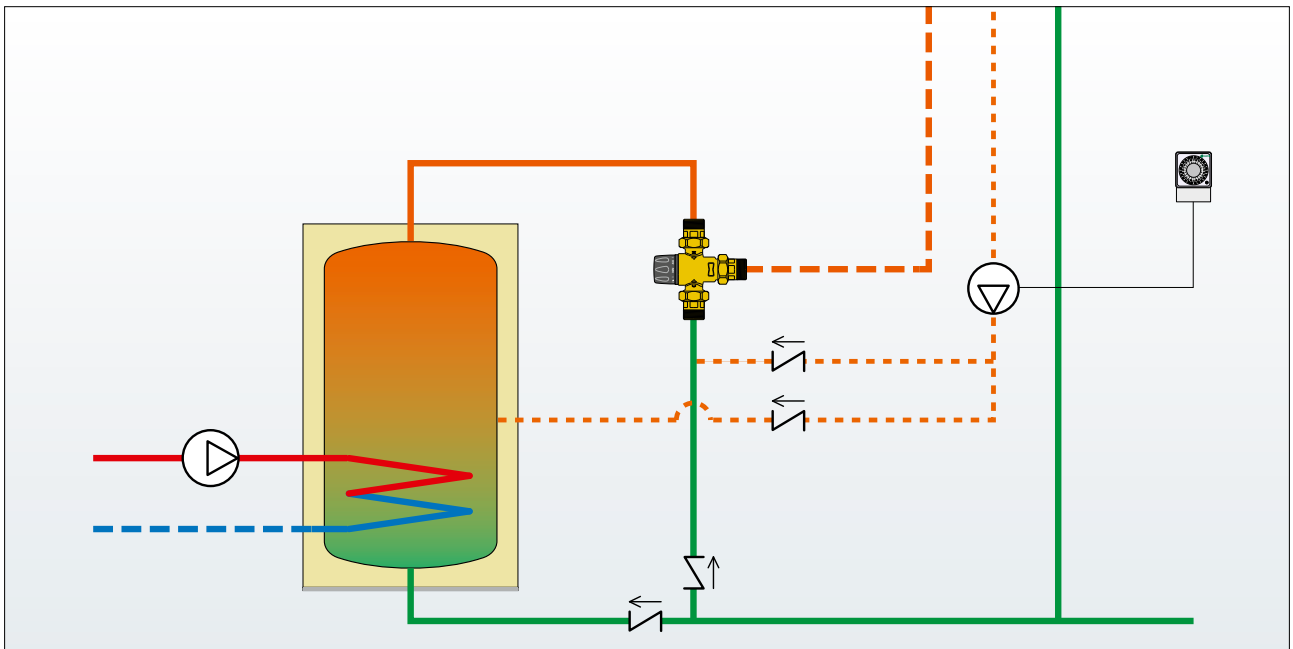
Di seguito sono riportati gli schemi di base con cui si può regolare la temperatura di distribuzione dell'acqua calda in impianti di tipo autonomo e centralizzato.




*Impianto autonomo*
*regolazione acqua calda senza ricircolo*



*Impianto autonomo*
*regolazione acqua calda con ricircolo*



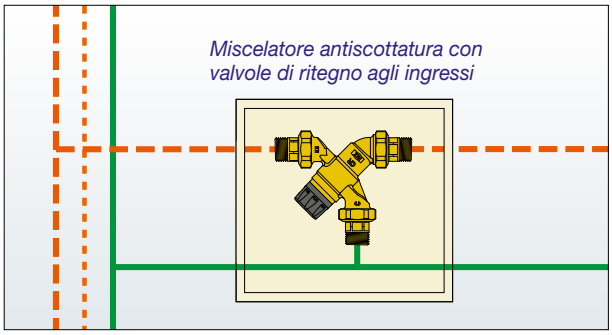
*Impianto centralizzato - regolazione acqua calda senza trattamento termico antilegionella*

Per quanto riguarda le temperature di distribuzione dell'acqua calda, **si devono adeguatamente considerare anche i problemi relativi a possibili scottature e infezioni batteriche**.

## Pericolo di scottature

Negli ultimi anni, **questo pericolo è diventato più temibile, perché** (a causa dei trattamenti termici antilegionella) **sono cresciute le temperature di distribuzione dell'acqua calda**. Situazione questa che può esporre a seri pericoli di scottature, dato che a 55°C si hanno ustioni parziali in circa 30 secondi, mentre a 60°C in 5 secondi: tempi che, per bambini e anziani, si riducono in media alla metà.

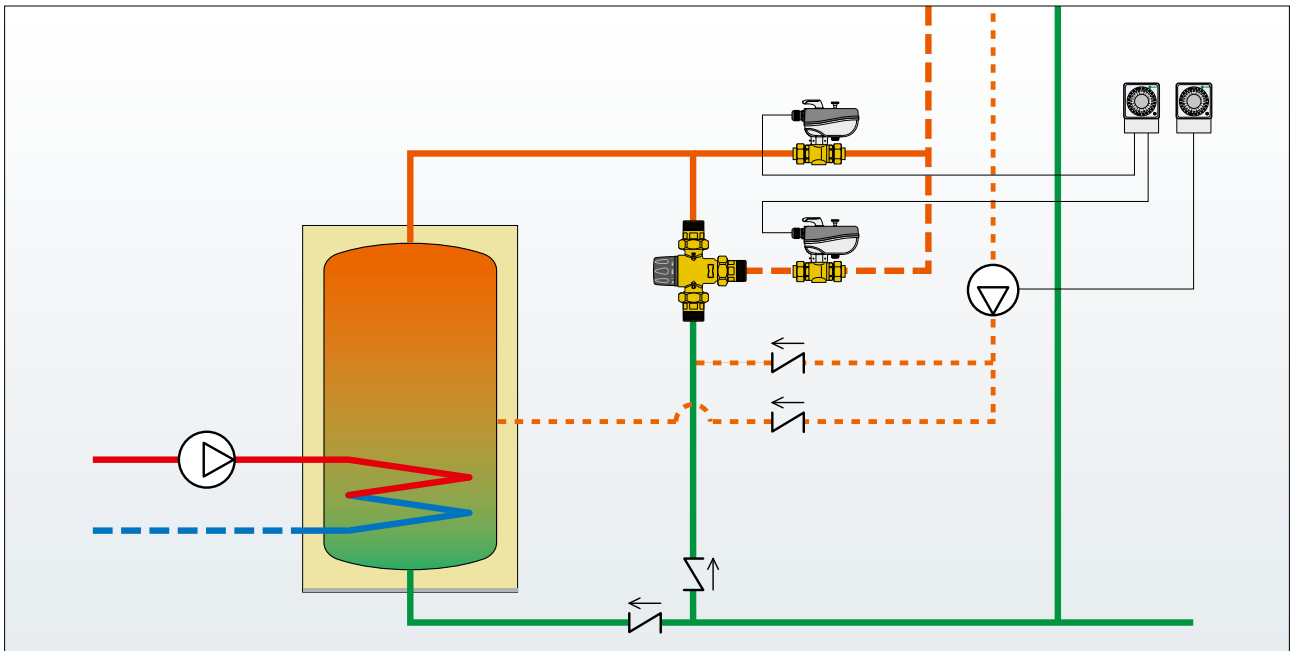
Sussistono inoltre pericoli di scottature connessi a **starature o ad anomalie di funzionamento del miscelatore**, nonché **alla chiusura, casuale o per manutenzione, di tratti di collettore o di colonne dell'acqua fredda**.
Per evitare questi pericoli, **è possibile ricorrere all'aiuto di appositi miscelatori con sicurezza antiscottatura**, da porsi in opera a protezione di ogni utenza, oppure di ogni locale servizi o anche, in casi particolari, di ogni apparecchio.




## Pericolo Legionella

A questo pericolo abbiamo già riservato i numeri 23 e 30 di Idraulica, a cui rinviamo per un'analisi più completa dei vari aspetti che lo caratterizzano.

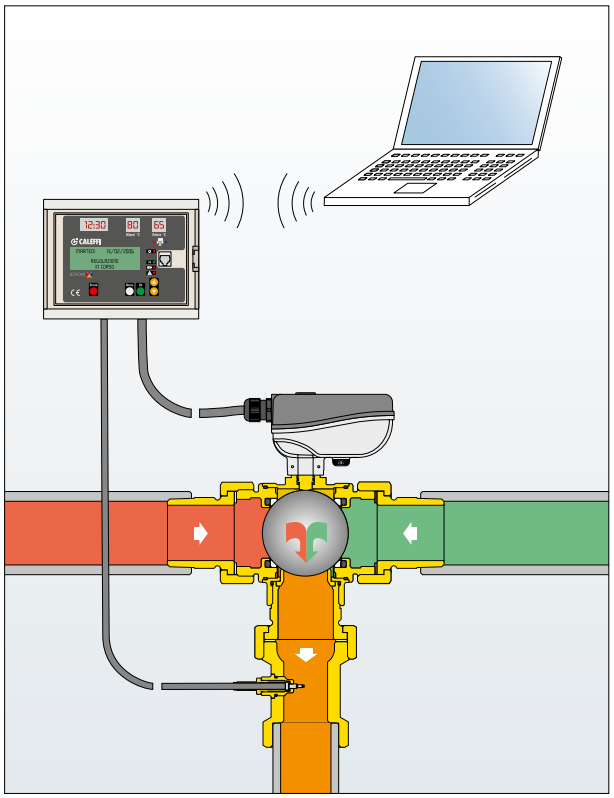
Di seguito ci limitiamo a riportare lo schema di base che serve ad ottenere trattamenti termici antilegionella con miscelatori termostatici e valvole elettriche a 2 vie che lavorano in alternanza.



*Impianto centralizzato - regolazione acqua calda con trattamento termico antilegionella*

## MISCELATORI ELETTRONICI

Sono dispositivi in grado **non solo di mantenere l'acqua miscelata alla temperatura richiesta, ma anche di gestire programmi di disinfezione termica**.



Sono essenzialmente costituiti da un regolatore digitale, una valvola miscelatrice, un servomotore, sonde di mandata, sicurezza e ricircolo, e un termometro di controllo della temperatura di mandata.

I miscelatori elettronici **sono utilizzati soprattutto in impianti al servizio di strutture ad uso collettivo**, quali ad esempio: ospedali, case di cura, centri sportivi e commerciali, alberghi, campeggi e collegi.

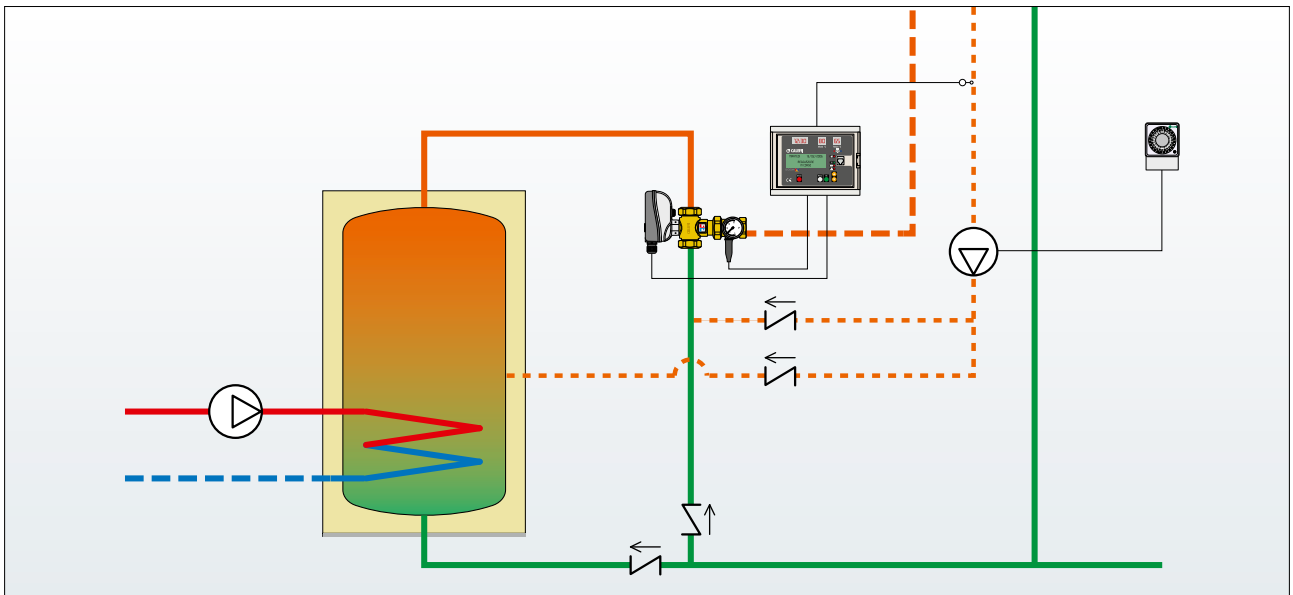
Per consentire un costante e documentato controllo delle operazioni di disinfezione termica, è bene utilizzare miscelatori dotati di:

- **archivio storico**, per mantenere in memoria i principali dati (tempi ed operazioni di disinfezione) relativi al funzionamento degli impianti;
- **collegamento con stazioni esterne**, per poter verificare lo stato del sistema, consultare l'archivio, adeguare o reimpostare i programmi, inviare automaticamente segnalazioni ed allarmi ai responsabili della manutenzione.

### Normativa di riferimento

In merito alla prevenzione e al controllo della *Legionellosi*, in Italia si fa riferimento ai seguenti documenti:

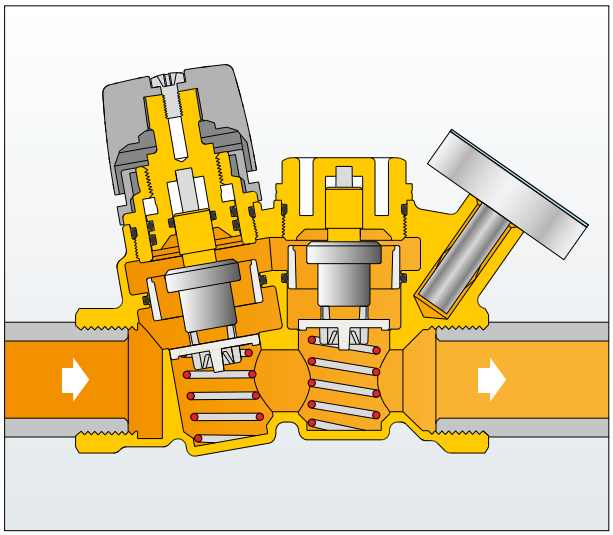
1. *"Linee Guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi predisposte dal Ministero della Sanità ed adottate dalla Conferenza Stato Regioni il 4/4/2000".* G.U. 103, 05.05.2000.
2. *"Linee Guida recanti indicazioni sulla Legionellosi per i gestori di strutture turistico-ricettive e termali", Provvedimento 13.01.2005,* G.U. 51, 03.03.2005.
3. *"Linee Guida recanti indicazioni ai laboratori con attività di diagnosi microbiologica e controllo ambientale della Legionellosi", Provvedimento 13.01.2005,* G.U. 51, 03.03.2005.



*Impianto centralizzato - regolazione acqua calda con trattamento termico antilegionella*

## REGOLATORI TERMOSTATICI DI RICIRCOLO

Sono dispositivi in grado di **bilanciare automaticamente le portate di ricircolo**, e quindi **garantire**, in ogni punto di prelievo, **temperature di erogazione dell'acqua calda pressoché costanti**.

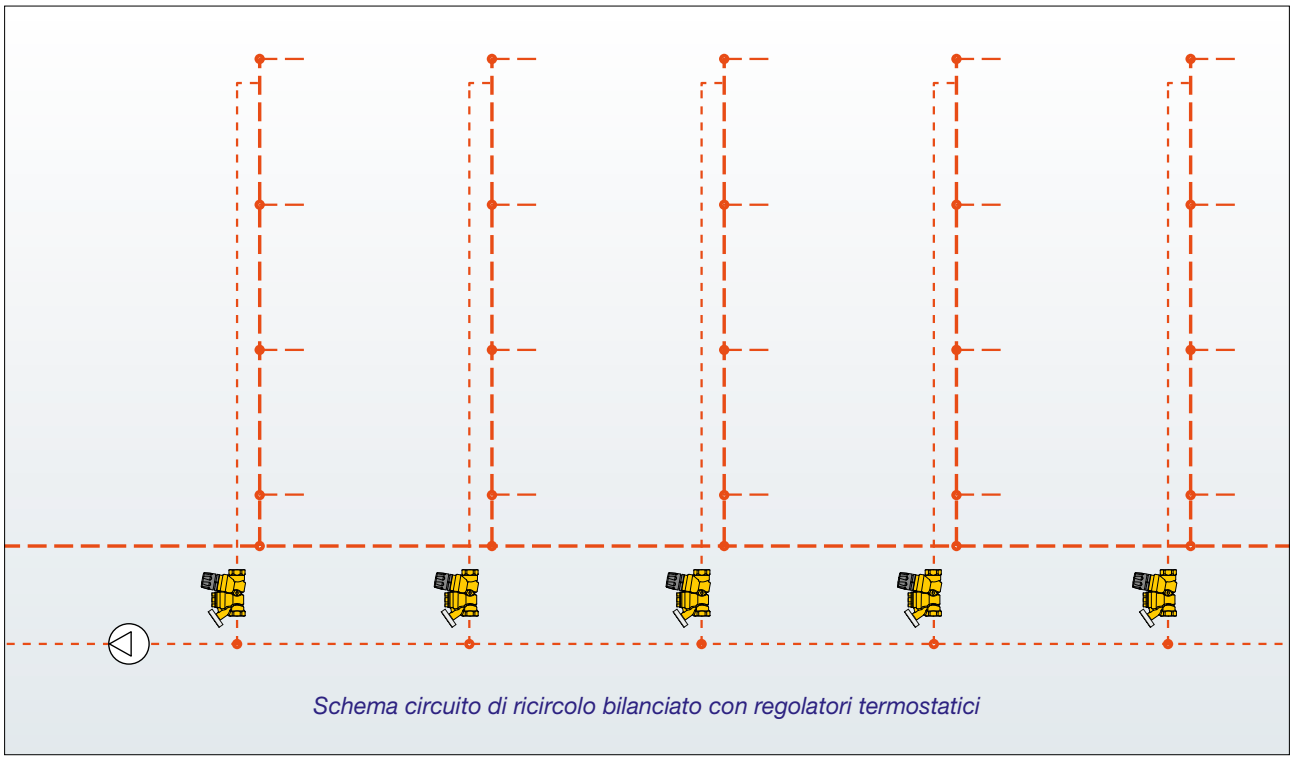


Il loro elemento di regolazione è di tipo termostatico ed agisce in relazione a come variano le temperatura di ricircolo dell'acqua calda.

Questi regolatori **vanno in apertura** con temperature dell'acqua di ricircolo troppo basse (cioè inferiore al valore richiesto e impostato) e **in chiusura** con temperature troppo alte. **Restano in equilibrio** solo quando il valore della temperatura impostato è uguale a quello effettivo. In pratica, **fanno passare solo le portate che servono a mantenere costanti le temperature richieste**. In tal modo **non sussiste il pericolo che le prime colonne servite "rubino" acqua alle ultime**.

Gli stessi regolatori offrono anche altri due significativi vantaggi: (1) **mantengono in circolazione solo le portate richieste**, il che comporta minor costi di gestione; (2) **regolano le portate, e quindi le temperature, della rete di ricircolo** non in base a calcoli teorici, **bensì alle effettive condizioni di funzionamento dell'impianto**.

Naturalmente i regolatori termostatici **devono poter andare in apertura quando si effettuano i trattamenti termici di disinfezione**. A tal fine si possono utilizzare dispositivi sia meccanici che elettrici. I dispositivi meccanici mandano in apertura i regolatori solo a temperatura fissa. I dispositivi elettrici, collegabili ai comandi del miscelatore, danno invece la possibilità di attuare disinfezioni a qualsiasi temperatura.



*Schema circuito di ricircolo bilanciato con regolatori termostatici*

**Esempio:**

Dimensionare, col metodo del carico lineare unitario, le reti di distribuzione dell'impianto idrosanitario autonomo sotto riportato. Si consideri:

- tubi in acciaio zincato per la realizzazione delle reti fino ai collettori di distribuzione;
- tubi multistrato per la realizzazione dei collegamenti interni tra collettori e punti di erogazione;
- $P_{PR}$ = 35 m c.a. pressione di progetto disponibile all'attacco dell'acquedotto;
- $\Delta H$ = 5 m c.a. dislivello fra l'origine della rete e il rubinetto più sfavorito;
- $P_{MIN}$ = 12 m c.a. pressione minima richiesta dal rubinetto più sfavorito;
- $\Delta P_{APP}$ = 14 m c.a. perdite di carico dei componenti principali (ved. pag. 16),
  - 6 m c.a. contatore acqua generale
  - 6 m c.a. disconnettore,
  - 2 m c.a. caldaia murale (produzione ACS istantanea);
- L = 32 m lungh. tubi che collegano l'origine della rete al rubinetto più sfavorito

**Soluzione:**

Si calcola dapprima il carico unitario disponibile ( J ) per la rete dell'acqua calda, cioè la rete a maggior perdite di carico e, per semplicità (dato che, in pratica, comporta variazioni del tutto trascurabili) lo si considera uguale a quello disponibile per la rete dell'acqua fredda. Poi, in base a tale valore e alle portate di progetto, si dimensionano i tubi delle reti di distribuzione.

Tabelle di riferimento:

- Tab. Fig. 2 Portate nominali apparecchi
- Tab. Fig. 7 Portate di progetto edifici residenziali
- Tab. pag. 38 Perd. car. tubi acciaio acqua fredda
- Tab. pag. 39 Perd. car. tubi acciaio acqua calda
- Tab. pag. 42 Perd. car. tubi multistrato acqua fredda
- Tab. pag. 42 Perd. car. tubi multistrato acqua calda

Nota: Per la determinazione delle portate di progetto, nei casi in cui le portate totali non sono direttamente indicate in Tab. Fig. 7, si assumono i loro valori approssimati per eccesso.

**Carico unitario disponibile**

Si ottiene con la formula ( 1 ), riportata a pag. 14 e per la rete di distribuzione dell'acqua calda risulta:

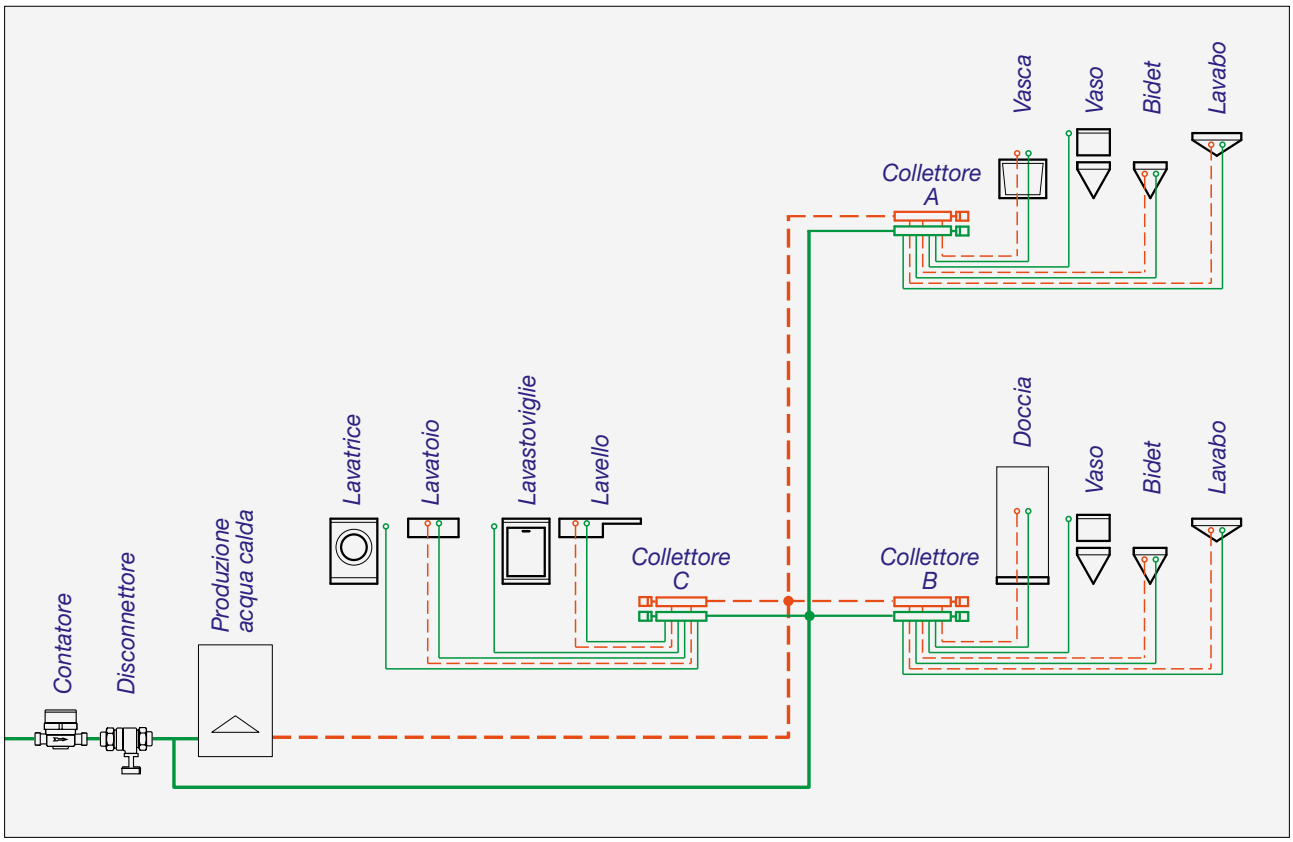
$$J = \frac{35 - 5 - 12 - 14}{32} \cdot 700 = 87{,}5 \text{ mm c.a./m}$$

Come specificato si assume tale valore anche per dimensionare i tubi dell'acqua fredda.

**Determinazione portate nominali apparecchi di zona**

Collettore A

| | AFS | | ACS | |
|---|---|---|---|---|
| – Lavabo | AFS | 0,10 l/s | ACS | 0,10 l/s |
| – Bidet | " | 0,10 l/s | " | 0,10 l/s |
| – Vaso | " | 0,10 l/s | | |
| – Vasca | " | 0,20 l/s | " | 0,20 l/s |
| | $G_{TOT}$ = | 0,50 l/s | $G_{TOT}$ = | 0,40 l/s |



Collettore B

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| – Lavabo | AFS | 0,10 l/s | ACS | 0,10 l/s |
| – Bidet | “ | 0,10 l/s | “ | 0,10 l/s |
| – Vaso | “ | 0,10 l/s | | |
| – Doccia | “ | 0,15 l/s | “ | 0,15 l/s |
| | | $G_{TOT}$ = 0,45 l/s | | $G_{TOT}$ = 0,35 l/s |

Collettore C

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| – Lavello | AFS | 0,20 l/s | ACS | 0,20 l/s |
| – Lavasoviglie | “ | 0,20 l/s | | |
| – Lavatoio* | “ | 0,20 l/s | “ | 0,20 l/s |
| – Lavatrice | “ | 0,10 l/s | | |
| | | $G_{TOT}$ = 0,70 l/s | | $G_{TOT}$ = 0,40 l/s |

* *Si considerano uguali le portate del lavatoio e del lavello*

### Dimensionamento tubi che servono gli apparecchi

In base ai valori delle portate nominali e al valore del carico unitario lineare assunto, con Tab. pag 42 si ottiene:

| | | |
|---|---|---|
| Apparecchi con | G = 0,10 l/s | Ø = 16/11,5 mm |
| Apparecchi con | G = 0,15 l/s | Ø = 20/15,0 mm |
| Apparecchi con | G = 0,20 l/s | Ø = 20/15,0 mm |

### Dimensionamento tubi che servono i singoli collettori

In base alle portate totali e al valore del carico unitario lineare disponibile, con Tab. pag. 38 e 39 si ottiene:

Collettore A

– AFS

$G_{TOT}$ = 0,50 l/s $G_{PR}$ = 0,40 l/s Ø = 3/4”

– ACS

$G_{TOT}$ = 0,40 l/s $G_{PR}$ = 0,35 l/s Ø = 3/4”

Collettore B

– AFS

$G_{TOT}$ = 0,45 l/s $G_{PR}$ = 0,35 l/s Ø = 3/4”

– ACS

$G_{TOT}$ = 0,35 l/s $G_{PR}$ = 0,30 l/s Ø = 3/4”

Collettore C

– AFS

$G_{TOT}$ = 0,70 l/s $G_{PR}$ = 0,45 l/s Ø = 3/4”

– ACS

$G_{TOT}$ = 0,40 l/s $G_{PR}$ = 0,35 l/s Ø = 3/4”

### Dimensionamento tubi che servono le utenze

Procedendo come sopra specificato si ottiene:

– Rete di adduzione acqua fredda

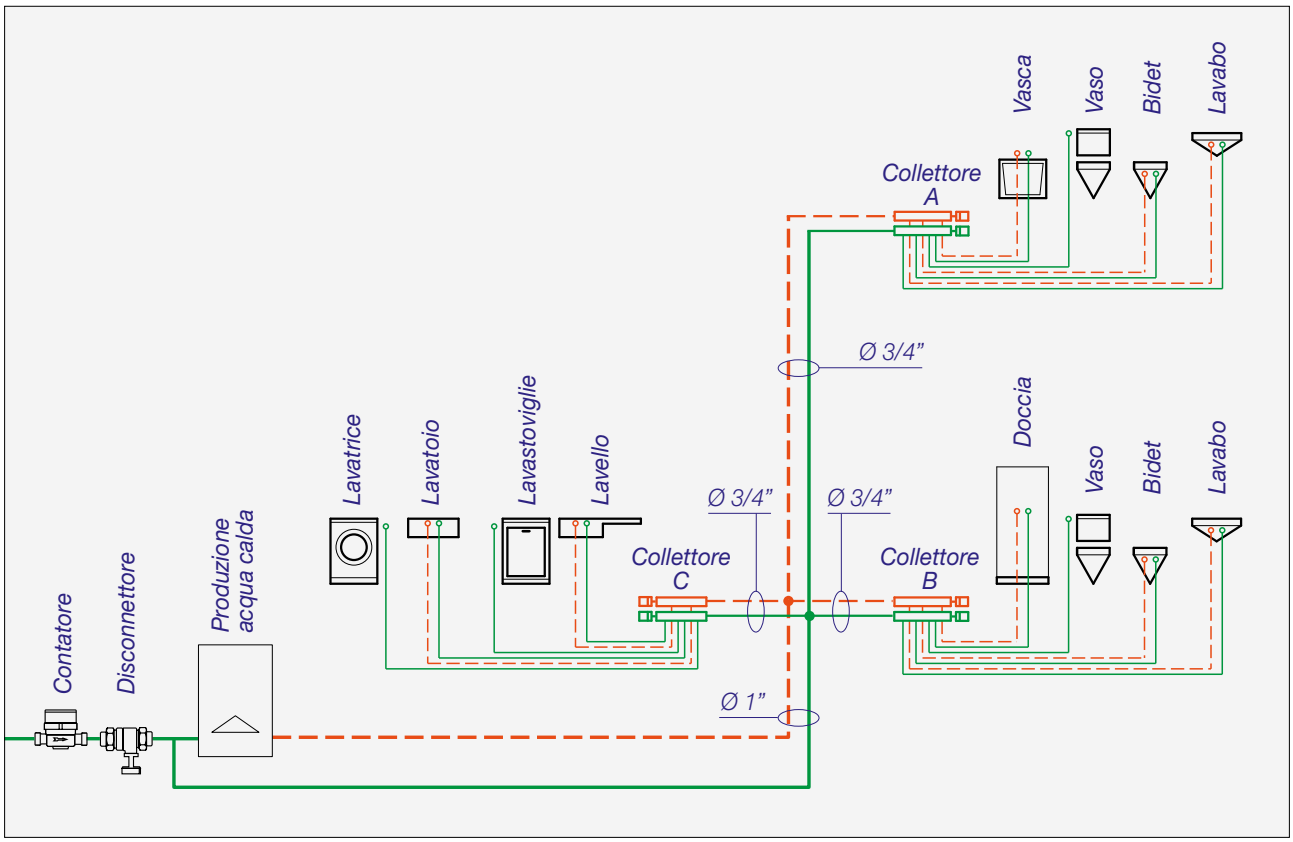
$G_{TOT}$ = 0,50 + 0,45 + 0,70 = 1,65 l/s

$G_{PR}$ = 0,75 l/s Ø = 1”

– Rete di adduzione acqua calda

$G_{TOT}$ = 0,40 + 0,35 + 0,40 = 1,15 l/s

$G_{PR}$ = 0,60 l/s Ø = 1”



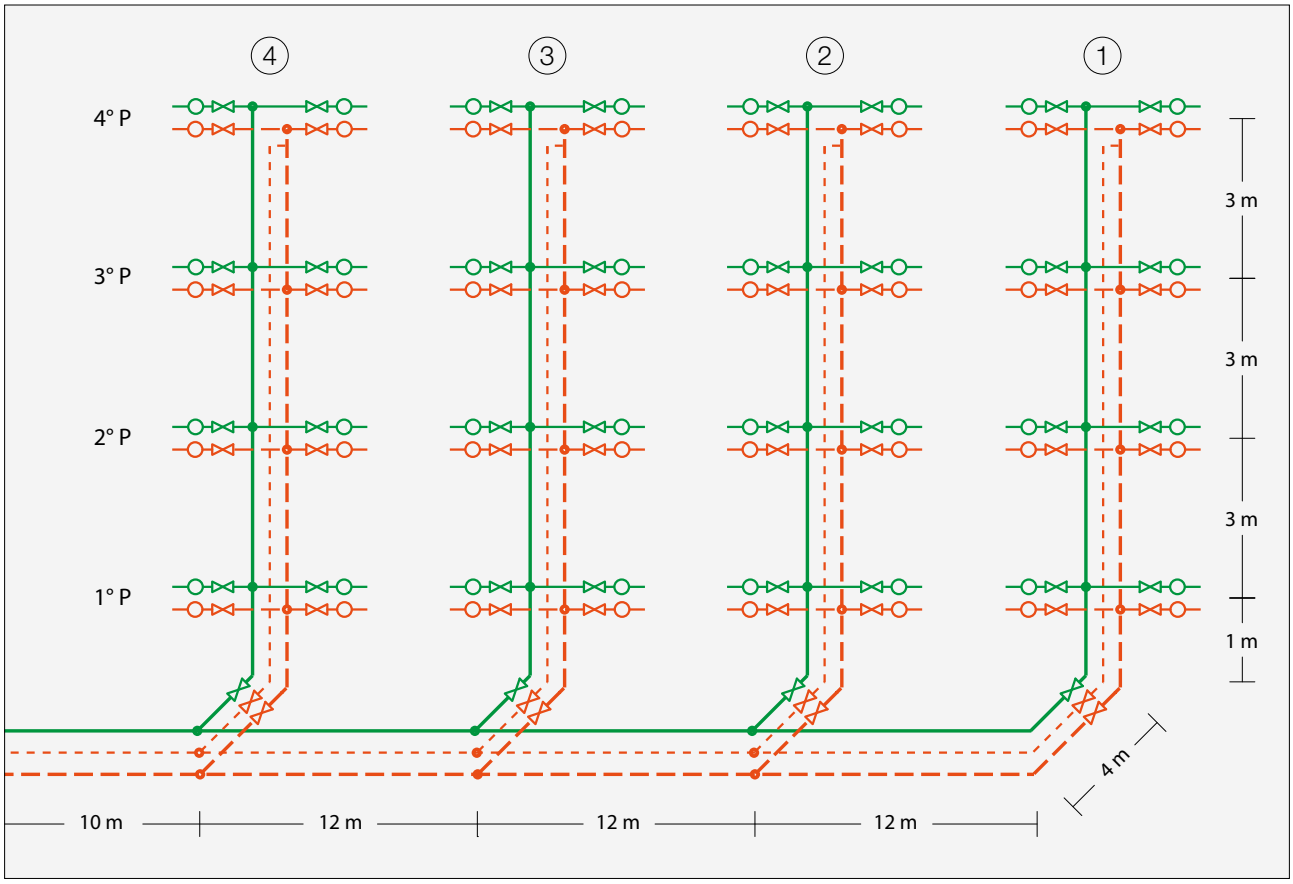
**Esempio:**

Dimensionare, col metodo del carico lineare unitario, le reti di distribuzione dell'impianto idrosanitario, per edifici ad uso residenziale, sotto riportato. Si consideri:

- impianto con contatori d'alloggio;
- tubi in acciaio zincato per la realizzazione delle reti di distribuzione fino ai collettori d'alloggio;
- tubi multistrato per la realizzazione dei collegamenti interni tra collettori d'alloggio e punti di erogazione;
- 40 m c.a. = pressione max agli attacchi degli alloggi;
- perdite di carico interne alloggio tipo:
  4,00 m c.a. = pdc tubi distribuzione interna
  5,00 m c.a. = pdc contatore d'utenza
  1,00 m c.a. = pdc valv. intercettazione e collettore;
- $P_{MIN}$ = 12 m c.a. pressione minima richiesta dal rubinetto più sfavorito;
- $\Delta H$ = 10 m c.a. dislivello fra l'origine della rete e Il rubinetto più sfavorito.

**Soluzione:**

Si assume: J = 100 mm c.a./m



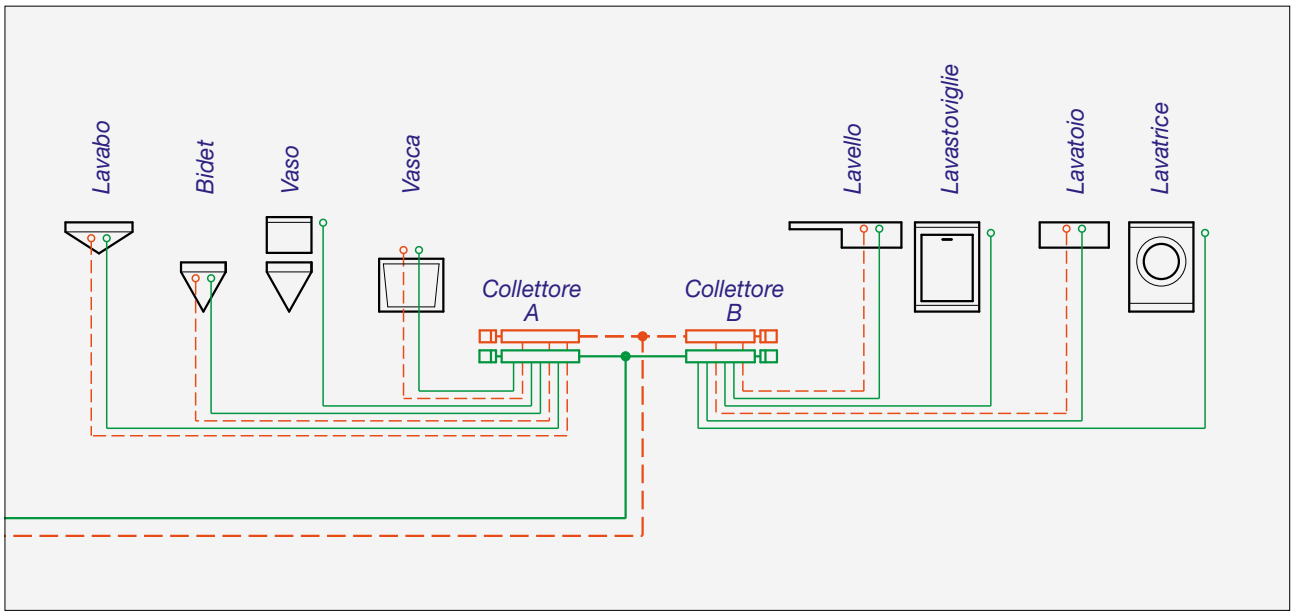



Tabelle di riferimento:

- Tab. Fig. 2 Portate nominali apparecchi
- Tab. Fig. 7 Portate di progetto edifici residenziali
- Tab. pag. 38 Perd. car. tubi acciaio acqua fredda
- Tab. pag. 39 Perd. car. tubi acciaio acqua calda
- Tab. pag. 42 Perd. car. tubi multistrato acqua fredda
- Tab. pag. 42 Perd. car. tubi multistrato acqua calda

Nota: Per la determinazione delle portate di progetto, nei casi in cui le portate totali non sono direttamente indicate in Tab. Fig. 7, si assumono i loro valori approssimati per eccesso.

### Verifica pressioni massime d'alloggio

Si determina dapprima la pressione a monte dell'alloggio tipo, che, in questo caso, risulta uguale (in quanto i dati di riferimento sono gli stessi) a quella determinata per l'utenza dell'es. di pag 17. Risulta pertanto:

$$\Delta P_{ALL} = 22{,}0 \text{ m c.a.}$$

Si calcola poi, utilizzando la formula (4), la pressione richiesta a valle della centrale idrotermosanitaria:

$$\Delta P_{INIT.RETI} = 10 + 22 + ( 60 \cdot 100 ) / 700 = 40{,}6 \text{ m c.a.}$$

Pertanto, a monte degli alloggi, la pressione massima non può superare il seguente valore:

$$\Delta P_{MAX.ALL} = 40{,}6 - 22 = 18{,}6 \text{ m c.a.}$$

ampiamente inferiore ai 40 m c.a. posti come limite max.

### Determinazione portate nominali apparecchi

Collettore A

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| – Lavabo | AFS | 0,10 l/s | ACS | 0,10 l/s |
| – Bidet | " | 0,10 l/s | " | 0,10 l/s |
| – Vaso | " | 0,10 l/s | | |
| – Vasca | " | 0,20 l/s | " | 0,20 l/s |
| | | $G_{TOT}$ = 0,50 l/s | | $G_{TOT}$ = 0,40 l/s |

Collettore B

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| – Lavello | AFS | 0,20 l/s | ACS | 0,20 l/s |
| – Lavastoviglie | " | 0,20 l/s | | |
| – Lavatoio | " | 0,20 l/s | " | 0,20 l/s |
| – Lavatrice | " | 0,10 l/s | | |
| | | $G_{TOT}$ = 0,70 l/s | | $G_{TOT}$ = 0,40 l/s |

### Dimensionamento tubi che servono gli apparecchi

In base ai valori delle portate nominali e al valore del carico unitario lineare assunto, con Tab. pag 42 si ottiene:

| | | |
|---|---|---|
| Apparecchi con | G = 0,10 l/s | Ø = 16/11,5 mm |
| Apparecchi con | G = 0,20 l/s | Ø = 20/15,0 mm |

### Dimensionamento tubi che servono i collettori

In base ai valori delle portate nominali e al valore del carico unitario lineare assunto, con Tab. pag 42 si ottiene:

Collettore A

– AFS

$G_{TOT}$ = 0,50 l/s $G_{PR}$ = 0,40 l/s Ø = 3/4"

– ACS

$G_{TOT}$ = 0,40 l/s $G_{PR}$ = 0,35 l/s Ø = 3/4"

Collettore B

– AFS

$G_{TOT}$ = 0,70 l/s $G_{PR}$ = 0,45 l/s Ø = 3/4"

– ACS

$G_{TOT}$ = 0,40 l/s $G_{PR}$ = 0,35 l/s Ø = 3/4"

### Dimensionamento tubi che servono le utenze

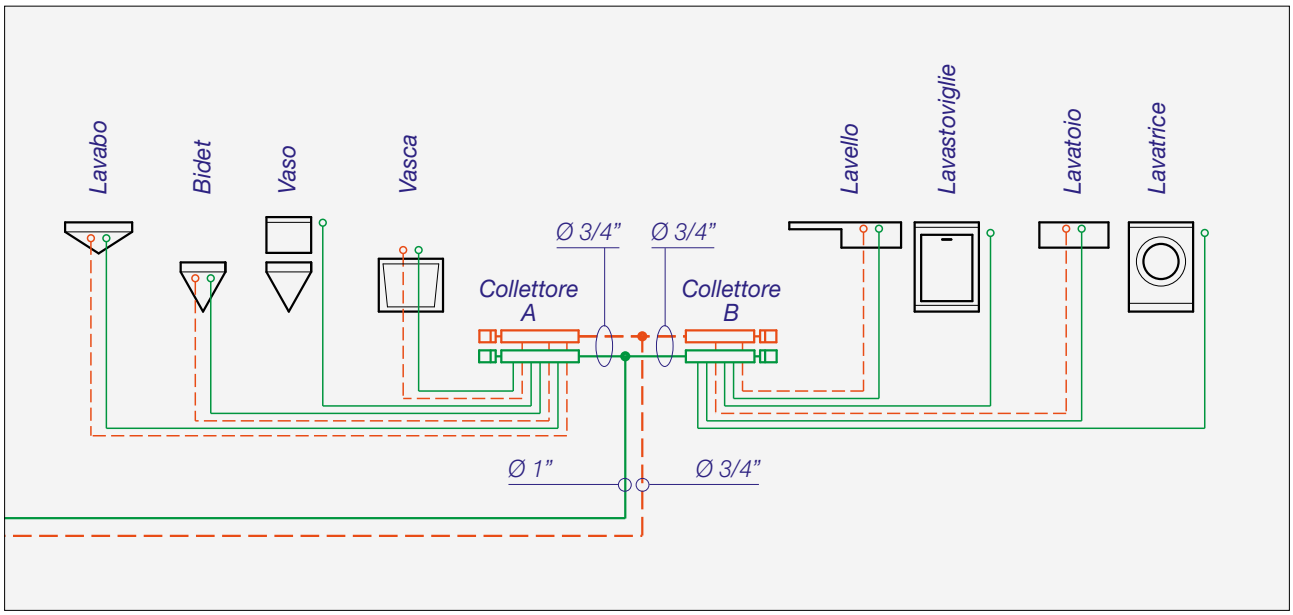
Derivazione

– AFS

$G_{TOT}$ = 1,20 l/s $G_{PR}$ = 0,60 l/s Ø = 1"

– ACS

$G_{TOT}$ = 0,80 l/s $G_{PR}$ = 0,50 l/s Ø = 3/4"



### Dimensionamento tubi rete esterna acqua fredda

– Colonna 1

– Tratto 4°–3° piano
$G_{TOT} = ( 0{,}50 + 0{,}70 ) \cdot 2 = 1{,}20 \cdot 2 = 2{,}40$ l/s
$G_{PR} = 0{,}90$ l/s Ø = 1”

– Tratto 3°–2° piano
$G_{TOT} = 1{,}20 \cdot 4 = 4{,}80$ l/s
$G_{PR} = 1{,}25$ l/s Ø = 1 1/4”

– Tratto 2°–1° piano
$G_{TOT} = 1{,}20 \cdot 6 = 7{,}20$ l/s
$G_{PR} = 1{,}55$ l/s Ø = 1 1/4”

– Tratto 1° piano – attacco alla rete orizzontale
$G_{TOT} = 1{,}20 \cdot 8 = 9{,}60$ l/s
$G_{PR} = 1{,}75$ l/s Ø = 1 1/4”

– Colonna 2, 3, 4

Sia le portate che i diametri sono uguali a quelli della colonna 1, in quanto hanno la stessa geometria, servono utenze dello stesso tipo e si dimensionano con lo stesso carico unitario lineare.

– Dimensionamento collettore orizzontale

– Collettore tratto compreso fra col. 2 e col. 3
$G_{TOT} = 9{,}60 \cdot 2 = 19{,}20$ l/s
$G_{PR} = 2{,}45$ l/s Ø = 1 1/2”

– Collettore tratto compreso fra col. 3 e col. 4
$G_{TOT} = 9{,}60 \cdot 3 = 28{,}00$ l/s
$G_{PR} = 2{,}70$ l/s Ø = 1 1/2”

– Collettore tratto compreso fra col. 4 e centrale
$G_{TOT} = 9{,}60 \cdot 4 = 38{,}4$ l/s
$G_{PR} = 2{,}85$ l/s Ø = 1 1/2”

### Dimensionamento tubi rete esterna acqua calda

– Colonna 1

– Tratto 4°–3° piano
$G_{TOT} = ( 0{,}40 + 0{,}40 \cdot 2 ) = 0{,}80 \cdot 2 = 1{,}60$ l/s
$G_{PR} = 0{,}75$ l/s Ø = 1”

– Tratto 3°–2° piano
$G_{TOT} = 0{,}80 \cdot 4 = 3{,}20$ l/s
$G_{PR} = 1{,}05$ l/s Ø = 1 1/4”

– Tratto 2°–1° piano
$G_{TOT} = 0{,}80 \cdot 6 = 4{,}80$ l/s
$G_{PR} = 1{,}25$ l/s Ø = 1 1/4”

– Tratto 1° piano – attacco alla rete orizzontale
$G_{TOT} = 0{,}80 \cdot 8 = 6{,}40$ l/s
$G_{PR} = 1{,}45$ l/s Ø = 1 1/4”

– Colonna 2, 3, 4

Come per l’acqua fredda, sono uguali alla colonna 1.

– Dimensionamento collettore orizzontale

– Collettore tratto compreso fra col. 2 e col. 3
$G_{TOT} = 6{,}40 \cdot 2 = 12{,}80$ l/s
$G_{PR} = 2{,}05$ l/s Ø = 1 1/4”

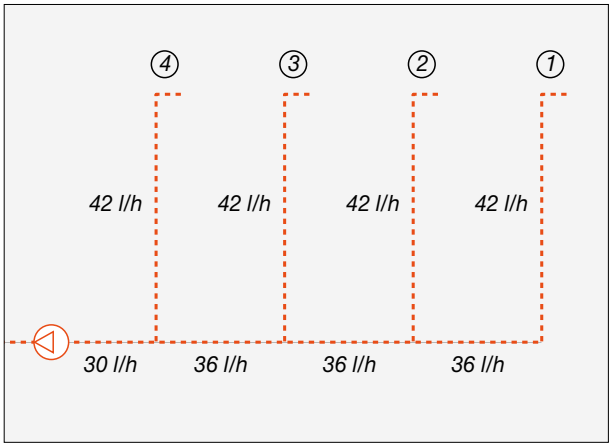
– Collettore tratto compreso fra col. 3 e col. 4
$G_{TOT} = 6{,}40 \cdot 3 = 19{,}20$ l/s
$G_{PR} = 2{,}45$ l/s Ø = 1 1/2”

– Collettore tratto compreso fra col. 4 e centrale
$G_{TOT} = 6{,}40 \cdot 4 = 25{,}60$ l/s
$G_{PR} = 2{,}65$ l/s Ø = 1 1/2”

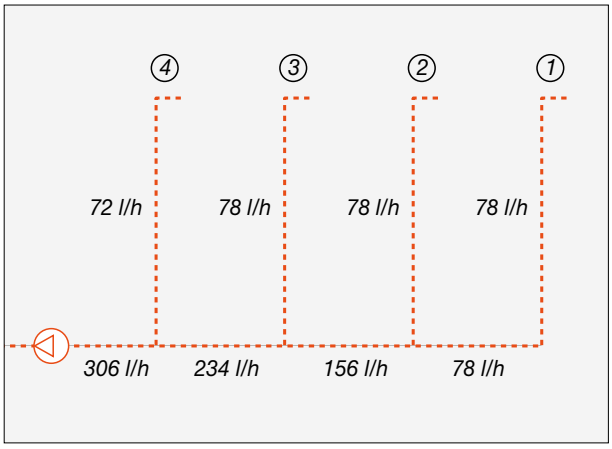
### Dimensionamento tubi rete di ricircolo

Si calcolano dapprima (ved. pag.19) le portate teoriche:

Portata teorica colonne = $14 \cdot 3 = 42$ l/h
Portata teorica collettore (tratti 12 m) = $12 \cdot 3 = 36$ l/h
“ “ “ (tratto 10 m) = $10 \cdot 3 = 30$ l/h




Si determinano poi le portate effettive “caricando” sulle colonne le portate teoriche richieste dai relativi tratti di alimentazione del collettore (ved. disegno sotto riportato).

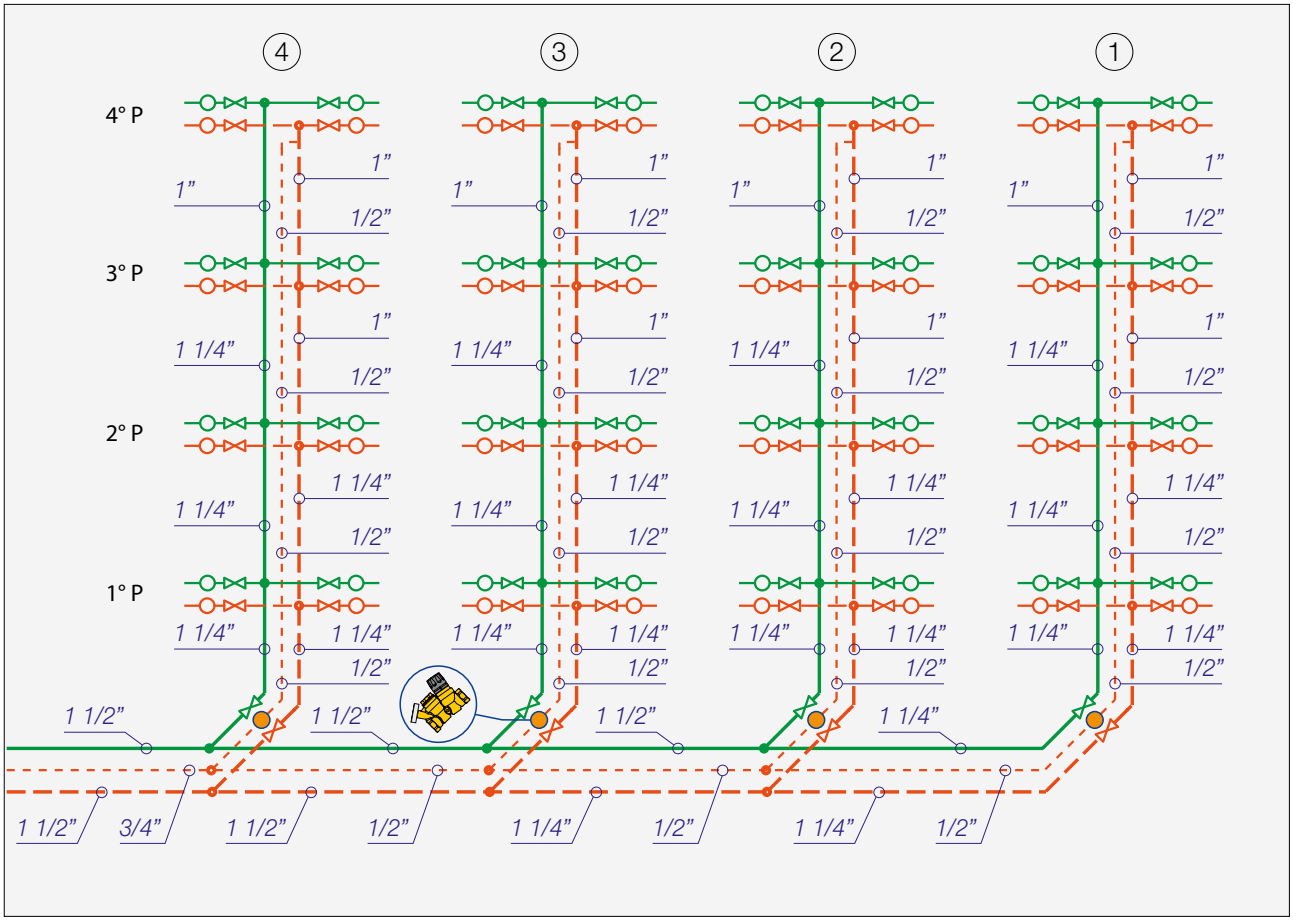


Note le portate di ricircolo, i relativi diametri si dimensionano col metodo delle perdite di carico lineari costanti ( r ), considerando: r = 10 mm c.a./m.

Per bilanciare le colonne, e quindi garantire temperature di erogazione pressoché costanti, si prevede l'uso, alla base delle colonne stesse, di regolatori termostatici.

– Colonne 1,2,3 G = 78 l/h Ø = 1/2”
– Colonna 4 G = 72 l/h Ø = 1/2”

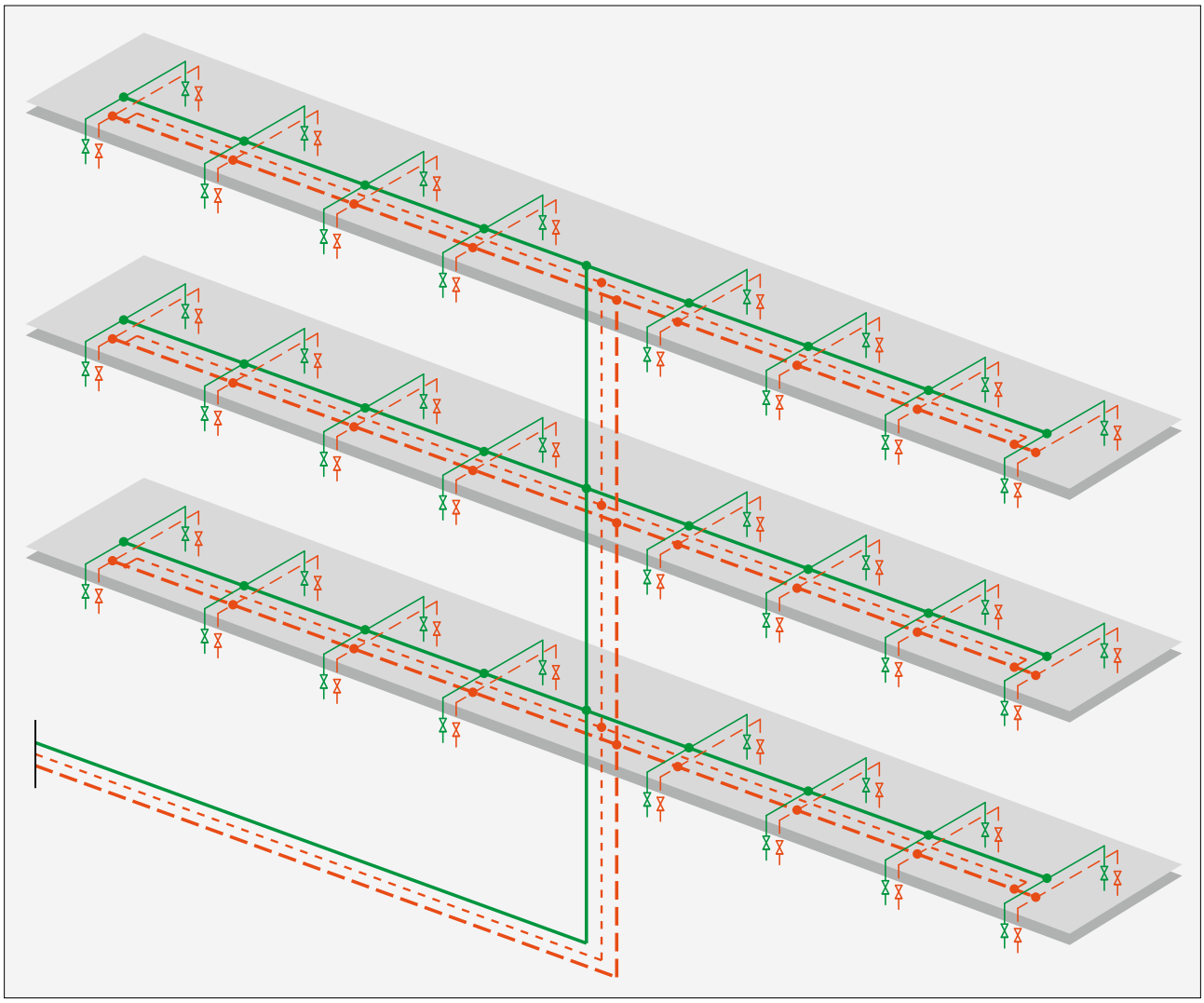
– Collettore tratto alimentazione colonna 1
G = 78 l/h Ø = 1/2”
– Collettore. tratto compreso fra col. 2 e col. 3
G = 156 l/h Ø = 1/2”
– Collettore. tratto compreso fra col. 3 e col. 4
G = 234 l/h Ø = 1/2”
– Collettore. tratto compreso fra col. 4 e C.T.
G = 306 l/h Ø = 3/4”

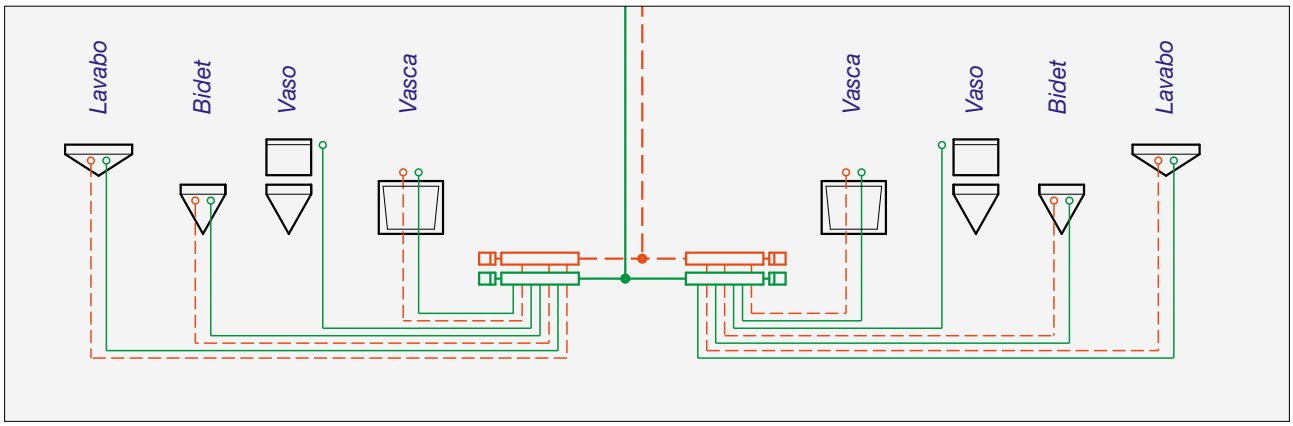


**Esempio:**

Dimensionare, col metodo del carico lineare unitario, le reti di distribuzione dell'impianto idrosanitario, per edifici ad uso alberghiero, sotto riportato. Si consideri:

- tubi in acciaio zincato per la realizzazione delle reti fino ai collettori interni di distribuzione;
- tubi multistrato per la realizzazione dei collegamenti tra collettori interni e punti di erogazione;
- $\Delta H$ = 10 m c.a. dislivello fra l'origine della rete e il rubinetto più sfavorito;
- $P_{MIN}$ = 12 m c.a. pressione minima richiesta dal rubinetto più sfavorito;
- $L_{TOT}$ = 52 m lungh. totale dei tubi che collegano a CT al rubinetto più sfavorito;
- $L_{CB}$ = 15 m lunghezza dei collettori di base che servono le colonne;
- $L_{COL}$ = 10 m lunghezza delle colonne;
- $H_P$ = 3 m altezza fra i vari piani.
- $L_{DER}$ = 20 m lunghezza. delle derivazioni orizzontali a controsoffitto;





**Soluzione:**

Si assume: J = 100 mm c.a./m

Tabelle di riferimento:

- Tab. Fig. 2 Portate nominali apparecchi
- Tab. Fig. 9 Portate di progetto alberghi e pensioni
- Tab. pag. 38 Perd. car. tubi acciaio acqua fredda
- Tab. pag. 39 Perd. car. tubi acciaio acqua calda
- Tab. pag. 42 Perd. car. tubi multistrato acqua fredda
- Tab. pag. 42 Perd. car. tubi multistrato acqua calda

Nota: Per la determinazione delle portate di progetto, nei casi in cui le portate totali non sono direttamente indicate in Tab. Fig. 9, si assumono i loro valori approssimati per eccesso.

**Pressione richiesta a valle della CT**

Si calcola con la formula ( 4 ):

$\Delta P_{INIT.RETI} = 10 + 12 + ( 52 \cdot 100 ) / 700 = 29,4$ m c.a.

valore che non comporta pericoli di rumorosità.

**Determinazione portate nominali apparecchi**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| – Lavabo | AFS | 0,10 l/s | ACS | 0,10 l/s |
| – Bidet | " | 0,10 l/s | " | 0,10 l/s |
| – Vaso | " | 0,10 l/s | | |
| – Vasca | " | 0,20 l/s | " | 0,20 l/s |
| | $G_{TOT}$ = 0,50 l/s | | $G_{TOT}$ = 0,40 l/s | |

**Dimensionamento tubi che servono gli apparecchi**

In base ai valori delle portate nominali e al valore del carico unitario lineare assunto, con Tab. pag 42 si ottiene:

| | | |
|---|---|---|
| Apparecchi con | G = 0,10 l/s | Ø = 16/11,5 mm |
| Apparecchi con | G = 0,20 l/s | Ø = 20/15,0 mm |

**Dimensionamento tubi che servono il collett. camera**

In base alle portate totali e al valore del carico unitario lineare assunto, con Tab. pag. 38 e 39 si ottiene:

– AFS

$G_{TOT}$ = 0,50 l/s $G_{PR}$ = 0,40 l/s Ø = 3/4"

– ACS

$G_{TOT}$ = 0,40 l/s $G_{PR}$ = 0,35 l/s Ø = 3/4"

**Dimensionamento tubi che servono coppia camere**

Procedendo come nell'ultimo caso si ottiene:

– AFS

$G_{TOT}$ = 1,00 l/s $G_{PR}$ = 0,60 l/s Ø = 3/4"

– ACS

$G_{TOT}$ = 0,80 l/s $G_{PR}$ = 0,55 l/s Ø = 3/4"

**Dimensionamento tubi rete esterna acqua fredda**

– Derivazione orizzontale ultimo piano

- 1° tratto, a servizio di 4 camere
  $G_{TOT} = 0,5 \cdot 4 = 2,00$ l/s
  $G_{PR}$ = 0,90 l/s Ø = 1"
- 2° tratto, a servizio di 8 camere
  $G_{TOT} = 0,5 \cdot 8 = 4,00$ l/s
  $G_{PR}$ = 1,40 l/s Ø = 1 1/4"
- 3° tratto, a servizio di 12 camere
  $G_{TOT} = 0,5 \cdot 12 = 6,00$ l/s
  $G_{PR}$ = 1,80 l/s Ø = 1 1/4"
- 4° tratto, a servizio di 16 camere
  $G_{TOT} = 0,5 \cdot 16 = 8,00$ l/s
  $G_{PR}$ = 2,15 l/s Ø = 1 1/2"

– Altre derivazioni orizzontali

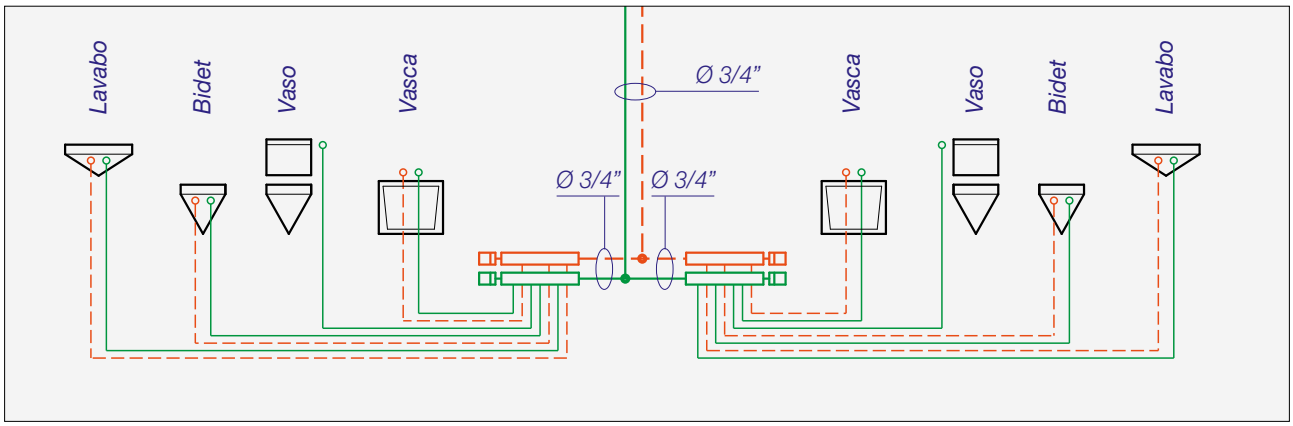
Sono uguali alla derivazione di cui sopra in quanto hanno la stessa geometria, servono utenze uguali e si dimensionano con lo stesso carico unitario lineare.

– Colonna

- Tratto piano 2°, a servizio di 32 camere
  $G_{TOT} = 0,5 \cdot 32 = 16,00$ l/s
  $G_{PR}$ = 3,40 l/s Ø = 1 1/2"
- Tratto piano 1°, a servizio di 64 camere
  $G_{TOT} = 0,5 \cdot 64 = 32,00$ l/s
  $G_{PR}$ = 4,70 l/s Ø = 2"
- Tratto piano terra, a servizio di 96 camere
  $G_{TOT} = 0,5 \cdot 96 = 48,00$ l/s
  $G_{PR}$ = 5,45 l/s Ø = 2"

– Collettore orizzontale

Ha $G_{PR}$ e Ø uguali all'ultimo tratto di colonna.



### Dimensionamento tubi rete esterna acqua calda

– Derivazione orizzontale ultimo piano

  – 1° tratto, a servizio di 4 camere
    G TOT = 0,4 · 4 = 1,60 l/s
    G PR = 0,80 l/s  Ø = 1”
  – 2° tratto, a servizio di 8 camere
    G TOT = 0,4 · 8 = 3,20 l/s
    G PR = 1,25 l/s  Ø = 1 1/4”
  – 3° tratto, a servizio di 12 camere
    G TOT = 0,4 · 12 = 4,80 l/s
    G PR = 1,55 l/s  Ø = 1 1/4”
  – 4° tratto, a servizio di 16 camere
    G TOT = 0,4 · 16 = 6,40 l/s
    G PR = 1,90 l/s  Ø = 1 1/4”

– Altre derivazioni orizzontali

  Sono uguali alla derivazione di cui sopra in quanto hanno la stessa geometria, servono utenze uguali e si dimensionano con lo stesso carico unitario lineare.

– Colonna

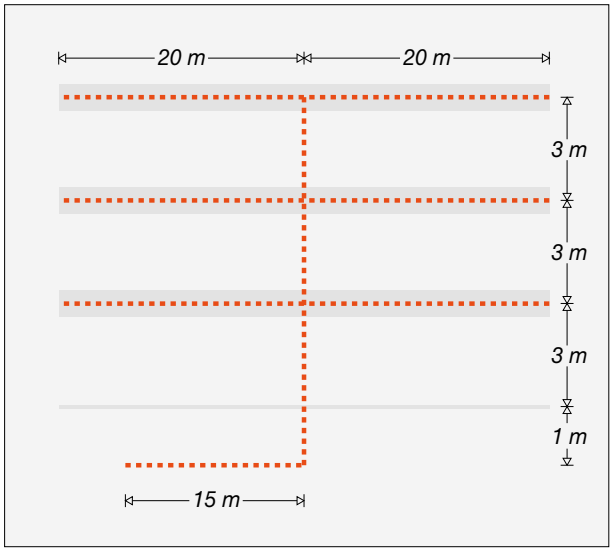
  – Tratto piano 2°, a servizio di 32 camere
    G TOT = 0,4 · 32 = 12,80 l/s
    G PR = 3,00 l/s  Ø = 1 1/2”
  – Tratto piano 1°, a servizio di 64 camere
    G TOT = 0,4 · 64 = 25,60 l/s
    G PR = 4,30 l/s  Ø = 2”
  – Tratto piano terra, a servizio di 96 camere
    G TOT = 0,4 · 96 = 38,40 l/s
    G PR = 5,00 l/s  Ø = 2”

– Collettore orizzontale

  Ha G PR e Ø uguali all’ultimo tratto di colonna.

### Dimensionamento tubi rete di ricircolo

In base ai dati di progetto, la rete esterna dell’acqua calda e quella di ricircolo hanno il seguente sviluppo:



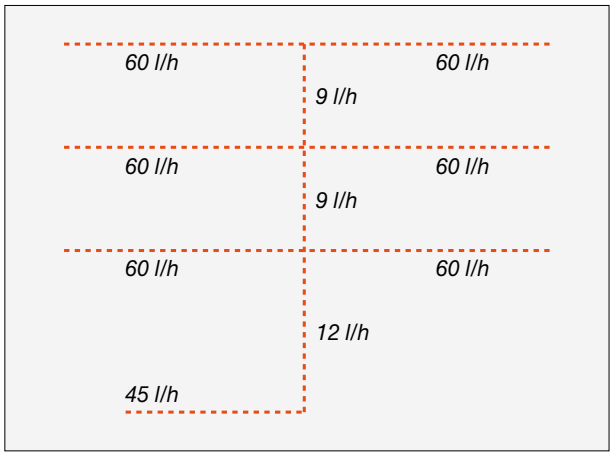

Per dimensionare la rete di ricircolo, si calcolano dapprima (ved. pag.19) le portate teoriche richieste in relazione allo sviluppo delle reti di cui sopra:

Portata teorica derivazioni orizzontali = 20 · 3 = **60** l/h

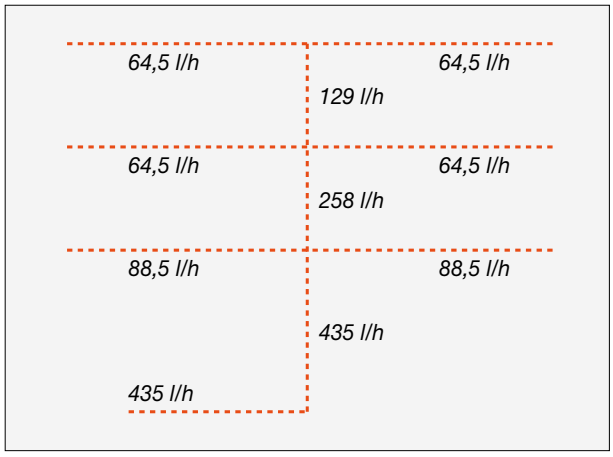
Portata teorica tratti colonne, h = 3 m = 3 · 3 = **9** l/h

Portata teorica tratto colonna, h = 1 m = 1 · 3 = **3** l/h

Portata teorica collettore di base = 15 · 3 = **45** l/h



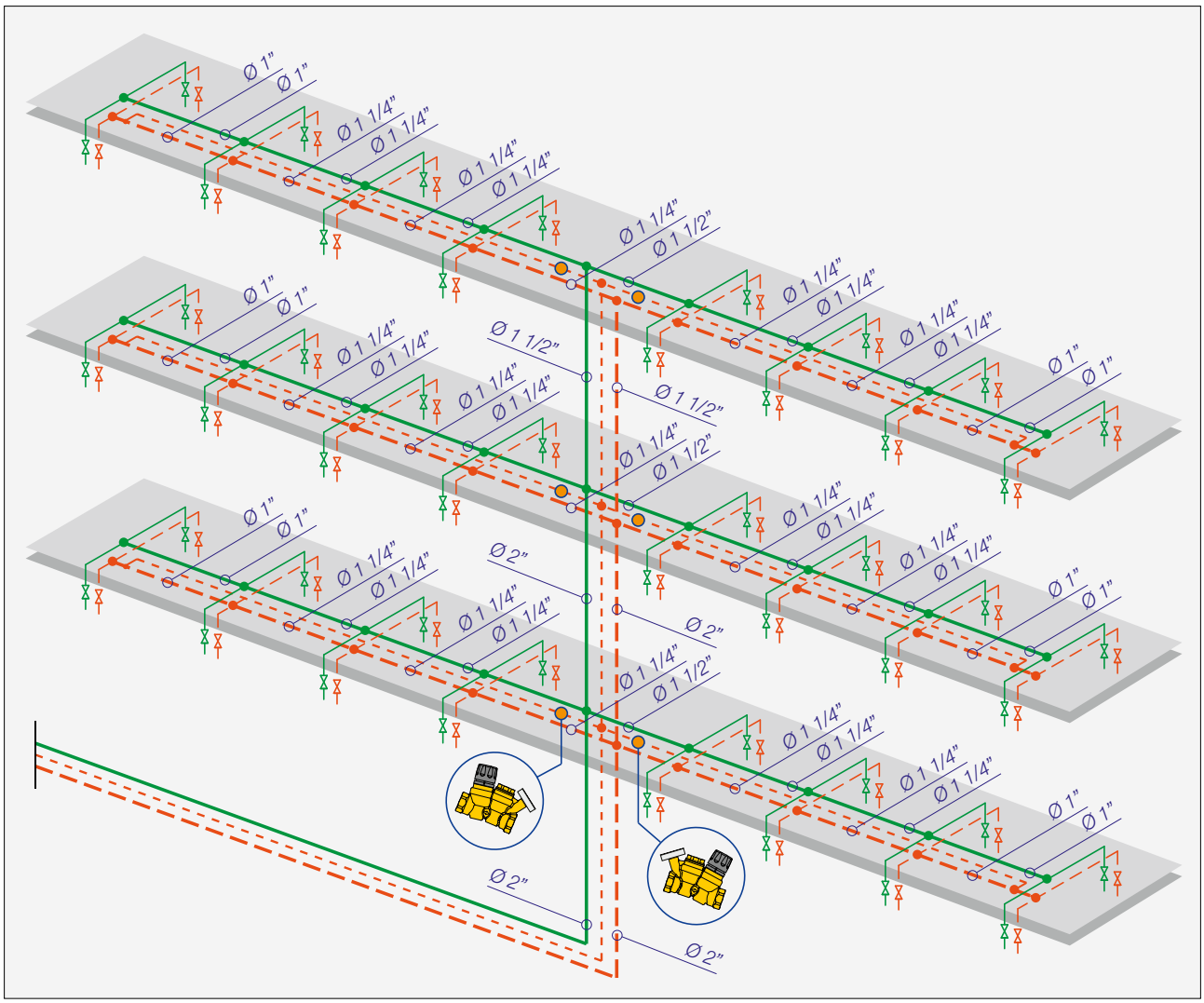

Si determinano poi le portate effettive “caricando” sulle derivazioni orizzontali le portate teoriche richieste dai relativi tratti di colonna e dal collettore di base.




Note le portate di ricircolo, i relativi diametri si dimensionano col metodo delle perdite di carico lineari costanti (r), considerando: r = 25 mm c.a./m.

Per bilanciare le derivazioni orizzontali, e quindi garantire temperature di erogazione pressoché costanti, si prevede l’uso di regolatori termostatici.

– Derivazioni orizz. piano 2°  G = 64,5 l/h  Ø = 1/2”
– Tratto colonna piano 2°  G = 129 l/h  Ø = 1/2”
– Derivazioni orizz. piano 1°  G = 64,5 l/h  Ø = 1/2”
– Tratto colonna piano 1°  G = 258 l/h  Ø = 1/2”
– Derivazioni orizz. piano terra  G = 88,5 l/h  Ø = 1/2”
– Tratto colonna piano terra  G = 435 l/h  Ø = 1/2”
– Collettore orizzontale  G = 435 l/h  Ø = 1/2”


Ø 1"
Ø 1"
Ø 1 1/4"
Ø 1 1/4"
Ø 1 1/4"
Ø 1 1/4"
Ø 1 1/4"
Ø 1 1/2"
Ø 1 1/2"
Ø 2"
Ø 2"

## TUBI IN ACCIAIO - T = 10°C

### Portate in relazione al carico unitario (J)

| D | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/4" | 1 1/2" | 2" | 2 1/2" | 3" | 4" | 5" | 6" |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Di | 16,4 | 21,8 | 27,4 | 36,1 | 42 | 53,2 | 68,8 | 80,7 | 105 | 129,5 | 154,9 |
| J | | | | | | G [l/s] | | | | | |
| mm c.a./m | | | | | | v [m/s] | | | | | |
| 20 | 0,08 | 0,18 | 0,33 | 0,69 | 1,04 | 1,95 | 3,89 | 5,97 | 12,08 | 21,19 | 34,24 |
| | 0,40 | 0,48 | 0,56 | 0,68 | 0,75 | 0,88 | 1,05 | 1,17 | 1,40 | 1,61 | 1,82 |
| 25 | 0,09 | 0,20 | 0,37 | 0,78 | 1,17 | 2,20 | 4,39 | 6,72 | 13,61 | 23,88 | 38,58 |
| | 0,45 | 0,54 | 0,63 | 0,76 | 0,84 | 0,99 | 1,18 | 1,31 | 1,57 | 1,81 | 2,05 |
| 30 | 0,10 | 0,22 | 0,41 | 0,86 | 1,29 | 2,43 | 4,83 | 7,41 | 15,01 | 26,32 | 42,53 |
| | 0,49 | 0,60 | 0,70 | 0,84 | 0,93 | 1,09 | 1,30 | 1,45 | 1,73 | 2,00 | 2,26 |
| 35 | 0,11 | 0,24 | 0,45 | 0,93 | 1,40 | 2,64 | 5,25 | 8,05 | 16,30 | 28,58 | 46,18 |
| | 0,53 | 0,65 | 0,76 | 0,91 | 1,01 | 1,19 | 1,41 | 1,57 | 1,88 | 2,17 | 2,45 |
| 40 | 0,12 | 0,26 | 0,48 | 1,00 | 1,50 | 2,83 | 5,64 | 8,65 | 17,50 | 30,70 | 49,60 |
| | 0,57 | 0,69 | 0,81 | 0,98 | 1,08 | 1,27 | 1,52 | 1,69 | 2,02 | 2,33 | 2,63 |
| 45 | 0,13 | 0,28 | 0,51 | 1,07 | 1,60 | 3,02 | 6,01 | 9,21 | 18,64 | 32,69 | 52,83 |
| | 0,61 | 0,74 | 0,86 | 1,04 | 1,16 | 1,36 | 1,62 | 1,80 | 2,15 | 2,48 | 2,80 |
| 50 | 0,14 | 0,29 | 0,54 | 1,13 | 1,69 | 3,19 | 6,35 | 9,74 | 19,72 | 34,59 | 55,89 |
| | 0,65 | 0,78 | 0,91 | 1,10 | 1,22 | 1,44 | 1,71 | 1,90 | 2,28 | 2,63 | 2,97 |
| 55 | 0,14 | 0,31 | 0,57 | 1,19 | 1,78 | 3,36 | 6,69 | 10,25 | 20,75 | 36,40 | 58,81 |
| | 0,68 | 0,82 | 0,96 | 1,16 | 1,29 | 1,51 | 1,80 | 2,00 | 2,40 | 2,76 | 3,12 |
| 60 | 0,15 | 0,32 | 0,59 | 1,24 | 1,87 | 3,52 | 7,00 | 10,74 | 21,74 | 38,13 | 61,61 |
| | 0,71 | 0,86 | 1,01 | 1,22 | 1,35 | 1,58 | 1,88 | 2,10 | 2,51 | 2,89 | 3,27 |
| 65 | 0,16 | 0,34 | 0,62 | 1,30 | 1,95 | 3,67 | 7,31 | 11,21 | 22,69 | 39,80 | 64,30 |
| | 0,74 | 0,90 | 1,05 | 1,27 | 1,41 | 1,65 | 1,97 | 2,19 | 2,62 | 3,02 | 3,41 |
| 70 | 0,16 | 0,35 | 0,65 | 1,35 | 2,03 | 3,82 | 7,61 | 11,66 | 23,61 | 41,41 | 66,90 |
| | 0,77 | 0,94 | 1,09 | 1,32 | 1,46 | 1,72 | 2,05 | 2,28 | 2,73 | 3,14 | 3,55 |
| 75 | 0,17 | 0,36 | 0,67 | 1,40 | 2,10 | 3,96 | 7,89 | 12,10 | 24,49 | 42,96 | 69,42 |
| | 0,80 | 0,97 | 1,14 | 1,37 | 1,52 | 1,78 | 2,12 | 2,37 | 2,83 | 3,26 | 3,68 |
| 80 | 0,18 | 0,38 | 0,69 | 1,45 | 2,18 | 4,10 | 8,17 | 12,53 | 25,35 | 44,47 | 71,86 |
| | 0,83 | 1,01 | 1,18 | 1,42 | 1,57 | 1,85 | 2,20 | 2,45 | 2,93 | 3,38 | 3,81 |
| 85 | 0,18 | 0,39 | 0,72 | 1,50 | 2,25 | 4,24 | 8,44 | 12,94 | 26,19 | 45,94 | 74,22 |
| | 0,86 | 1,04 | 1,21 | 1,46 | 1,62 | 1,91 | 2,27 | 2,53 | 3,02 | 3,49 | 3,94 |
| 90 | 0,19 | 0,40 | 0,74 | 1,55 | 2,32 | 4,37 | 8,70 | 13,34 | 27,00 | 47,36 | 76,53 |
| | 0,88 | 1,07 | 1,25 | 1,51 | 1,67 | 1,97 | 2,34 | 2,61 | 3,12 | 3,60 | 4,06 |
| 95 | 0,19 | 0,41 | 0,76 | 1,59 | 2,39 | 4,50 | 8,96 | 13,73 | 27,80 | 48,75 | 78,77 |
| | 0,91 | 1,10 | 1,29 | 1,55 | 1,72 | 2,02 | 2,41 | 2,68 | 3,21 | 3,70 | 4,18 |
| 100 | 0,20 | 0,42 | 0,78 | 1,64 | 2,45 | 4,62 | 9,20 | 14,11 | 28,57 | 50,11 | 80,96 |
| | 0,93 | 1,13 | 1,32 | 1,60 | 1,77 | 2,08 | 2,48 | 2,76 | 3,30 | 3,80 | 4,30 |
| 105 | 0,20 | 0,43 | 0,80 | 1,68 | 2,52 | 4,74 | 9,45 | 14,49 | 29,32 | 51,43 | 83,10 |
| | 0,96 | 1,16 | 1,36 | 1,64 | 1,82 | 2,13 | 2,54 | 2,83 | 3,39 | 3,90 | 4,41 |
| 110 | 0,21 | 0,45 | 0,82 | 1,72 | 2,58 | 4,86 | 9,69 | 14,85 | 30,06 | 52,73 | 85,20 |
| | 0,98 | 1,19 | 1,39 | 1,68 | 1,86 | 2,19 | 2,61 | 2,90 | 3,47 | 4,00 | 4,52 |
| 115 | 0,21 | 0,46 | 0,84 | 1,76 | 2,64 | 4,98 | 9,92 | 15,21 | 30,79 | 54,00 | 87,25 |
| | 1,01 | 1,22 | 1,43 | 1,72 | 1,91 | 2,24 | 2,67 | 2,97 | 3,56 | 4,10 | 4,63 |
| 120 | 0,22 | 0,47 | 0,86 | 1,80 | 2,70 | 5,09 | 10,15 | 15,56 | 31,49 | 55,24 | 89,26 |
| | 1,03 | 1,25 | 1,46 | 1,76 | 1,95 | 2,29 | 2,73 | 3,04 | 3,64 | 4,19 | 4,74 |
| 125 | 0,22 | 0,48 | 0,88 | 1,84 | 2,76 | 5,21 | 10,37 | 15,90 | 32,19 | 56,46 | 91,22 |
| | 1,05 | 1,28 | 1,49 | 1,80 | 2,00 | 2,34 | 2,79 | 3,11 | 3,72 | 4,29 | 4,84 |
| 130 | 0,23 | 0,49 | 0,90 | 1,88 | 2,82 | 5,32 | 10,59 | 16,24 | 32,87 | 57,65 | 93,16 |
| | 1,08 | 1,31 | 1,52 | 1,84 | 2,04 | 2,39 | 2,85 | 3,17 | 3,80 | 4,38 | 4,94 |
| 135 | 0,23 | 0,50 | 0,92 | 1,92 | 2,88 | 5,43 | 10,81 | 16,57 | 33,54 | 58,83 | 95,06 |
| | 1,10 | 1,33 | 1,56 | 1,88 | 2,08 | 2,44 | 2,91 | 3,24 | 3,87 | 4,47 | 5,04 |
| 140 | 0,24 | 0,51 | 0,94 | 1,96 | 2,94 | 5,53 | 11,02 | 16,90 | 34,20 | 59,99 | 96,92 |
| | 1,12 | 1,36 | 1,59 | 1,91 | 2,12 | 2,49 | 2,96 | 3,30 | 3,95 | 4,55 | 5,14 |
| 145 | 0,24 | 0,52 | 0,95 | 1,99 | 2,99 | 5,64 | 11,23 | 17,22 | 34,85 | 61,12 | 98,76 |
| | 1,14 | 1,38 | 1,62 | 1,95 | 2,16 | 2,54 | 3,02 | 3,37 | 4,02 | 4,64 | 5,24 |
| 150 | 0,25 | 0,53 | 0,97 | 2,03 | 3,05 | 5,74 | 11,43 | 17,53 | 35,49 | 62,24 | 100,57 |
| | 1,16 | 1,41 | 1,65 | 1,98 | 2,20 | 2,58 | 3,08 | 3,43 | 4,10 | 4,73 | 5,34 |

## TUBI IN ACCIAIO - T = 50°C

### Portate in relazione al carico unitario (J)

| D | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/4" | 1 1/2" | 2" | 2 1/2" | 3" | 4" | 5" | 6" |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Di | 16,4 | 21,8 | 27,4 | 36,1 | 42 | 53,2 | 68,8 | 80,7 | 105 | 129,5 | 154,9 |
| J | | | | | | G [l/s] | | | | | |
| mm c.a./m | | | | | | v [m/s] | | | | | |
| 20 | 0,09 | 0,19 | 0,35 | 0,74 | 1,11 | 2,09 | 4,16 | 6,38 | 12,92 | 22,66 | 36,62 |
| | 0,42 | 0,51 | 0,60 | 0,72 | 0,80 | 0,94 | 1,12 | 1,25 | 1,49 | 1,72 | 1,94 |
| 25 | 0,10 | 0,22 | 0,40 | 0,83 | 1,25 | 2,36 | 4,69 | 7,19 | 14,56 | 25,53 | 41,26 |
| | 0,48 | 0,58 | 0,68 | 0,81 | 0,90 | 1,06 | 1,26 | 1,41 | 1,68 | 1,94 | 2,19 |
| 30 | 0,11 | 0,24 | 0,44 | 0,92 | 1,38 | 2,60 | 5,17 | 7,93 | 16,05 | 28,15 | 45,48 |
| | 0,53 | 0,64 | 0,74 | 0,90 | 0,99 | 1,17 | 1,39 | 1,55 | 1,85 | 2,14 | 2,41 |
| 35 | 0,12 | 0,26 | 0,48 | 1,00 | 1,50 | 2,82 | 5,61 | 8,61 | 17,43 | 30,57 | 49,39 |
| | 0,57 | 0,69 | 0,81 | 0,97 | 1,08 | 1,27 | 1,51 | 1,68 | 2,01 | 2,32 | 2,62 |
| 40 | 0,13 | 0,28 | 0,51 | 1,07 | 1,61 | 3,03 | 6,03 | 9,25 | 18,72 | 32,83 | 53,05 |
| | 0,61 | 0,74 | 0,87 | 1,05 | 1,16 | 1,36 | 1,62 | 1,81 | 2,16 | 2,49 | 2,81 |
| 45 | 0,14 | 0,30 | 0,55 | 1,14 | 1,71 | 3,22 | 6,42 | 9,85 | 19,93 | 34,96 | 56,49 |
| | 0,65 | 0,79 | 0,92 | 1,11 | 1,24 | 1,45 | 1,73 | 1,93 | 2,30 | 2,65 | 3,00 |
| 50 | 0,15 | 0,31 | 0,58 | 1,21 | 1,81 | 3,41 | 6,79 | 10,42 | 21,09 | 36,99 | 59,77 |
| | 0,69 | 0,84 | 0,98 | 1,18 | 1,31 | 1,53 | 1,83 | 2,04 | 2,44 | 2,81 | 3,17 |
| 55 | 0,15 | 0,33 | 0,61 | 1,27 | 1,91 | 3,59 | 7,15 | 10,96 | 22,19 | 38,92 | 62,89 |
| | 0,73 | 0,88 | 1,03 | 1,24 | 1,38 | 1,62 | 1,92 | 2,14 | 2,56 | 2,96 | 3,34 |
| 60 | 0,16 | 0,34 | 0,64 | 1,33 | 2,00 | 3,76 | 7,49 | 11,49 | 23,25 | 40,78 | 65,89 |
| | 0,76 | 0,92 | 1,08 | 1,30 | 1,44 | 1,69 | 2,01 | 2,25 | 2,68 | 3,10 | 3,50 |
| 65 | 0,17 | 0,36 | 0,66 | 1,39 | 2,08 | 3,93 | 7,82 | 11,99 | 24,27 | 42,56 | 68,77 |
| | 0,79 | 0,96 | 1,13 | 1,36 | 1,50 | 1,77 | 2,10 | 2,34 | 2,80 | 3,23 | 3,65 |
| 70 | 0,17 | 0,37 | 0,69 | 1,45 | 2,17 | 4,08 | 8,13 | 12,47 | 25,25 | 44,28 | 71,55 |
| | 0,83 | 1,00 | 1,17 | 1,41 | 1,56 | 1,84 | 2,19 | 2,44 | 2,92 | 3,36 | 3,80 |
| 75 | 0,18 | 0,39 | 0,72 | 1,50 | 2,25 | 4,24 | 8,44 | 12,94 | 26,20 | 45,95 | 74,24 |
| | 0,86 | 1,04 | 1,21 | 1,47 | 1,62 | 1,91 | 2,27 | 2,53 | 3,03 | 3,49 | 3,94 |
| 80 | 0,19 | 0,40 | 0,74 | 1,55 | 2,33 | 4,39 | 8,74 | 13,40 | 27,12 | 47,56 | 76,85 |
| | 0,89 | 1,08 | 1,26 | 1,52 | 1,68 | 1,97 | 2,35 | 2,62 | 3,13 | 3,61 | 4,08 |
| 85 | 0,19 | 0,42 | 0,77 | 1,60 | 2,41 | 4,53 | 9,02 | 13,84 | 28,01 | 49,13 | 79,38 |
| | 0,92 | 1,11 | 1,30 | 1,57 | 1,74 | 2,04 | 2,43 | 2,71 | 3,23 | 3,73 | 4,21 |
| 90 | 0,20 | 0,43 | 0,79 | 1,65 | 2,48 | 4,67 | 9,30 | 14,27 | 28,88 | 50,65 | 81,84 |
| | 0,95 | 1,15 | 1,34 | 1,62 | 1,79 | 2,10 | 2,50 | 2,79 | 3,34 | 3,85 | 4,34 |
| 95 | 0,21 | 0,44 | 0,81 | 1,70 | 2,55 | 4,81 | 9,58 | 14,68 | 29,73 | 52,14 | 84,24 |
| | 0,97 | 1,18 | 1,38 | 1,66 | 1,84 | 2,16 | 2,58 | 2,87 | 3,43 | 3,96 | 4,47 |
| 100 | 0,21 | 0,45 | 0,84 | 1,75 | 2,62 | 4,94 | 9,84 | 15,09 | 30,55 | 53,59 | 86,59 |
| | 1,00 | 1,21 | 1,42 | 1,71 | 1,89 | 2,22 | 2,65 | 2,95 | 3,53 | 4,07 | 4,59 |
| 105 | 0,22 | 0,46 | 0,86 | 1,80 | 2,69 | 5,07 | 10,10 | 15,49 | 31,36 | 55,00 | 88,87 |
| | 1,03 | 1,25 | 1,45 | 1,75 | 1,94 | 2,28 | 2,72 | 3,03 | 3,62 | 4,18 | 4,72 |
| 110 | 0,22 | 0,48 | 0,88 | 1,84 | 2,76 | 5,20 | 10,36 | 15,88 | 32,15 | 56,39 | 91,11 |
| | 1,05 | 1,28 | 1,49 | 1,80 | 1,99 | 2,34 | 2,79 | 3,11 | 3,71 | 4,28 | 4,83 |
| 115 | 0,23 | 0,49 | 0,90 | 1,88 | 2,83 | 5,33 | 10,61 | 16,26 | 32,92 | 57,75 | 93,31 |
| | 1,08 | 1,31 | 1,53 | 1,84 | 2,04 | 2,40 | 2,85 | 3,18 | 3,80 | 4,38 | 4,95 |
| 120 | 0,23 | 0,50 | 0,92 | 1,93 | 2,89 | 5,45 | 10,85 | 16,64 | 33,68 | 59,07 | 95,45 |
| | 1,10 | 1,34 | 1,56 | 1,88 | 2,09 | 2,45 | 2,92 | 3,25 | 3,89 | 4,49 | 5,07 |
| 125 | 0,24 | 0,51 | 0,94 | 1,97 | 2,96 | 5,57 | 11,09 | 17,01 | 34,42 | 60,38 | 97,56 |
| | 1,13 | 1,37 | 1,60 | 1,93 | 2,13 | 2,51 | 2,98 | 3,32 | 3,98 | 4,58 | 5,18 |
| 130 | 0,24 | 0,52 | 0,96 | 2,01 | 3,02 | 5,69 | 11,33 | 17,37 | 35,15 | 61,66 | 99,63 |
| | 1,15 | 1,40 | 1,63 | 1,97 | 2,18 | 2,56 | 3,05 | 3,40 | 4,06 | 4,68 | 5,29 |
| 135 | 0,25 | 0,53 | 0,98 | 2,05 | 3,08 | 5,80 | 11,56 | 17,72 | 35,87 | 62,92 | 101,66 |
| | 1,17 | 1,42 | 1,66 | 2,01 | 2,22 | 2,61 | 3,11 | 3,46 | 4,14 | 4,78 | 5,39 |
| 140 | 0,25 | 0,54 | 1,00 | 2,09 | 3,14 | 5,92 | 11,78 | 18,07 | 36,58 | 64,15 | 103,66 |
| | 1,20 | 1,45 | 1,70 | 2,05 | 2,27 | 2,66 | 3,17 | 3,53 | 4,22 | 4,87 | 5,50 |
| 145 | 0,26 | 0,55 | 1,02 | 2,13 | 3,20 | 6,03 | 12,01 | 18,41 | 37,27 | 65,37 | 105,62 |
| | 1,22 | 1,48 | 1,73 | 2,08 | 2,31 | 2,71 | 3,23 | 3,60 | 4,30 | 4,96 | 5,60 |
| 150 | 0,26 | 0,56 | 1,04 | 2,17 | 3,26 | 6,14 | 12,23 | 18,75 | 37,95 | 66,56 | 107,55 |
| | 1,24 | 1,51 | 1,76 | 2,12 | 2,35 | 2,76 | 3,29 | 3,67 | 4,38 | 5,05 | 5,71 |

## TUBI IN RAME - T = 10°C
### Portate in relazione al carico unitario (J)

| De | 12 | 14 | 15 | 16 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|
| Di | 10 | 12 | 13 | 14 | 16 |
| J | | | G [l/s] | | |
| mm c.a./m | | | v [m/s] | | |
| 20 | 0,02 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,08 |
| | 0,29 | 0,33 | 0,35 | 0,37 | 0,41 |
| 25 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 0,09 |
| | 0,33 | 0,38 | 0,40 | 0,42 | 0,46 |
| 30 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,10 |
| | 0,37 | 0,42 | 0,44 | 0,47 | 0,52 |
| 35 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,08 | 0,11 |
| | 0,40 | 0,46 | 0,49 | 0,51 | 0,56 |
| 40 | 0,03 | 0,06 | 0,07 | 0,09 | 0,12 |
| | 0,43 | 0,50 | 0,52 | 0,55 | 0,61 |
| 45 | 0,04 | 0,06 | 0,07 | 0,09 | 0,13 |
| | 0,46 | 0,53 | 0,56 | 0,59 | 0,65 |
| 50 | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,14 |
| | 0,49 | 0,56 | 0,60 | 0,63 | 0,69 |
| 55 | 0,04 | 0,07 | 0,08 | 0,10 | 0,15 |
| | 0,52 | 0,59 | 0,63 | 0,66 | 0,73 |
| 60 | 0,04 | 0,07 | 0,09 | 0,11 | 0,15 |
| | 0,55 | 0,62 | 0,66 | 0,70 | 0,77 |
| 65 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,11 | 0,16 |
| | 0,57 | 0,65 | 0,69 | 0,73 | 0,80 |
| 70 | 0,05 | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,17 |
| | 0,60 | 0,68 | 0,72 | 0,76 | 0,84 |
| 75 | 0,05 | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,18 |
| | 0,62 | 0,71 | 0,75 | 0,79 | 0,87 |
| 80 | 0,05 | 0,08 | 0,10 | 0,13 | 0,18 |
| | 0,65 | 0,74 | 0,78 | 0,82 | 0,90 |
| 85 | 0,05 | 0,09 | 0,11 | 0,13 | 0,19 |
| | 0,67 | 0,76 | 0,81 | 0,85 | 0,94 |
| 90 | 0,05 | 0,09 | 0,11 | 0,14 | 0,19 |
| | 0,69 | 0,79 | 0,83 | 0,88 | 0,97 |
| 95 | 0,06 | 0,09 | 0,11 | 0,14 | 0,20 |
| | 0,71 | 0,81 | 0,86 | 0,91 | 1,00 |
| 100 | 0,06 | 0,09 | 0,12 | 0,14 | 0,21 |
| | 0,73 | 0,84 | 0,88 | 0,93 | 1,03 |
| 105 | 0,06 | 0,10 | 0,12 | 0,15 | 0,21 |
| | 0,75 | 0,86 | 0,91 | 0,96 | 1,06 |
| 110 | 0,06 | 0,10 | 0,12 | 0,15 | 0,22 |
| | 0,77 | 0,88 | 0,93 | 0,99 | 1,08 |
| 115 | 0,06 | 0,10 | 0,13 | 0,16 | 0,22 |
| | 0,79 | 0,91 | 0,96 | 1,01 | 1,11 |
| 120 | 0,06 | 0,10 | 0,13 | 0,16 | 0,23 |
| | 0,81 | 0,93 | 0,98 | 1,04 | 1,14 |
| 125 | 0,07 | 0,11 | 0,13 | 0,16 | 0,23 |
| | 0,83 | 0,95 | 1,01 | 1,06 | 1,17 |
| 130 | 0,07 | 0,11 | 0,14 | 0,17 | 0,24 |
| | 0,85 | 0,97 | 1,03 | 1,08 | 1,19 |
| 135 | 0,07 | 0,11 | 0,14 | 0,17 | 0,24 |
| | 0,87 | 0,99 | 1,05 | 1,11 | 1,22 |
| 140 | 0,07 | 0,11 | 0,14 | 0,17 | 0,25 |
| | 0,89 | 1,01 | 1,07 | 1,13 | 1,24 |
| 145 | 0,07 | 0,12 | 0,15 | 0,18 | 0,26 |
| | 0,91 | 1,03 | 1,09 | 1,15 | 1,27 |
| 150 | 0,07 | 0,12 | 0,15 | 0,18 | 0,26 |
| | 0,92 | 1,05 | 1,12 | 1,18 | 1,29 |

## TUBI IN RAME - T = 50°C
### Portate in relazione al carico unitario (J)

| De | 12 | 14 | 15 | 16 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|
| Di | 10 | 12 | 13 | 14 | 16 |
| J | | | G [l/s] | | |
| mm c.a./m | | | v [m/s] | | |
| 20 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 0,09 |
| | 0,33 | 0,38 | 0,40 | 0,42 | 0,47 |
| 25 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,11 |
| | 0,38 | 0,43 | 0,46 | 0,48 | 0,53 |
| 30 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,12 |
| | 0,42 | 0,48 | 0,51 | 0,53 | 0,59 |
| 35 | 0,04 | 0,06 | 0,07 | 0,09 | 0,13 |
| | 0,46 | 0,52 | 0,55 | 0,58 | 0,64 |
| 40 | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,14 |
| | 0,50 | 0,56 | 0,60 | 0,63 | 0,69 |
| 45 | 0,04 | 0,07 | 0,08 | 0,10 | 0,15 |
| | 0,53 | 0,60 | 0,64 | 0,67 | 0,74 |
| 50 | 0,04 | 0,07 | 0,09 | 0,11 | 0,16 |
| | 0,56 | 0,64 | 0,68 | 0,72 | 0,79 |
| 55 | 0,05 | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,17 |
| | 0,59 | 0,68 | 0,72 | 0,76 | 0,83 |
| 60 | 0,05 | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,18 |
| | 0,63 | 0,71 | 0,75 | 0,79 | 0,87 |
| 65 | 0,05 | 0,08 | 0,10 | 0,13 | 0,18 |
| | 0,65 | 0,75 | 0,79 | 0,83 | 0,92 |
| 70 | 0,05 | 0,09 | 0,11 | 0,13 | 0,19 |
| | 0,68 | 0,78 | 0,82 | 0,87 | 0,96 |
| 75 | 0,06 | 0,09 | 0,11 | 0,14 | 0,20 |
| | 0,71 | 0,81 | 0,86 | 0,90 | 0,99 |
| 80 | 0,06 | 0,09 | 0,12 | 0,14 | 0,21 |
| | 0,74 | 0,84 | 0,89 | 0,94 | 1,03 |
| 85 | 0,06 | 0,10 | 0,12 | 0,15 | 0,21 |
| | 0,76 | 0,87 | 0,92 | 0,97 | 1,07 |
| 90 | 0,06 | 0,10 | 0,13 | 0,15 | 0,22 |
| | 0,79 | 0,90 | 0,95 | 1,00 | 1,10 |
| 95 | 0,06 | 0,10 | 0,13 | 0,16 | 0,23 |
| | 0,81 | 0,93 | 0,98 | 1,03 | 1,14 |
| 100 | 0,07 | 0,11 | 0,13 | 0,16 | 0,24 |
| | 0,84 | 0,95 | 1,01 | 1,06 | 1,17 |
| 105 | 0,07 | 0,11 | 0,14 | 0,17 | 0,24 |
| | 0,86 | 0,98 | 1,04 | 1,09 | 1,20 |
| 110 | 0,07 | 0,11 | 0,14 | 0,17 | 0,25 |
| | 0,88 | 1,01 | 1,07 | 1,12 | 1,24 |
| 115 | 0,07 | 0,12 | 0,15 | 0,18 | 0,26 |
| | 0,91 | 1,03 | 1,09 | 1,15 | 1,27 |
| 120 | 0,07 | 0,12 | 0,15 | 0,18 | 0,26 |
| | 0,93 | 1,06 | 1,12 | 1,18 | 1,30 |
| 125 | 0,07 | 0,12 | 0,15 | 0,19 | 0,27 |
| | 0,95 | 1,08 | 1,15 | 1,21 | 1,33 |
| 130 | 0,08 | 0,13 | 0,16 | 0,19 | 0,27 |
| | 0,97 | 1,11 | 1,17 | 1,24 | 1,36 |
| 135 | 0,08 | 0,13 | 0,16 | 0,19 | 0,28 |
| | 0,99 | 1,13 | 1,20 | 1,26 | 1,39 |
| 140 | 0,08 | 0,13 | 0,16 | 0,20 | 0,29 |
| | 1,01 | 1,16 | 1,22 | 1,29 | 1,42 |
| 145 | 0,08 | 0,13 | 0,17 | 0,20 | 0,29 |
| | 1,04 | 1,18 | 1,25 | 1,32 | 1,45 |
| 150 | 0,08 | 0,14 | 0,17 | 0,21 | 0,30 |
| | 1,06 | 1,20 | 1,27 | 1,34 | 1,48 |

## TUBI IN ACCIAIO A PRESSARE - T = 10°C

### Portate in relazione al carico unitario (J)

| De | 12 | 15 | 18 | 22 | 28 |
|---|---|---|---|---|---|
| Di | 9,6 | 12,6 | 15,6 | 19 | 25 |
| J | | | G [l/s] | | |
| mm c.a./m | | | v [m/s] | | |
| 20 | 0,02 | 0,04 | 0,07 | 0,12 | 0,26 |
| | 0,27 | 0,33 | 0,38 | 0,44 | 0,53 |
| 25 | 0,02 | 0,05 | 0,08 | 0,14 | 0,29 |
| | 0,31 | 0,37 | 0,43 | 0,49 | 0,59 |
| 30 | 0,02 | 0,05 | 0,09 | 0,15 | 0,32 |
| | 0,34 | 0,41 | 0,47 | 0,54 | 0,65 |
| 35 | 0,03 | 0,06 | 0,10 | 0,17 | 0,35 |
| | 0,37 | 0,45 | 0,52 | 0,59 | 0,71 |
| 40 | 0,03 | 0,06 | 0,11 | 0,18 | 0,37 |
| | 0,40 | 0,48 | 0,55 | 0,63 | 0,76 |
| 45 | 0,03 | 0,06 | 0,11 | 0,19 | 0,40 |
| | 0,42 | 0,51 | 0,59 | 0,67 | 0,81 |
| 50 | 0,03 | 0,07 | 0,12 | 0,20 | 0,42 |
| | 0,45 | 0,54 | 0,62 | 0,71 | 0,86 |
| 55 | 0,03 | 0,07 | 0,13 | 0,21 | 0,44 |
| | 0,47 | 0,57 | 0,66 | 0,75 | 0,90 |
| 60 | 0,04 | 0,07 | 0,13 | 0,22 | 0,47 |
| | 0,49 | 0,59 | 0,69 | 0,79 | 0,95 |
| 65 | 0,04 | 0,08 | 0,14 | 0,23 | 0,49 |
| | 0,52 | 0,62 | 0,72 | 0,82 | 0,99 |
| 70 | 0,04 | 0,08 | 0,14 | 0,24 | 0,50 |
| | 0,54 | 0,65 | 0,75 | 0,85 | 1,03 |
| 75 | 0,04 | 0,08 | 0,15 | 0,25 | 0,52 |
| | 0,56 | 0,67 | 0,77 | 0,89 | 1,07 |
| 80 | 0,04 | 0,09 | 0,15 | 0,26 | 0,54 |
| | 0,58 | 0,69 | 0,80 | 0,92 | 1,10 |
| 85 | 0,04 | 0,09 | 0,16 | 0,27 | 0,56 |
| | 0,60 | 0,72 | 0,83 | 0,95 | 1,14 |
| 90 | 0,04 | 0,09 | 0,16 | 0,28 | 0,58 |
| | 0,61 | 0,74 | 0,85 | 0,98 | 1,18 |
| 95 | 0,05 | 0,09 | 0,17 | 0,29 | 0,59 |
| | 0,63 | 0,76 | 0,88 | 1,01 | 1,21 |
| 100 | 0,05 | 0,10 | 0,17 | 0,29 | 0,61 |
| | 0,65 | 0,78 | 0,90 | 1,03 | 1,24 |
| 105 | 0,05 | 0,10 | 0,18 | 0,30 | 0,63 |
| | 0,67 | 0,80 | 0,93 | 1,06 | 1,28 |
| 110 | 0,05 | 0,10 | 0,18 | 0,31 | 0,64 |
| | 0,68 | 0,82 | 0,95 | 1,09 | 1,31 |
| 115 | 0,05 | 0,11 | 0,19 | 0,32 | 0,66 |
| | 0,70 | 0,84 | 0,97 | 1,11 | 1,34 |
| 120 | 0,05 | 0,11 | 0,19 | 0,32 | 0,67 |
| | 0,72 | 0,86 | 1,00 | 1,14 | 1,37 |
| 125 | 0,05 | 0,11 | 0,19 | 0,33 | 0,69 |
| | 0,73 | 0,88 | 1,02 | 1,16 | 1,40 |
| 130 | 0,05 | 0,11 | 0,20 | 0,34 | 0,70 |
| | 0,75 | 0,90 | 1,04 | 1,19 | 1,43 |
| 135 | 0,06 | 0,11 | 0,20 | 0,34 | 0,72 |
| | 0,76 | 0,92 | 1,06 | 1,21 | 1,46 |
| 140 | 0,06 | 0,12 | 0,21 | 0,35 | 0,73 |
| | 0,78 | 0,94 | 1,08 | 1,24 | 1,49 |
| 145 | 0,06 | 0,12 | 0,21 | 0,36 | 0,75 |
| | 0,79 | 0,95 | 1,10 | 1,26 | 1,52 |
| 150 | 0,06 | 0,12 | 0,21 | 0,36 | 0,76 |
| | 0,81 | 0,97 | 1,12 | 1,28 | 1,55 |

## TUBI IN ACCIAIO - T = 50°C

### Portate in relazione al carico unitario (J)

| De | 12 | 15 | 18 | 22 | 28 |
|---|---|---|---|---|---|
| Di | 9,6 | 12,6 | 15,6 | 19 | 25 |
| J | | | G [l/s] | | |
| mm c.a./m | | | v [m/s] | | |
| 20 | 0,02 | 0,04 | 0,08 | 0,13 | 0,28 |
| | 0,29 | 0,35 | 0,41 | 0,47 | 0,56 |
| 25 | 0,02 | 0,05 | 0,09 | 0,15 | 0,31 |
| | 0,33 | 0,40 | 0,46 | 0,53 | 0,63 |
| 30 | 0,03 | 0,05 | 0,10 | 0,16 | 0,34 |
| | 0,37 | 0,44 | 0,51 | 0,58 | 0,70 |
| 35 | 0,03 | 0,06 | 0,11 | 0,18 | 0,37 |
| | 0,40 | 0,48 | 0,55 | 0,63 | 0,76 |
| 40 | 0,03 | 0,06 | 0,11 | 0,19 | 0,40 |
| | 0,43 | 0,51 | 0,59 | 0,68 | 0,82 |
| 45 | 0,03 | 0,07 | 0,12 | 0,20 | 0,43 |
| | 0,45 | 0,55 | 0,63 | 0,72 | 0,87 |
| 50 | 0,03 | 0,07 | 0,13 | 0,22 | 0,45 |
| | 0,48 | 0,58 | 0,67 | 0,76 | 0,92 |
| 55 | 0,04 | 0,08 | 0,13 | 0,23 | 0,47 |
| | 0,50 | 0,61 | 0,70 | 0,80 | 0,97 |
| 60 | 0,04 | 0,08 | 0,14 | 0,24 | 0,50 |
| | 0,53 | 0,64 | 0,74 | 0,84 | 1,01 |
| 65 | 0,04 | 0,08 | 0,15 | 0,25 | 0,52 |
| | 0,55 | 0,66 | 0,77 | 0,88 | 1,06 |
| 70 | 0,04 | 0,09 | 0,15 | 0,26 | 0,54 |
| | 0,57 | 0,69 | 0,80 | 0,91 | 1,10 |
| 75 | 0,04 | 0,09 | 0,16 | 0,27 | 0,56 |
| | 0,60 | 0,72 | 0,83 | 0,95 | 1,14 |
| 80 | 0,04 | 0,09 | 0,16 | 0,28 | 0,58 |
| | 0,62 | 0,74 | 0,86 | 0,98 | 1,18 |
| 85 | 0,05 | 0,10 | 0,17 | 0,29 | 0,60 |
| | 0,64 | 0,77 | 0,89 | 1,01 | 1,22 |
| 90 | 0,05 | 0,10 | 0,17 | 0,30 | 0,62 |
| | 0,66 | 0,79 | 0,91 | 1,04 | 1,26 |
| 95 | 0,05 | 0,10 | 0,18 | 0,30 | 0,64 |
| | 0,68 | 0,81 | 0,94 | 1,08 | 1,30 |
| 100 | 0,05 | 0,10 | 0,18 | 0,31 | 0,65 |
| | 0,70 | 0,84 | 0,97 | 1,10 | 1,33 |
| 105 | 0,05 | 0,11 | 0,19 | 0,32 | 0,67 |
| | 0,71 | 0,86 | 0,99 | 1,13 | 1,37 |
| 110 | 0,05 | 0,11 | 0,19 | 0,33 | 0,69 |
| | 0,73 | 0,88 | 1,02 | 1,16 | 1,40 |
| 115 | 0,05 | 0,11 | 0,20 | 0,34 | 0,70 |
| | 0,75 | 0,90 | 1,04 | 1,19 | 1,43 |
| 120 | 0,06 | 0,11 | 0,20 | 0,35 | 0,72 |
| | 0,77 | 0,92 | 1,07 | 1,22 | 1,47 |
| 125 | 0,06 | 0,12 | 0,21 | 0,35 | 0,74 |
| | 0,78 | 0,94 | 1,09 | 1,25 | 1,50 |
| 130 | 0,06 | 0,12 | 0,21 | 0,36 | 0,75 |
| | 0,80 | 0,96 | 1,11 | 1,27 | 1,53 |
| 135 | 0,06 | 0,12 | 0,22 | 0,37 | 0,77 |
| | 0,82 | 0,98 | 1,13 | 1,30 | 1,56 |
| 140 | 0,06 | 0,12 | 0,22 | 0,38 | 0,78 |
| | 0,83 | 1,00 | 1,16 | 1,32 | 1,59 |
| 145 | 0,06 | 0,13 | 0,23 | 0,38 | 0,80 |
| | 0,85 | 1,02 | 1,18 | 1,35 | 1,62 |
| 150 | 0,06 | 0,13 | 0,23 | 0,39 | 0,81 |
| | 0,86 | 1,04 | 1,20 | 1,37 | 1,65 |

## TUBI MULTISTRATO - T = 10°C
### Portate in relazione al carico unitario (J)

| De x S | 16x2,25 | 20x2,5 | 26x3 | 32x3 | 40x3,5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Di | 11,5 | 15 | 20 | 26 | 33 |
| J | | | G [l/s] | | |
| mm c.a./m | | | v [m/s] | | |
| 20 | 0,03 | 0,07 | 0,15 | 0,31 | 0,59 |
| | 0,32 | 0,39 | 0,48 | 0,58 | 0,69 |
| 25 | 0,04 | 0,08 | 0,17 | 0,35 | 0,67 |
| | 0,37 | 0,44 | 0,55 | 0,66 | 0,78 |
| 30 | 0,04 | 0,09 | 0,19 | 0,39 | 0,74 |
| | 0,41 | 0,49 | 0,60 | 0,73 | 0,87 |
| 35 | 0,05 | 0,10 | 0,21 | 0,42 | 0,81 |
| | 0,44 | 0,54 | 0,66 | 0,80 | 0,94 |
| 40 | 0,05 | 0,10 | 0,22 | 0,46 | 0,87 |
| | 0,48 | 0,58 | 0,71 | 0,86 | 1,02 |
| 45 | 0,05 | 0,11 | 0,24 | 0,49 | 0,93 |
| | 0,51 | 0,62 | 0,76 | 0,92 | 1,09 |
| 50 | 0,06 | 0,12 | 0,25 | 0,52 | 0,99 |
| | 0,55 | 0,66 | 0,81 | 0,98 | 1,16 |
| 55 | 0,06 | 0,12 | 0,27 | 0,55 | 1,05 |
| | 0,58 | 0,70 | 0,86 | 1,03 | 1,22 |
| 60 | 0,06 | 0,13 | 0,28 | 0,58 | 1,10 |
| | 0,61 | 0,73 | 0,90 | 1,08 | 1,29 |
| 65 | 0,07 | 0,14 | 0,30 | 0,60 | 1,15 |
| | 0,63 | 0,77 | 0,94 | 1,14 | 1,35 |
| 70 | 0,07 | 0,14 | 0,31 | 0,63 | 1,20 |
| | 0,66 | 0,80 | 0,98 | 1,18 | 1,40 |
| 75 | 0,07 | 0,15 | 0,32 | 0,65 | 1,25 |
| | 0,69 | 0,83 | 1,02 | 1,23 | 1,46 |
| 80 | 0,07 | 0,15 | 0,33 | 0,68 | 1,30 |
| | 0,71 | 0,86 | 1,06 | 1,28 | 1,52 |
| 85 | 0,08 | 0,16 | 0,34 | 0,70 | 1,34 |
| | 0,74 | 0,89 | 1,10 | 1,32 | 1,57 |
| 90 | 0,08 | 0,16 | 0,36 | 0,73 | 1,39 |
| | 0,76 | 0,92 | 1,13 | 1,37 | 1,62 |
| 95 | 0,08 | 0,17 | 0,37 | 0,75 | 1,43 |
| | 0,79 | 0,95 | 1,17 | 1,41 | 1,67 |
| 100 | 0,08 | 0,17 | 0,38 | 0,77 | 1,47 |
| | 0,81 | 0,98 | 1,20 | 1,45 | 1,72 |
| 105 | 0,09 | 0,18 | 0,39 | 0,79 | 1,51 |
| | 0,83 | 1,01 | 1,24 | 1,49 | 1,77 |
| 110 | 0,09 | 0,18 | 0,40 | 0,81 | 1,55 |
| | 0,86 | 1,04 | 1,27 | 1,53 | 1,82 |
| 115 | 0,09 | 0,19 | 0,41 | 0,83 | 1,59 |
| | 0,88 | 1,06 | 1,30 | 1,57 | 1,86 |
| 120 | 0,09 | 0,19 | 0,42 | 0,86 | 1,63 |
| | 0,90 | 1,09 | 1,34 | 1,61 | 1,91 |
| 125 | 0,10 | 0,20 | 0,43 | 0,88 | 1,67 |
| | 0,92 | 1,11 | 1,37 | 1,65 | 1,96 |
| 130 | 0,10 | 0,20 | 0,44 | 0,90 | 1,71 |
| | 0,94 | 1,14 | 1,40 | 1,69 | 2,00 |
| 135 | 0,10 | 0,21 | 0,45 | 0,92 | 1,75 |
| | 0,96 | 1,16 | 1,43 | 1,72 | 2,04 |
| 140 | 0,10 | 0,21 | 0,46 | 0,93 | 1,78 |
| | 0,98 | 1,19 | 1,46 | 1,76 | 2,09 |
| 145 | 0,10 | 0,21 | 0,47 | 0,95 | 1,82 |
| | 1,00 | 1,21 | 1,49 | 1,80 | 2,13 |
| 150 | 0,11 | 0,22 | 0,48 | 0,97 | 1,86 |
| | 1,02 | 1,24 | 1,52 | 1,83 | 2,17 |

## TUBI MULTISTRATO - T = 50°C
### Portate in relazione al carico unitario (J)

| De x S | 16x2,25 | 20x2,5 | 26x3 | 32x3 | 40x3,5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Di | 11,5 | 15 | 20 | 26 | 33 |
| J | | | G [l/s] | | |
| mm c.a./m | | | v [m/s] | | |
| 20 | 0,04 | 0,08 | 0,17 | 0,35 | 0,67 |
| | 0,37 | 0,45 | 0,55 | 0,66 | 0,78 |
| 25 | 0,04 | 0,09 | 0,20 | 0,40 | 0,76 |
| | 0,42 | 0,51 | 0,62 | 0,75 | 0,89 |
| 30 | 0,05 | 0,10 | 0,22 | 0,44 | 0,84 |
| | 0,46 | 0,56 | 0,69 | 0,83 | 0,99 |
| 35 | 0,05 | 0,11 | 0,24 | 0,48 | 0,92 |
| | 0,51 | 0,61 | 0,75 | 0,91 | 1,08 |
| 40 | 0,06 | 0,12 | 0,26 | 0,52 | 1,00 |
| | 0,55 | 0,66 | 0,81 | 0,98 | 1,16 |
| 45 | 0,06 | 0,13 | 0,27 | 0,56 | 1,06 |
| | 0,59 | 0,71 | 0,87 | 1,05 | 1,24 |
| 50 | 0,06 | 0,13 | 0,29 | 0,59 | 1,13 |
| | 0,62 | 0,75 | 0,92 | 1,11 | 1,32 |
| 55 | 0,07 | 0,14 | 0,31 | 0,62 | 1,19 |
| | 0,66 | 0,79 | 0,98 | 1,18 | 1,40 |
| 60 | 0,07 | 0,15 | 0,32 | 0,66 | 1,25 |
| | 0,69 | 0,84 | 1,03 | 1,24 | 1,47 |
| 65 | 0,08 | 0,15 | 0,34 | 0,69 | 1,31 |
| | 0,72 | 0,87 | 1,07 | 1,29 | 1,54 |
| 70 | 0,08 | 0,16 | 0,35 | 0,72 | 1,37 |
| | 0,75 | 0,91 | 1,12 | 1,35 | 1,60 |
| 75 | 0,08 | 0,17 | 0,37 | 0,75 | 1,43 |
| | 0,78 | 0,95 | 1,17 | 1,41 | 1,67 |
| 80 | 0,08 | 0,17 | 0,38 | 0,77 | 1,48 |
| | 0,81 | 0,98 | 1,21 | 1,46 | 1,73 |
| 85 | 0,09 | 0,18 | 0,39 | 0,80 | 1,53 |
| | 0,84 | 1,02 | 1,25 | 1,51 | 1,79 |
| 90 | 0,09 | 0,19 | 0,41 | 0,83 | 1,58 |
| | 0,87 | 1,05 | 1,29 | 1,56 | 1,85 |
| 95 | 0,09 | 0,19 | 0,42 | 0,85 | 1,63 |
| | 0,90 | 1,09 | 1,33 | 1,61 | 1,91 |
| 100 | 0,10 | 0,20 | 0,43 | 0,88 | 1,68 |
| | 0,92 | 1,12 | 1,37 | 1,66 | 1,96 |
| 105 | 0,10 | 0,20 | 0,44 | 0,90 | 1,73 |
| | 0,95 | 1,15 | 1,41 | 1,70 | 2,02 |
| 110 | 0,10 | 0,21 | 0,46 | 0,93 | 1,77 |
| | 0,98 | 1,18 | 1,45 | 1,75 | 2,07 |
| 115 | 0,10 | 0,21 | 0,47 | 0,95 | 1,82 |
| | 1,00 | 1,21 | 1,49 | 1,79 | 2,13 |
| 120 | 0,11 | 0,22 | 0,48 | 0,98 | 1,86 |
| | 1,03 | 1,24 | 1,52 | 1,84 | 2,18 |
| 125 | 0,11 | 0,22 | 0,49 | 1,00 | 1,91 |
| | 1,05 | 1,27 | 1,56 | 1,88 | 2,23 |
| 130 | 0,11 | 0,23 | 0,50 | 1,02 | 1,95 |
| | 1,07 | 1,30 | 1,60 | 1,92 | 2,28 |
| 135 | 0,11 | 0,23 | 0,51 | 1,04 | 1,99 |
| | 1,10 | 1,33 | 1,63 | 1,97 | 2,33 |
| 140 | 0,12 | 0,24 | 0,52 | 1,07 | 2,04 |
| | 1,12 | 1,36 | 1,66 | 2,01 | 2,38 |
| 145 | 0,12 | 0,24 | 0,53 | 1,09 | 2,08 |
| | 1,14 | 1,38 | 1,70 | 2,05 | 2,43 |
| 150 | 0,12 | 0,25 | 0,54 | 1,11 | 2,12 |
| | 1,17 | 1,41 | 1,73 | 2,09 | 2,48 |

## TUBI IN PEX - T = 10°C

### Portate in relazione al carico unitario (J)

| De | 12 | 15 | 18 | 22 | 28 |
|---|---|---|---|---|---|
| Di | 9,6 | 12,6 | 15,6 | 19 | 25 |
| J | | | G [l/s] | | |
| mm c.a./m | | | v [m/s] | | |
| 20 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,08 | 0,11 |
| | 0,33 | 0,35 | 0,38 | 0,41 | 0,45 |
| 25 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,13 |
| | 0,37 | 0,40 | 0,43 | 0,46 | 0,51 |
| 30 | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,14 |
| | 0,41 | 0,44 | 0,48 | 0,52 | 0,56 |
| 35 | 0,05 | 0,06 | 0,09 | 0,11 | 0,16 |
| | 0,45 | 0,49 | 0,52 | 0,56 | 0,61 |
| 40 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,12 | 0,17 |
| | 0,48 | 0,52 | 0,56 | 0,61 | 0,66 |
| 45 | 0,05 | 0,07 | 0,10 | 0,13 | 0,18 |
| | 0,52 | 0,56 | 0,60 | 0,65 | 0,71 |
| 50 | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,14 | 0,19 |
| | 0,55 | 0,60 | 0,64 | 0,69 | 0,75 |
| 55 | 0,06 | 0,08 | 0,11 | 0,15 | 0,20 |
| | 0,58 | 0,63 | 0,68 | 0,73 | 0,79 |
| 60 | 0,06 | 0,09 | 0,12 | 0,15 | 0,21 |
| | 0,61 | 0,66 | 0,71 | 0,77 | 0,83 |
| 65 | 0,07 | 0,09 | 0,12 | 0,16 | 0,22 |
| | 0,64 | 0,69 | 0,74 | 0,80 | 0,87 |
| 70 | 0,07 | 0,10 | 0,13 | 0,17 | 0,23 |
| | 0,67 | 0,72 | 0,78 | 0,84 | 0,91 |
| 75 | 0,07 | 0,10 | 0,13 | 0,18 | 0,24 |
| | 0,69 | 0,75 | 0,81 | 0,87 | 0,95 |
| 80 | 0,08 | 0,10 | 0,14 | 0,18 | 0,25 |
| | 0,72 | 0,78 | 0,84 | 0,90 | 0,98 |
| 85 | 0,08 | 0,11 | 0,14 | 0,19 | 0,26 |
| | 0,74 | 0,81 | 0,87 | 0,94 | 1,02 |
| 90 | 0,08 | 0,11 | 0,15 | 0,19 | 0,27 |
| | 0,77 | 0,83 | 0,90 | 0,97 | 1,05 |
| 95 | 0,08 | 0,11 | 0,15 | 0,20 | 0,28 |
| | 0,79 | 0,86 | 0,92 | 1,00 | 1,08 |
| 100 | 0,09 | 0,12 | 0,16 | 0,21 | 0,28 |
| | 0,82 | 0,88 | 0,95 | 1,03 | 1,12 |
| 105 | 0,09 | 0,12 | 0,16 | 0,21 | 0,29 |
| | 0,84 | 0,91 | 0,98 | 1,06 | 1,15 |
| 110 | 0,09 | 0,12 | 0,16 | 0,22 | 0,30 |
| | 0,86 | 0,93 | 1,01 | 1,08 | 1,18 |
| 115 | 0,09 | 0,13 | 0,17 | 0,22 | 0,31 |
| | 0,88 | 0,96 | 1,03 | 1,11 | 1,21 |
| 120 | 0,10 | 0,13 | 0,17 | 0,23 | 0,32 |
| | 0,91 | 0,98 | 1,06 | 1,14 | 1,24 |
| 125 | 0,10 | 0,13 | 0,18 | 0,23 | 0,32 |
| | 0,93 | 1,01 | 1,08 | 1,17 | 1,27 |
| 130 | 0,10 | 0,14 | 0,18 | 0,24 | 0,33 |
| | 0,95 | 1,03 | 1,11 | 1,19 | 1,30 |
| 135 | 0,10 | 0,14 | 0,18 | 0,24 | 0,34 |
| | 0,97 | 1,05 | 1,13 | 1,22 | 1,33 |
| 140 | 0,10 | 0,14 | 0,19 | 0,25 | 0,34 |
| | 0,99 | 1,07 | 1,15 | 1,24 | 1,35 |
| 145 | 0,11 | 0,15 | 0,19 | 0,26 | 0,35 |
| | 1,01 | 1,09 | 1,18 | 1,27 | 1,38 |
| 150 | 0,11 | 0,15 | 0,20 | 0,26 | 0,36 |
| | 1,03 | 1,12 | 1,20 | 1,29 | 1,41 |

## TUBI PEX - T = 50°C

### Portate in relazione al carico unitario (J)

| De | 12 | 15 | 18 | 22 | 28 |
|---|---|---|---|---|---|
| Di | 9,6 | 12,6 | 15,6 | 19 | 25 |
| J | | | G [l/s] | | |
| mm c.a./m | | | v [m/s] | | |
| 20 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,13 |
| | 0,37 | 0,40 | 0,43 | 0,47 | 0,51 |
| 25 | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,11 | 0,15 |
| | 0,42 | 0,46 | 0,49 | 0,53 | 0,58 |
| 30 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,12 | 0,16 |
| | 0,47 | 0,51 | 0,55 | 0,59 | 0,64 |
| 35 | 0,05 | 0,07 | 0,10 | 0,13 | 0,18 |
| | 0,51 | 0,55 | 0,60 | 0,64 | 0,70 |
| 40 | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,14 | 0,19 |
| | 0,55 | 0,60 | 0,64 | 0,69 | 0,75 |
| 45 | 0,06 | 0,08 | 0,11 | 0,15 | 0,21 |
| | 0,59 | 0,64 | 0,69 | 0,74 | 0,81 |
| 50 | 0,07 | 0,09 | 0,12 | 0,16 | 0,22 |
| | 0,63 | 0,68 | 0,73 | 0,79 | 0,86 |
| 55 | 0,07 | 0,10 | 0,13 | 0,17 | 0,23 |
| | 0,66 | 0,72 | 0,77 | 0,83 | 0,91 |
| 60 | 0,07 | 0,10 | 0,13 | 0,18 | 0,24 |
| | 0,70 | 0,75 | 0,81 | 0,87 | 0,95 |
| 65 | 0,08 | 0,10 | 0,14 | 0,18 | 0,25 |
| | 0,73 | 0,79 | 0,85 | 0,92 | 1,00 |
| 70 | 0,08 | 0,11 | 0,14 | 0,19 | 0,26 |
| | 0,76 | 0,82 | 0,89 | 0,96 | 1,04 |
| 75 | 0,08 | 0,11 | 0,15 | 0,20 | 0,28 |
| | 0,79 | 0,86 | 0,92 | 0,99 | 1,08 |
| 80 | 0,09 | 0,12 | 0,16 | 0,21 | 0,29 |
| | 0,82 | 0,89 | 0,96 | 1,03 | 1,12 |
| 85 | 0,09 | 0,12 | 0,16 | 0,21 | 0,30 |
| | 0,85 | 0,92 | 0,99 | 1,07 | 1,16 |
| 90 | 0,09 | 0,13 | 0,17 | 0,22 | 0,31 |
| | 0,88 | 0,95 | 1,02 | 1,10 | 1,20 |
| 95 | 0,10 | 0,13 | 0,17 | 0,23 | 0,31 |
| | 0,90 | 0,98 | 1,05 | 1,14 | 1,24 |
| 100 | 0,10 | 0,13 | 0,18 | 0,24 | 0,32 |
| | 0,93 | 1,01 | 1,09 | 1,17 | 1,27 |
| 105 | 0,10 | 0,14 | 0,18 | 0,24 | 0,33 |
| | 0,96 | 1,04 | 1,12 | 1,20 | 1,31 |
| 110 | 0,10 | 0,14 | 0,19 | 0,25 | 0,34 |
| | 0,98 | 1,07 | 1,15 | 1,24 | 1,35 |
| 115 | 0,11 | 0,15 | 0,19 | 0,26 | 0,35 |
| | 1,01 | 1,09 | 1,18 | 1,27 | 1,38 |
| 120 | 0,11 | 0,15 | 0,20 | 0,26 | 0,36 |
| | 1,03 | 1,12 | 1,21 | 1,30 | 1,41 |
| 125 | 0,11 | 0,15 | 0,20 | 0,27 | 0,37 |
| | 1,06 | 1,15 | 1,23 | 1,33 | 1,45 |
| 130 | 0,11 | 0,16 | 0,21 | 0,27 | 0,38 |
| | 1,08 | 1,17 | 1,26 | 1,36 | 1,48 |
| 135 | 0,12 | 0,16 | 0,21 | 0,28 | 0,38 |
| | 1,10 | 1,20 | 1,29 | 1,39 | 1,51 |
| 140 | 0,12 | 0,16 | 0,21 | 0,29 | 0,39 |
| | 1,13 | 1,22 | 1,32 | 1,42 | 1,54 |
| 145 | 0,12 | 0,17 | 0,22 | 0,29 | 0,40 |
| | 1,15 | 1,25 | 1,34 | 1,45 | 1,58 |
| 150 | 0,12 | 0,17 | 0,22 | 0,30 | 0,41 |
| | 1,17 | 1,27 | 1,37 | 1,48 | 1,61 |

# Riduttori di pressione PN 40

***Serie 5360***
*Riduttore di pressione **di primo stadio**.*
*Pressione di taratura a valle: **da 10 a 15 bar**.*
*Con manometro inox in bagno di glicerina: **0÷25 bar**.*
*Attacchi: 1/2"÷1 1/4" M a bocchettone.*

- ✓ *Riducono e stabilizzano la pressione in entrata dalla rete pubblica, in genere troppo elevata e variabile per un utilizzo domestico.*
- ✓ *Cartuccia estraibile per consentire operazioni periodiche di pulizia e manutenzione.*

## *RAPPORTO DI RIDUZIONE*

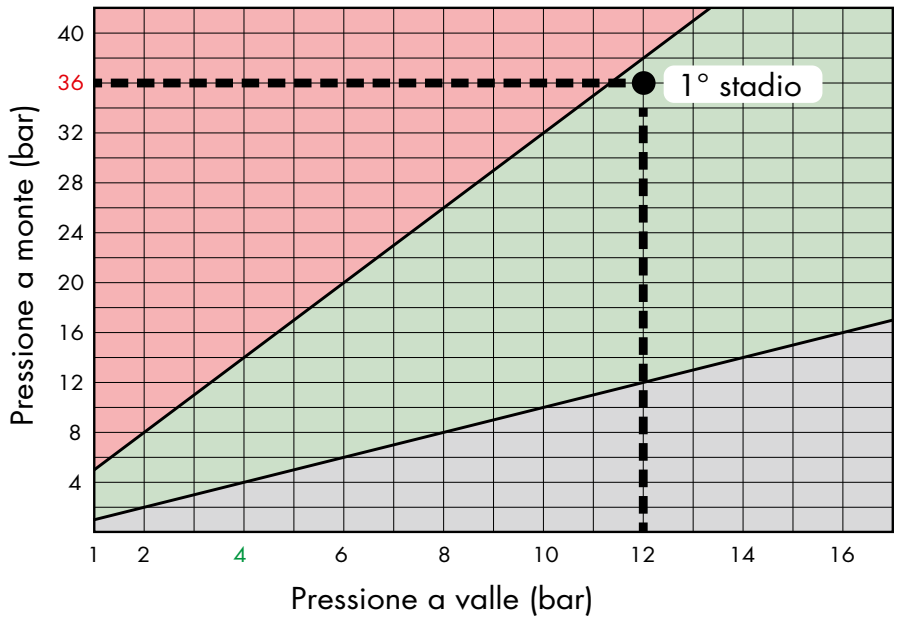
*Per evitare l'insorgere dei fenomeni di cavitazione all'interno del componente si consiglia di mantenere il rapporto tra la pressione massima di monte e la pressione regolata di valle ad un valore non superiore a 3. Dovendo ad esempio ridurre da un valore di pressione a monte di 36 bar ad un valore a valle di 4 bar, il dimensionamento corretto prevede l'utilizzo di due riduttori di pressione in serie.*

*AREA ROSSA: il rapporto di riduzione tra monte e valle risulta essere troppo elevato e quindi l'insorgere del fenomeno di cavitazione è molto probabile.*

*AREA VERDE: il riduttore lavora con un rapporto di riduzione corretto e quindi in assenza di fenomeni di cavitazione.*

*AREA GRIGIA: è l'area ove il funzionamento del riduttore non è possibile in quanto la pressione di monte risulta più bassa della pressione di valle (ridotta).*

*Il riduttore di primo stadio tarato a 12 bar con un rapporto di riduzione di 3 (36/12).*



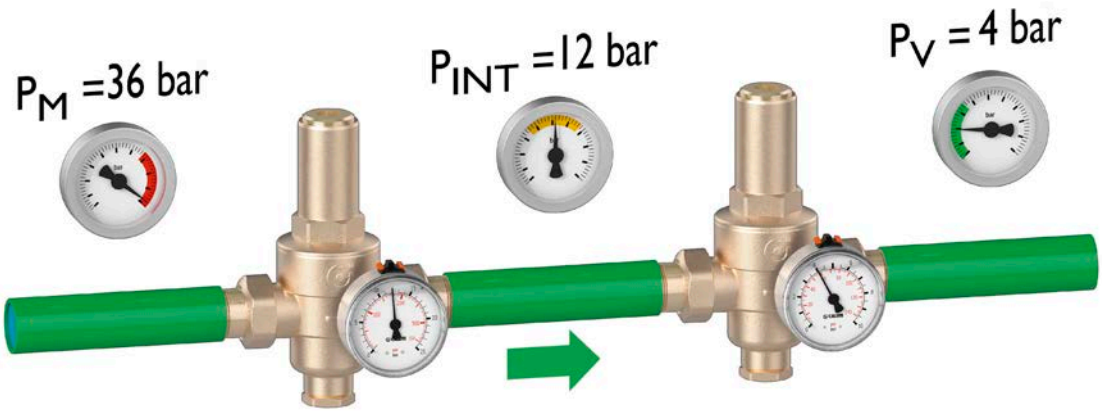
# Riduttori di pressione PN 40

## Serie 5360

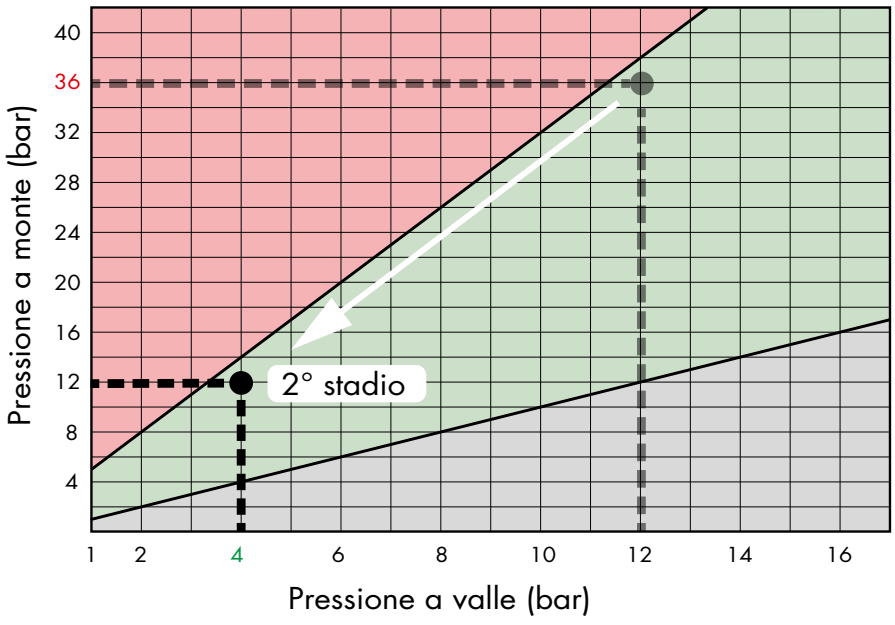
*Riduttore di pressione **di secondo stadio**.*
*Pressione di taratura a valle: **da 0,5 a 6 bar**.*
*Con manometro inox in bagno di glicerina: **0÷10 bar**.*
*Attacchi: 1/2"÷1 1/4" M a bocchettone.*

✓ *Dispositivo blocco taratura antimanomissione opzionale.*

**Software di dimensionamento disponibile su www.caleffi.it., Apple Store e Google play.**




*Il riduttore di secondo stadio tarato a 4 bar con un rapporto di riduzione di 3 (12/4).*



# Miscelatore elettronico con disinfezione termica

## Serie 6000

### Caratteristiche tecniche

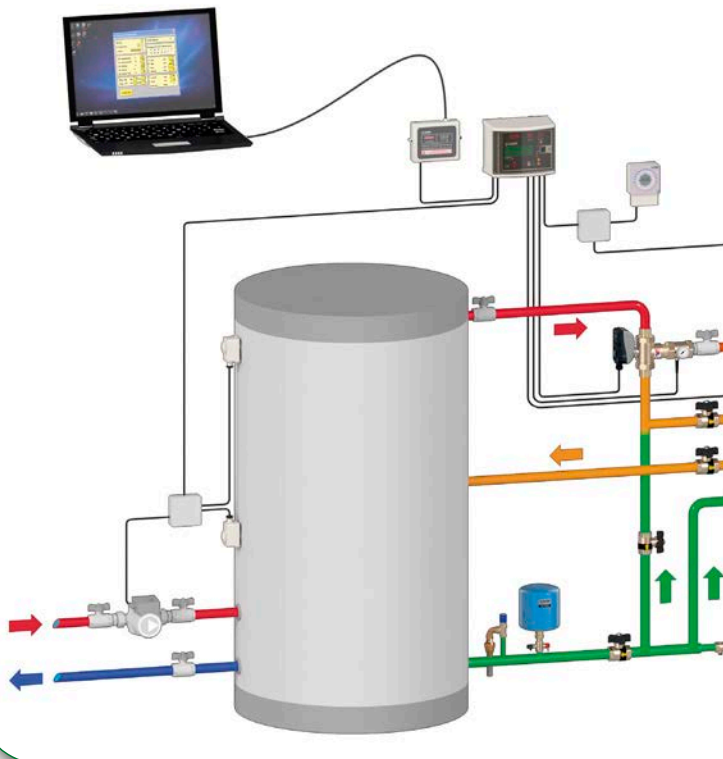
| | |
|---|---|
| Pressione massima d'esercizio: | 10 bar |
| Temperatura massima ingresso: | 100°C |
| Temperatura disinfezione: | 40÷85°C |
| Attacchi: | 3/4"÷2" |
| | DN 65-DN 80 |

### Funzionamento

*Il miscelatore elettronico viene utilizzato negli impianti centralizzati per la produzione e distribuzione di acqua calda ad uso sanitario.*
*La sua funzione è quella di garantire e mantenere la temperatura dell'acqua calda sanitaria distribuita all'utenza al variare delle condizioni di temperatura e pressione di alimentazione dell'acqua calda e fredda in ingresso oppure della portata prelevata.*

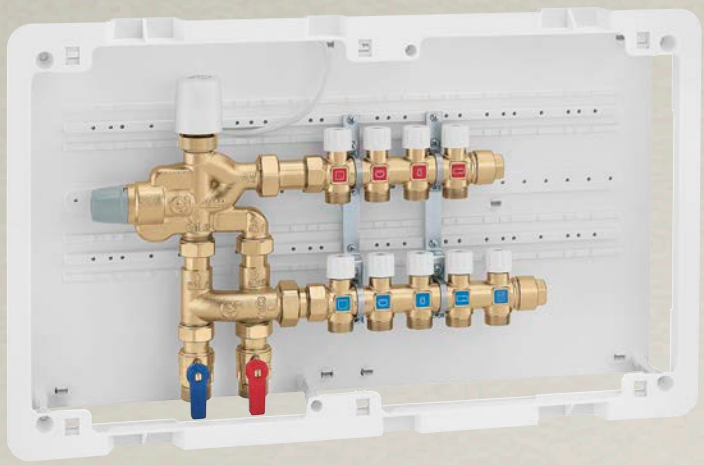
*Le notizie di cronaca di questi giorni mostrano come il pericolo legionellosi sia ancora attuale nel nostro paese. A Milano è scattato il piano anti-legionellosi dopo che in pochi giorni sei persone sono state infettate dal batterio-killer e si conta già un morto. La legionellosi è un'infezione causata da un batterio chiamato legionella e colpisce l'apparato respiratorio. L'habitat perfetto del batterio è l'acqua calda, in particolare se la temperatura è compresa fra i 25 e i 45°C.*

*Per scongiurare il rischio che il virus prolifichi è necessario evitare di installare tubazioni con tratti terminali ciechi e ristagni d'acqua; negli impianti di produzione centralizzati di acqua calda per uso sanitario con accumulo, per poter prevenire la proliferazione del pericoloso batterio Legionella, è necessario accumulare l'acqua calda ad una temperatura non inferiore a 60°C. A questa temperatura si ha la certezza di inibire totalmente la proliferazione del batterio. Inoltre, non solo l'accumulo ma anche tutta la rete di distribuzione necessita dell'operazione di disinfezione termica ad intervalli periodici. In caso contrario anche in essa si formerebbe velocemente il batterio.*



## Gruppo per controllo temperatura e disinfezione termica

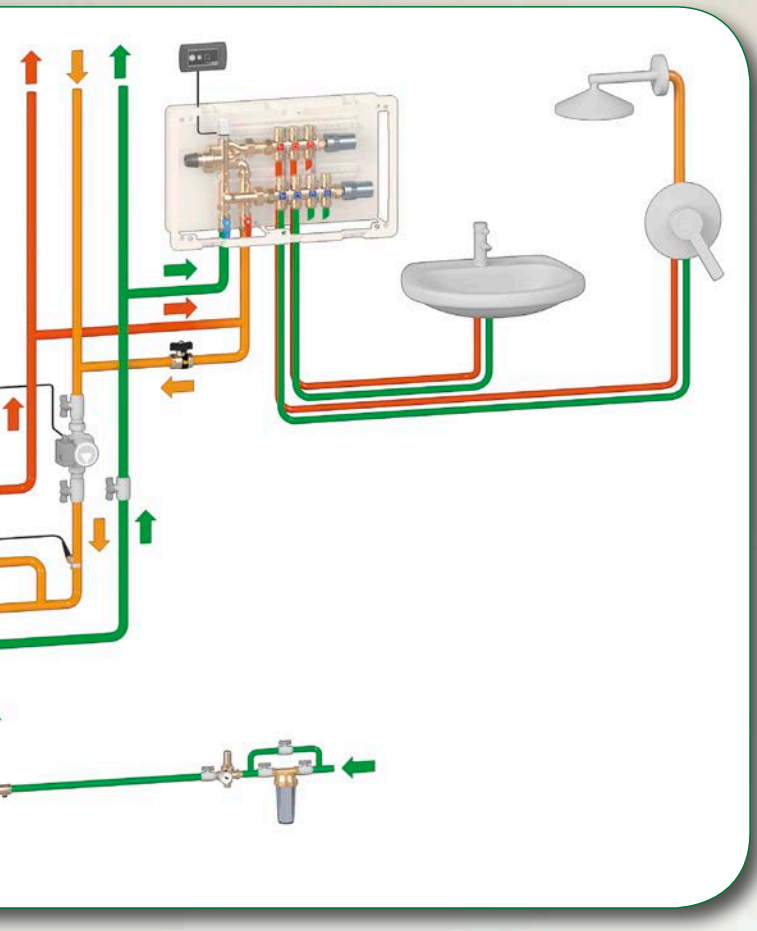
### Serie 6005



**Caratteristiche tecniche**

| | |
|---|---|
| Pressione massima d'esercizio: | 10 bar |
| Temperatura massima ingresso: | 85°C |
| Temperatura disinfezione: | 30÷50°C |
| Taratura di fabbrica: | 43°C |
| Attacchi: | 3/4" |
| Derivazioni: | 3 fredda e 2 calda |
| | 4 fredda e 3 calda |
| | 5 fredda e 4 calda |

Prestazioni a norma NF 079 doc. 8, EN 1111 e EN 1287.



## Ammortizzatore del colpo d'ariete

### Serie 525 ANTISHOCK

**Caratteristiche tecniche**

| | |
|---|---|
| Pressione max d'esercizio: | 10 bar |
| Temperatura max d'esercizio: | 90°C |
| Pressione max colpo d'ariete: | 50 bar |
| Attacchi: | 1/2" M |

Filetto a tenuta PTFE

Versione per sottolavelli, sottolavabi e lavatrici (3/4").
Attacchi:
- calotta 3/8" F x 3/8" M
- calotta 3/4" F x 3/4" M

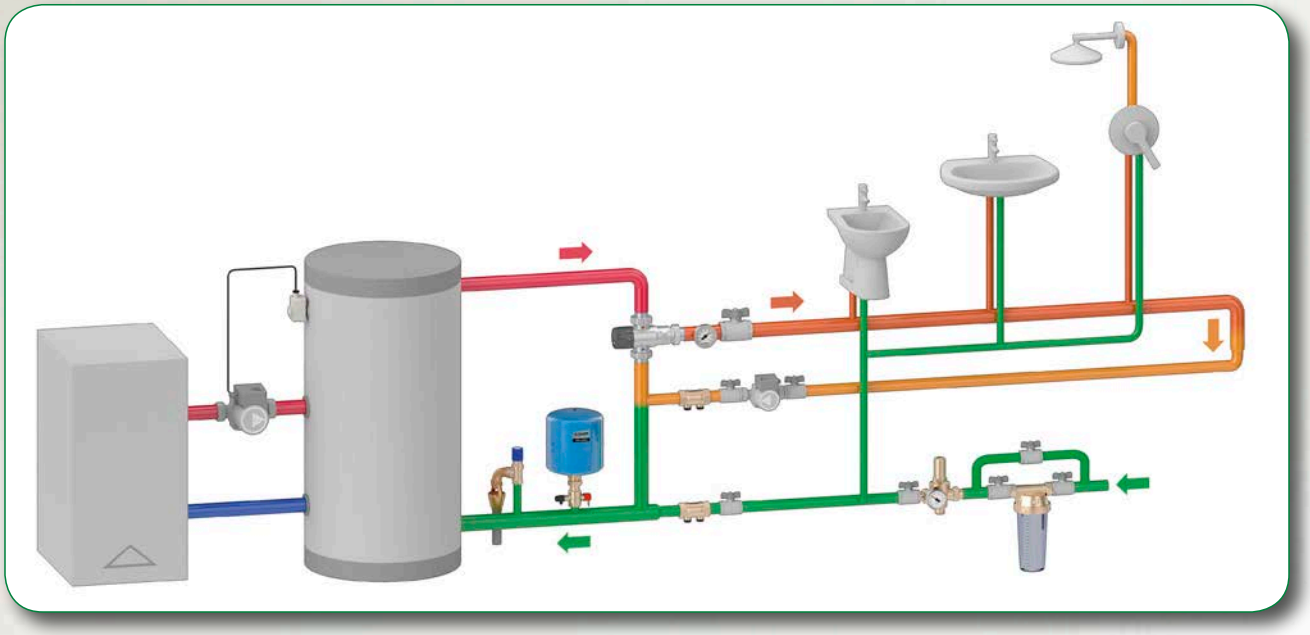
# Miscelatore termostatico anticalcare per piccole utenze

**Serie 521**

*Miscelatore termostatico anticalcare, regolabile.*
*Corpo in lega antidezincificazione. Cromato.*
*Pmax d'esercizio: 14 bar.*
*Tmax ingresso: 85°C.*
*Certificato a norma EN 1287.*
*Attacchi 1/2" e 3/4" M a bocchettone.*

- ✓ *Adatto negli impianti di produzione di acqua calda per uso igienico sanitario*
- ✓ *Mantiene costante, al valore impostato, la temperatura dell'acqua miscelata inviata all'utenza al variare delle condizioni di temperatura e di pressione di alimentazione dell'acqua calda e fredda in ingresso oppure della portata prelevata*
- ✓ *Possono essere installati per controllare la temperatura sia per utenze singole (es. lavabo, bidet, doccia) che per utenze multiple*
- ✓ *Disponibili anche con raccordi completi di filtri e valvole di ritegno sugli ingressi dell'acqua calda e fredda*
- ✓ *Bloccaggio della regolazione temperatura*

**Software di dimensionamento disponibile su www.caleffi.it., Apple Store e Google play.**



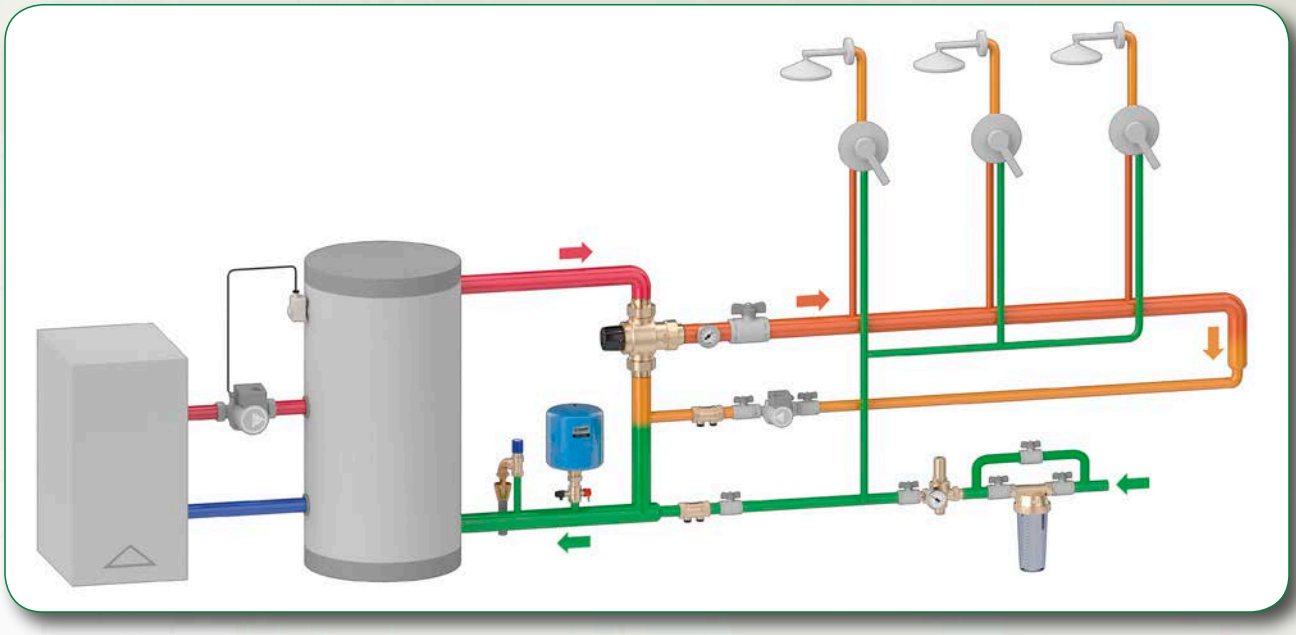
# Miscelatore termostatico per impianti centralizzati

***Serie 5231***

*Miscelatore termostatico regolabile, per impianti centralizzati.*
*Corpo in lega antidezincificazione.*
*Regolatore interno anticalcare in tecnopolimero.*
*Pmax d'esercizio: 14 bar.*
*Tmax ingresso: 90°C.*
*Attacchi 1/2"÷2" M a bocchettone.*

- ✓ *Adatto negli impianti di produzione di acqua calda per uso igienico sanitario*
- ✓ *Appositamente realizzato per impianti con necessità di portate elevate, quali ad esempio gli impianti centralizzati oppure i gruppi di utenze uguali*
- ✓ *Buona precisione e stabilità di regolazione della temperatura, soprattutto a fronte di variazioni della portata prelevata dall'utenza*
- ✓ *Possono essere installati in impianti centralizzati con molteplicità di utenza oppure per il controllo di gruppi di utenze, quali gruppi docce, gruppi lavabi, ecc.*
- ✓ *Bloccaggio della regolazione temperatura*

**Software di dimensionamento disponibile su www.caleffi.it., Apple Store e Google play.**



# Gruppo di controllo temperatura acqua calda sanitaria

**Software di dimensionamento disponibile su www.caleffi.it., Apple Store e Google play.**

### *Serie 5200*

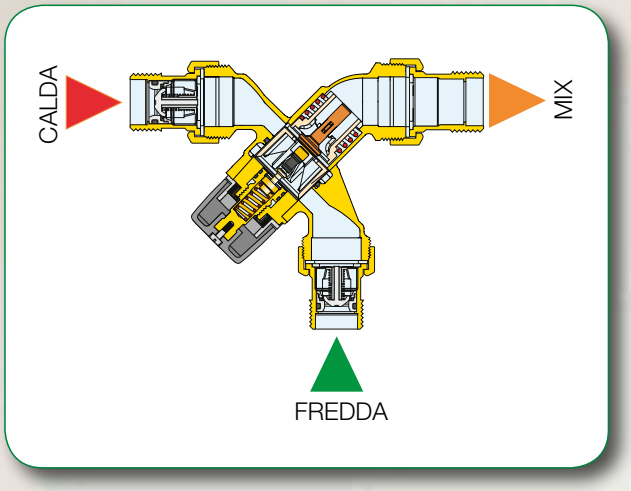
*Gruppo di controllo temperatura acqua calda sanitaria **al punto di utilizzo**.*
*Composto da:*
*- miscelatore termostatico con funzione di chiusura termica,*
*- ritegni in ingresso acqua calda e acqua fredda.*

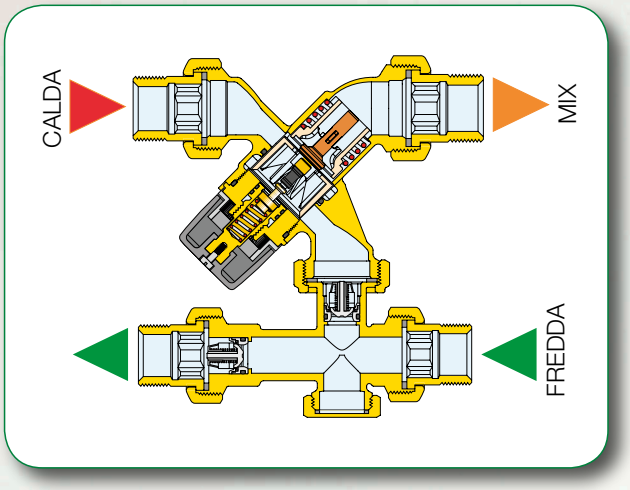
*Pmax d'esercizio: 10 bar.*
*Tmax ingresso: 90°C.*
*Attacchi 1/2", 3/4" e 1" M a bocchettone.*

### *Serie 5201*

*Gruppo di controllo temperatura acqua calda sanitaria **al punto di distribuzione**.*
*Composto da:*
*- miscelatore termostatico con funzione di chiusura termica,*
*- tee per collegamento acqua fredda completo di ritegni.*

*Pmax d'esercizio: 10 bar.*
*Tmax ingresso: 90°C.*
*Attacchi 3/4" e 1" M a bocchettone.*




- ✓ *Miscelatore termostatico ad elevate prestazioni, con funzione di chiusura termica*
- ✓ *Comprensivo dei ritegni che permettono il corretto funzionamento del miscelatore in presenza del ricircolo*
- ✓ *Bloccaggio della regolazione temperatura*

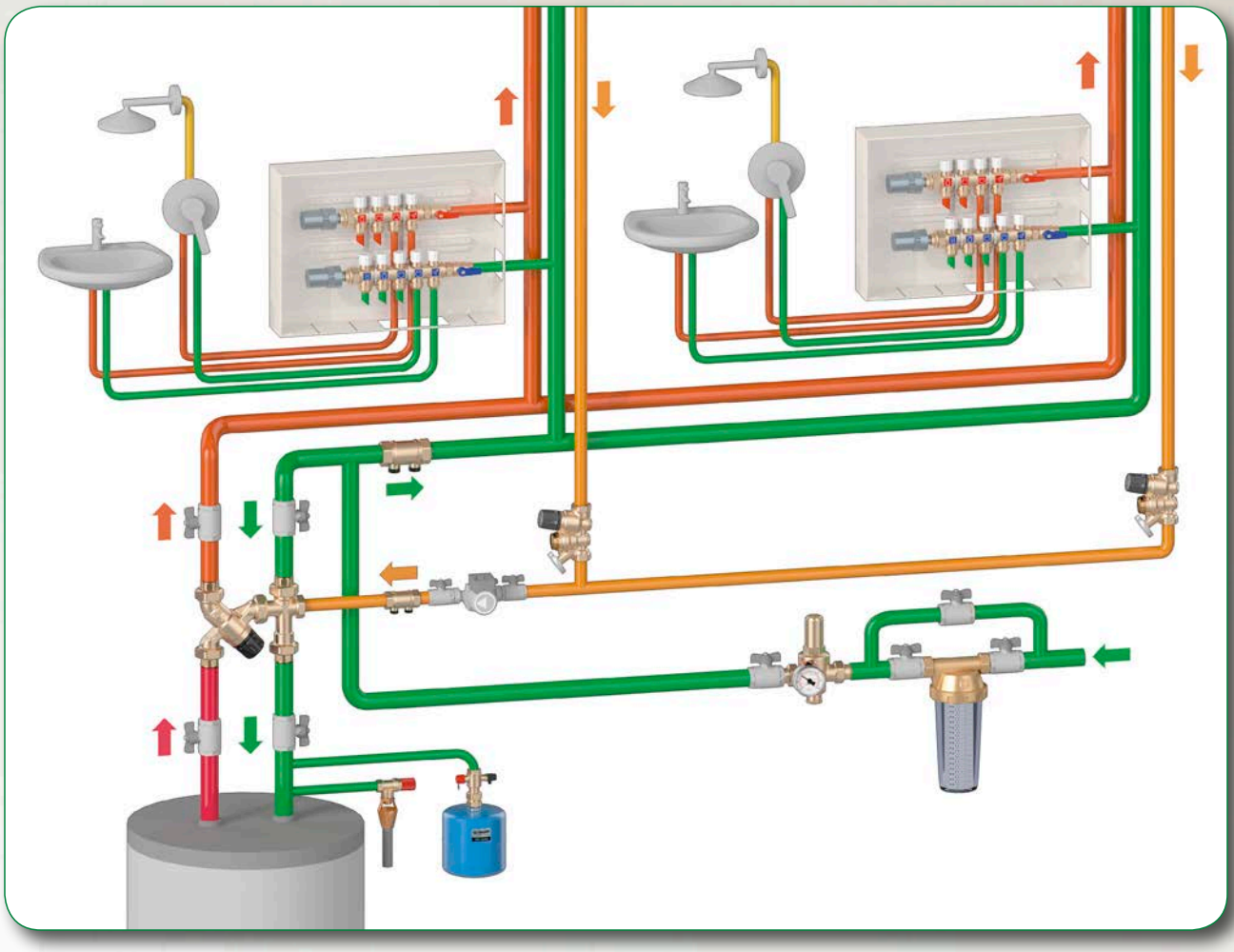
# Regolatore termostatico multifunzione

***Serie 116***

*Regolatore termostatico per circuiti di ricircolo acqua calda sanitaria.* ***Completo di funzione disinfezione termica automatica termostatica.***
***Con termometro per verifica temperatura circuito.***
*Corpo in lega "low lead" antidezincificazione.*
*Pmax d'esercizio: 10 bar.*
*Campo regolazione temperatura: 35÷60°C.*
*Temperatura di disinfezione: 70°C.*
*Attacchi 1/2" e 3/4" F.*

***Serie 116***

*Regolatore termostatico per circuiti di ricircolo acqua calda sanitaria.* ***Predisposto per funzione disinfezione termica automatica o comandata.***
***Con pozzetto per termometro.***
*Corpo in lega "low lead" antidezincificazione.*
*Pmax d'esercizio: 10 bar.*
*Campo regolazione temperatura: 35÷60°C.*
*Attacchi 1/2" e 3/4" F.*



www.andcommunication.it

# Questi riduttori non temono pressioni elevate

## Riduttori di pressione serie 5360 PN 40

- Disponibili in due versioni: con campo di taratura 10÷15 bar (primo stadio) e 0,5÷6 bar (secondo stadio)
- Utilizzati correttamente permettono di ridurre le pressioni di ingresso fino a 40 bar senza fenomeni di cavitazione
- Completi di manometri inox in bagno di glicerina
- Abbinabili al dispositivo di blocco taratura per evitare manomissioni

**Proteggere l'impianto per proteggere l'acqua**

Idrosanitario

www.caleffi.com

CALEFFI
Hydronic Solutions