

Le perdite di carico negli impianti

Il dimensionamento dei miscelatori



G. CALEFFI



Direttore responsabile:
Marco Caleffi

Responsabile di Redazione:
Fabrizio Guidetti

Hanno collaborato a questo
numero: Mario Doninelli,
Marco Doninelli
Claudio Ardizzoia

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

Editore:
Poligrafica Moderna S.p.A. Novara

Stampa:
Poligrafica Moderna S.p.A. 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 Introduzione

4 Le perdite di carico negli impianti ad acqua e aria

Perdite di carico nei tubi che convogliano acqua
Formule di calcolo perdite di carico continue

7 Tabelle e diagrammi perdite di carico continue

8 Esempio tabella proposta per perdite di carico continue - tubi in acciaio

9 Esempio diagramma proposto per perdite di carico continue - tubi in acciaio

10 Formule di calcolo perdite di carico localizzate Tabelle perdite di carico localizzate

11 Esempio tabella proposta per la determinazione delle perdite di carico localizzate

12 Perdite di carico nei condotti che convogliano aria Formule di calcolo perdite di carico continue

13 Tabelle e diagrammi perdite di carico continue

15 Esempio diagramma proposto per perdite di carico continue - condotti circolari lisci

16 Esempio prima tabella proposta per determinare i diametri equivalenti dei condotti rettangolari

17 Perdite di carico localizzate - Formule di calcolo Perdite di carico localizzate - Tabelle

18 Esempio tabella proposta con valori dei coefficienti ξ canali circolari - derivazioni e confluenze

19 Esempio tabella proposta con valori delle perdite di carico localizzate

20 Dimensionamento dei miscelatori per acqua calda sanitaria

22 Miscelatori termostatici per piccole utenze

23 Dimensionamento

24 Miscelatori termostatici per medie e grandi utenze

25 Dimensionamento

26 Miscelatori termostatici periferici antiscottatura Dimensionamento

28 Miscelatori elettronici con disinfezione termica Dimensionamento

30 Lettera alla Caleffi

32 Miscelatori termostatici per impianti solari

34 Dispositivi di separazione e sfogo aria per impianti solari

35 Valvole di sicurezza temperatura e pressione per impianti solari

LE PERDITE DI CARICO NEGLI IMPIANTI AD ACQUA E ARIA E IL DIMENSIONAMENTO DEI MISCELATORI PER ACQUA CALDA SANITARIA

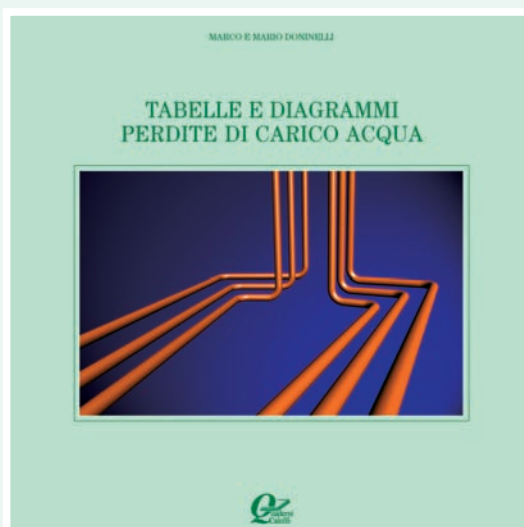
Ingg. Marco e Mario Doninelli dello studio S.T.C.

Il tema delle perdite di carico lo prenderemo in esame soprattutto **per rivedere e aggiornare dati e tabelle** (relativi alle perdite di carico dell'acqua) **riportati sul 1° Quaderno Caleffi**. Per rivedere e aggiornare, cioè, dati e tabelle che **si riferiscono ad una realtà commerciale di circa 15 anni fa**, e che pertanto considerano tubi ormai da tempo fuori produzione (ad es. quelli in acciaio dolce), mentre ne ignorano altri apparsi solo negli ultimi anni (ad es. quelli multistrato o in acciaio inox).

Nell'ambito di tale revisione, **estenderemo il discorso anche alle perdite di carico dei canali che convogliano aria**. Lo scopo è quello di **rendere disponibili tabelle e diagrammi delle perdite di carico per entrambi i fluidi di maggior interesse termotecnico**.

L'insieme delle nuove tabelle e dei nuovi diagrammi farà parte di un'apposita pubblicazione e sarà proposto sul sito *Internet Caleffi*.

L'argomento relativo ai miscelatori lo svolgeremo, invece, **per vedere come si dimensionano questi componenti** che stanno assumendo un ruolo sempre più importante nell'ambito della progettazione degli impianti idrosanitari. Ad essi, infatti, è ormai **affidato non solo il compito di regolare la temperatura dell'acqua calda, ma anche quello di provvedere alla sicurezza anticottatura e antilegionella** (ved. *Idraulica* 23). Presenteremo inoltre (sul sito *Internet Caleffi*) un apposito programma per rendere più facile e meno esposto ad errori il dimensionamento di questi componenti.



LE PERDITE DI CARICO NEGLI IMPIANTI AD ACQUA E ARIA

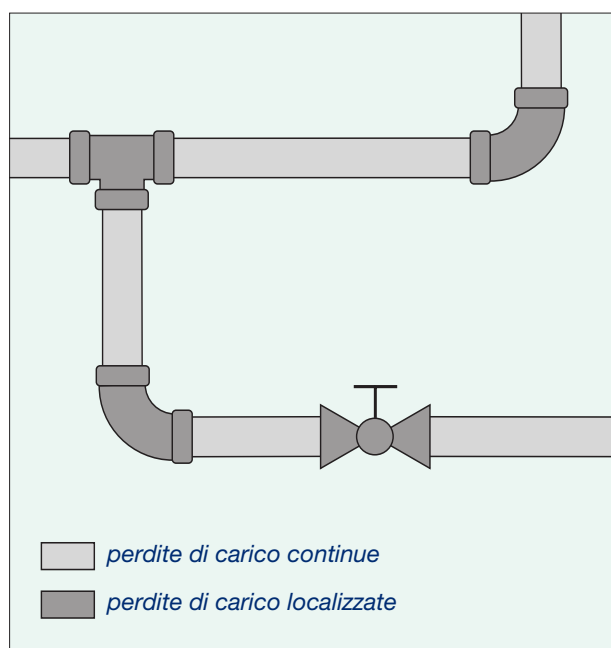
Sono perdite di pressione causate dalle resistenze che si oppongono al moto di un fluido. Conoscere il loro valore serve essenzialmente a:

1. **dimensionare i condotti che convogliano i fluidi;**
2. **determinare le caratteristiche delle pompe e dei ventilatori**, cioè dei mezzi che servono a mantenere in movimento i fluidi.

Le perdite di carico possono essere **continue** o **localizzate**:

- **quelle continue si manifestano lungo i tratti lineari dei condotti;**
- **quelle localizzate si manifestano, invece, in corrispondenza dei pezzi speciali** che fanno variare la direzione o la sezione di passaggio del fluido (ad es. riduzioni, derivazioni, raccordi, confluenze, valvole, filtri, ecc...).

Di seguito vedremo come possono essere determinate queste perdite.



Pur essendo la teoria di base uguale per tutti i fluidi, per evitare possibili confusioni, considereremo separatamente **il caso dei tubi che convogliano acqua da quello dei condotti che convogliano aria**.

PERDITE DI CARICO NEI TUBI CHE CONVOGLIANO ACQUA

Esamineremo dapprima come possono essere determinate le perdite di carico continue e poi quelle localizzate.

FORMULE DI CALCOLO PERDITE DI CARICO CONTINUE

Per ogni metro di tubo, le perdite di carico continue dell'acqua possono essere calcolate con la formula:

$$r = F_a \cdot \frac{1}{D} \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2} \quad (1)$$

dove:

- r = perdita di carico continua unitaria, Pa/m
- F_a = fattore di attrito, adimensionale
- $\rho^{(1)}$ = massa volumica dell'acqua, Kg/m³
- v = velocità media dell'acqua, m/s
- D = diametro interno del tubo, m

Noti il diametro del tubo, la velocità dell'acqua e la sua massa volumica, il solo parametro che risulta indeterminato è il **fattore di attrito**: fattore che dipende (1) **dal regime di moto del fluido**, e (2) **dalla rugosità dei tubi**.

Regime di moto del fluido

Può essere:

- **laminare**, quando le particelle del fluido hanno traiettorie ordinate e fra loro parallele (il moto è calmo e regolare);
- **turbolento**, quando le particelle del fluido si muovono in modo irregolare e variabile nel tempo (il moto è disordinato e instabile);
- **transitorio**, quando il moto non è chiaramente né laminare, né turbolento.

Nota⁽¹⁾ – per i valori della massa volumica e della viscosità cinematica dell'acqua ved. alle relative voci del 1° Quaderno Caleffi

Il regime di moto di un fluido è individuabile col **numero di Reynolds**:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \quad (2)$$

dove:

Re = numero di Reynolds, adimensionale

v = velocità media del fluido, m/s

D = diametro interno del tubo, m

$\nu^{(1)}$ = viscosità cinematica del fluido, m²/s

In relazione a tale numero, il moto del fluido può ritenersi:

- **laminare** per Re minore di **2.000**
- **transitorio** per Re compreso fra **2.000** e **2.500**
- **turbolento** per Re maggiore di **2.500**

Per quanto riguarda il calcolo delle perdite di carico, **il regime transitorio** - il cui campo di validità è molto limitato e non sempre risulta compreso con certezza nei limiti di cui sopra - è **generalmente assimilato a quello turbolento**: cioè al regime con maggior disordine e quindi con maggior perdite di carico.

Ponendo $Re = 2.000$ nella formula (2), è possibile ottenere la relazione (3) che consente il calcolo delle velocità (dette **critiche**) oltre le quali il moto non è più laminare.

$$v^* = \frac{2.000 \cdot \nu}{D} \quad (3)$$

Come è facile constatare, tali velocità sono **inversamente proporzionali** al diametro dei tubi: cioè sono più elevate coi tubi piccoli che con quelli grandi.

Tuttavia, anche per i tubi più piccoli (ved. tab. 1), **si tratta di velocità di gran lunga inferiori a quelle che normalmente si riscontrano negli impianti idrotermosanitari**. In tale ambito, pertanto, **interessa soprattutto calcolare le perdite di carico continue in regime turbolento**.

Tab. 1 - velocità critiche dell'acqua [m/s]

t	ν	1/2"	1"	2"
[°C]	[m ² /s]	16,4 mm	27,4 mm	53,2 mm
10°C	$1,30 \cdot 10^{-6}$	0,16	0,09	0,05
50°C	$0,54 \cdot 10^{-6}$	0,07	0,04	0,02
80°C	$0,39 \cdot 10^{-6}$	0,05	0,03	0,01

Nota⁽¹⁾ – per i valori della massa volumica e della viscosità cinematica dell'acqua ved. alle relative voci del 1° Quaderno Caleffi

Rugosità

Per i tubi che convogliano acqua **si possono considerare due classi di rugosità**: la bassa e la media:

- la bassa rugosità** comprende i tubi in rame, in acciaio inox e in materiale plastico;
- la media rugosità** comprende, invece, i tubi in acciaio nero e zincato.

Determinazione del fattore di attrito [F_a]

In regime laminare [F_a] è determinabile con la seguente formula:

$$F_a = \frac{64}{Re} \quad (4)$$

In regime turbolento è, invece, determinabile con la formula di **Colebrook**: formula che, però, **richiede metodi di calcolo per approssimazioni successive assai complessi**. Motivo per cui nella pratica si ricorre a formule più semplici.

Misure di laboratorio e verifiche in merito ci hanno indotto ad utilizzare **la formula di Blasius**, sotto riportata, **per i tubi a bassa rugosità**:

$$F_a = 0,316 \cdot Re^{-0,25} \quad (5)$$

e ad elaborare **un'apposita relazione per i tubi a media rugosità**:

$$F_a = 0,07 \cdot Re^{-0,13} \cdot D^{-0,14} \quad (6)$$

Formule utilizzabili per il calcolo delle perdite di carico continue

Ponendo nella (1) i valori di [F_a] sopra riportati, è dunque possibile ottenere formule che **consentono di calcolare le perdite di carico continue in base a parametri direttamente noti o determinabili**.

Per un uso pratico di queste formule va comunque **sostituita la velocità del fluido con la relativa portata**. Le perdite di carico continue sono infatti generalmente determinate in base alle portate e non alle velocità.

Formule così ottenute sono riportate sul 1° Quaderno Caleffi.

Quadro riassuntivo Formule per il calcolo delle Perdite di Carico Continue nei tubi che convogliano acqua

Formula per il calcolo delle Perdite di Carico Continue

$$r = Fa \cdot \frac{1}{D} \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

r = perdita di carico unitaria, Pa/m
 Fa = fattore di attrito, adimensionale

D = diametro interno del condotto, m
 ρ = massa volumica del fluido, kg/m³

v = velocità media del fluido, m/s

Formula per il calcolo del Coefficiente d'attrito

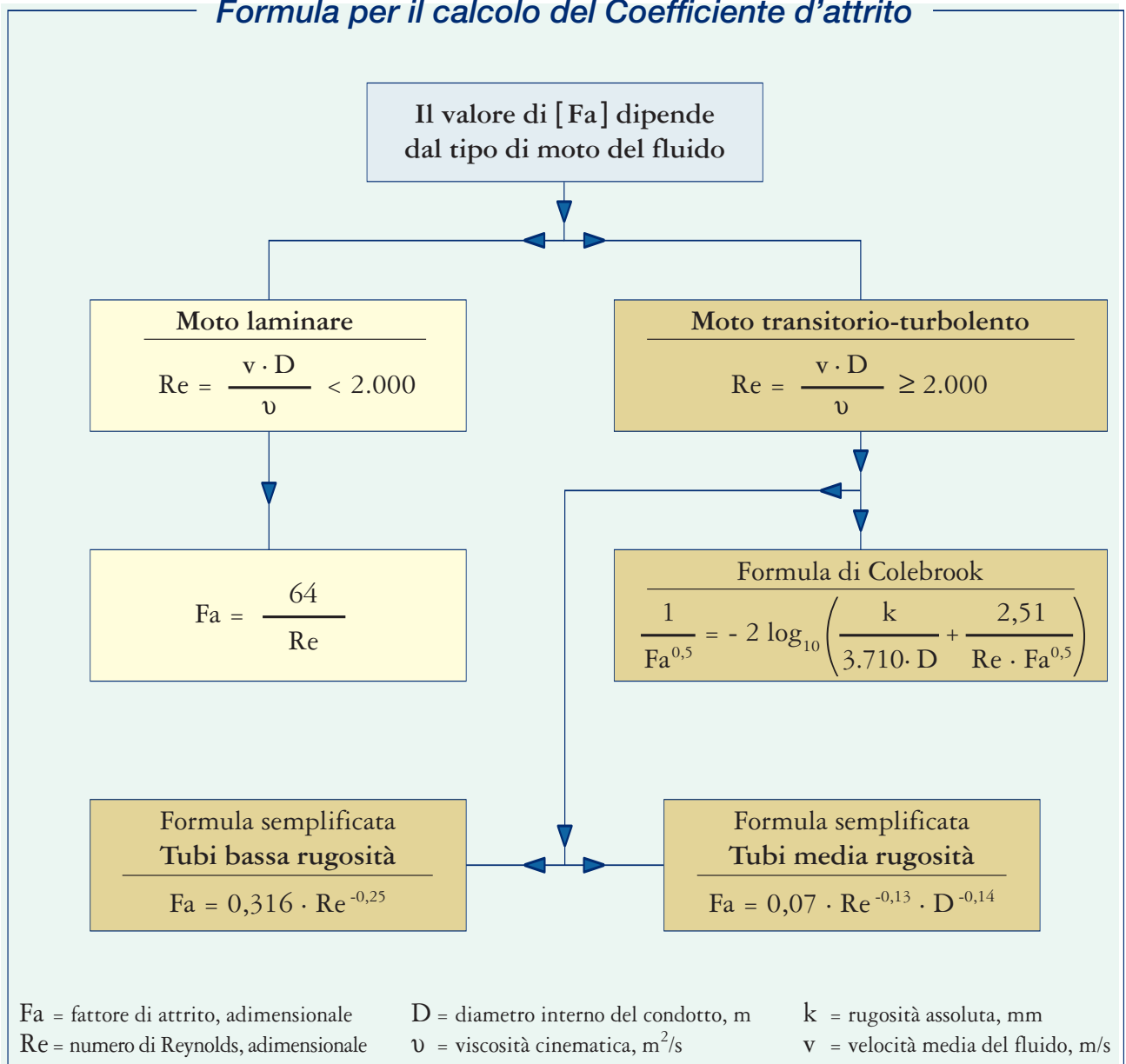


TABELLE E DIAGRAMMI

PERDITE DI CARICO CONTINUE

Le formule viste in precedenza possono essere utilizzate per approntare tabelle e diagrammi atti a rendere praticabile il dimensionamento manuale delle tubazioni.

Tabelle perdite di carico continue [r]

Sono tabelle che danno le perdite di carico continue dell'acqua [r] in relazione al diametro dei tubi [D] e alle portate [G].

In genere, queste tabelle danno anche le velocità che servono sia a **determinare le perdite di carico localizzate** (come vedremo in seguito), sia a **tener sotto controllo i limiti** oltre i quali lo scorrere dell'acqua può diventare troppo rumoroso e provocare vibrazioni.

Nel 1° Quaderno Caleffi sono riportate 18 tabelle di questo tipo:

- 1 tab. per tubi in polietilene alta densità PN 6
- 1 tab. per tubi in polietilene alta densità PN 10
- 1 tab. per tubi in polietilene alta densità PN 16
- 3 tab. per tubi in acciaio nero e zincato (pollici)
- 3 tab. per tubi in acciaio nero e zincato (mm)
- 3 tab. per tubi in acciaio dolce
- 3 tab. per tubi in rame
- 3 tab. per tubi in polietilene reticolato

Una sola tabella (a 10°C) è proposta per i tubi che possono **convogliare soltanto acqua fredda**.

Gruppi di tre tabelle (a 10, 50 e 80°C) sono, invece, proposti per i tubi che **convogliano sia acqua fredda che calda**.

Gruppi di più tabelle per lo stesso tipo di tubi servono a tener conto del fatto (deducibile dalle formule viste in precedenza) che **le perdite di carico continue dipendono anche dalle variazioni della temperatura**. D'altra parte ciò è intuibile considerando che un aumento di temperatura fa diminuire sia la densità che la viscosità dell'acqua: cosa che consente all'acqua stessa di scorrere nei tubi con maggior facilità, cioè con minor perdite di carico.

Ad esempio (ved. 1° Quaderno) in un tubo a bassa rugosità con diametro interno 20 mm e portata 800 l/h, le perdite di carico continue unitarie risultano:

- per **t = 10°C** $r_{10} = 39,4$ mm c.a./m
- per **t = 80°C** $r_{80} = 28,3$ mm c.a./m

valori che ben evidenziano la necessità di non trascurare l'influenza della temperatura nel determinare le perdite di carico continue dell'acqua.

L'aver a disposizione gruppi di tre tabelle (a 10, 50 e 80°C) **per ogni tipo di tubo consente un buon compromesso fra l'esigenza di procedere in modo coerente e quella di non complicare troppo le cose**.

Nell'ambito del lavoro di revisione e adeguamento di cui in premessa, abbiamo aggiornato tutte le tabelle del 1° Quaderno, fatta eccezione per quelle riguardanti i tubi in acciaio dolce, ormai fuori commercio.

Abbiamo sviluppato, inoltre, nuove tabelle per i tubi in:

- **acciaio a pressare,**
- **acciaio inox a pressare,**
- **polietilene random (PPR),**
- **multistrato.**

Un esempio di tali tabelle, che ne evidenzia anche la nuova veste grafica, è riportato a pag. 8.

Diagrammi perdite di carico continue [r]

Le perdite di carico continue, possono essere determinate non solo con tabelle ma anche con diagrammi.

In genere i diagrammi realizzati per tale scopo sono sviluppati in scala logaritmica **con perdite di carico continue sulle ascisse e portate sulle ordinate**. Fasci di rette fra loro perpendicolari rappresentano i **diametri dei tubi e le velocità dell'acqua**.

Nel 1° Quaderno Caleffi non abbiamo proposto diagrammi di questo tipo. Tuttavia, nell'ambito dell'attuale revisione, abbiamo ritenuto opportuno affiancarli alle relative tabelle (ved. esempio riportato a pag. 9).

Tabelle con fattori correttivi

Abbiamo aggiornato anche le tabelle (riportate sul 1° Quaderno) con i fattori di correzione che consentono di determinare l'incremento delle perdite di carico nei casi in cui si utilizzano **miscele antigelo acqua-glicole etilico**, oppure quando si considerano **impianti vecchi con tubi incrostati e corrosi**.

ESEMPIO TABELLA PROPOSTA PER PERDITE DI CARICO CONTINUE - TUBI IN ACCIAIO

r Perdite di carico continua (o resistenza) unitaria
 $1\ 1/4''$ Diametro tubi
14.015
0,45 Portate Velocità

Perdite di carico continue TUBI IN ACCIAIO (pollici) - Temperatura acqua = 80°C

r = perdite di carico continue, mm c.a./m		G = portate, l/h											v = velocità, m/s		
r	\emptyset	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	\emptyset	r
2	G	49	97	208	383	602	1.204	2.267	4.516	6.924	14.015	24.582	39.720	G	2
	v	0,11	0,13	0,15	0,18	0,22	0,24	0,28	0,34	0,38	0,45	0,52	0,59	v	2

\emptyset	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	\emptyset
\emptyset_e [mm]	16,7	21	26,4	33,2	41,9	47,8	59,6	75,2	87,9	113	138,5	163,9	\emptyset_e [mm]
\emptyset_i [mm]	12,7	16,4	21,8	27,4	36,1	42	53,2	68,8	80,7	105	129,5	154,9	\emptyset_i [mm]
Se [m ² /m]	0,052	0,066	0,083	0,104	0,132	0,150	0,187	0,236	0,276	0,355	0,435	0,515	Se [m ² /m]
Si [mm ²]	127	211	373	590	1.024	1.385	2.223	3.718	5.115	8.659	13.171	18.845	Si [mm ²]
V [l/m]	0,13	0,21	0,37	0,59	1,02	1,39	2,22	3,72	5,11	8,66	13,17	18,84	V [l/m]
P [kg/m]	0,72	1,06	1,37	2,17	2,79	3,21	4,45	5,68	7,48	10,75	14,86	17,68	P [kg/m]
P^* [kg/m]	0,78	1,16	1,48	2,30	2,95	3,40	4,77	6,12	8,03	11,58	16,88	20,02	P^* [kg/m]

10-5



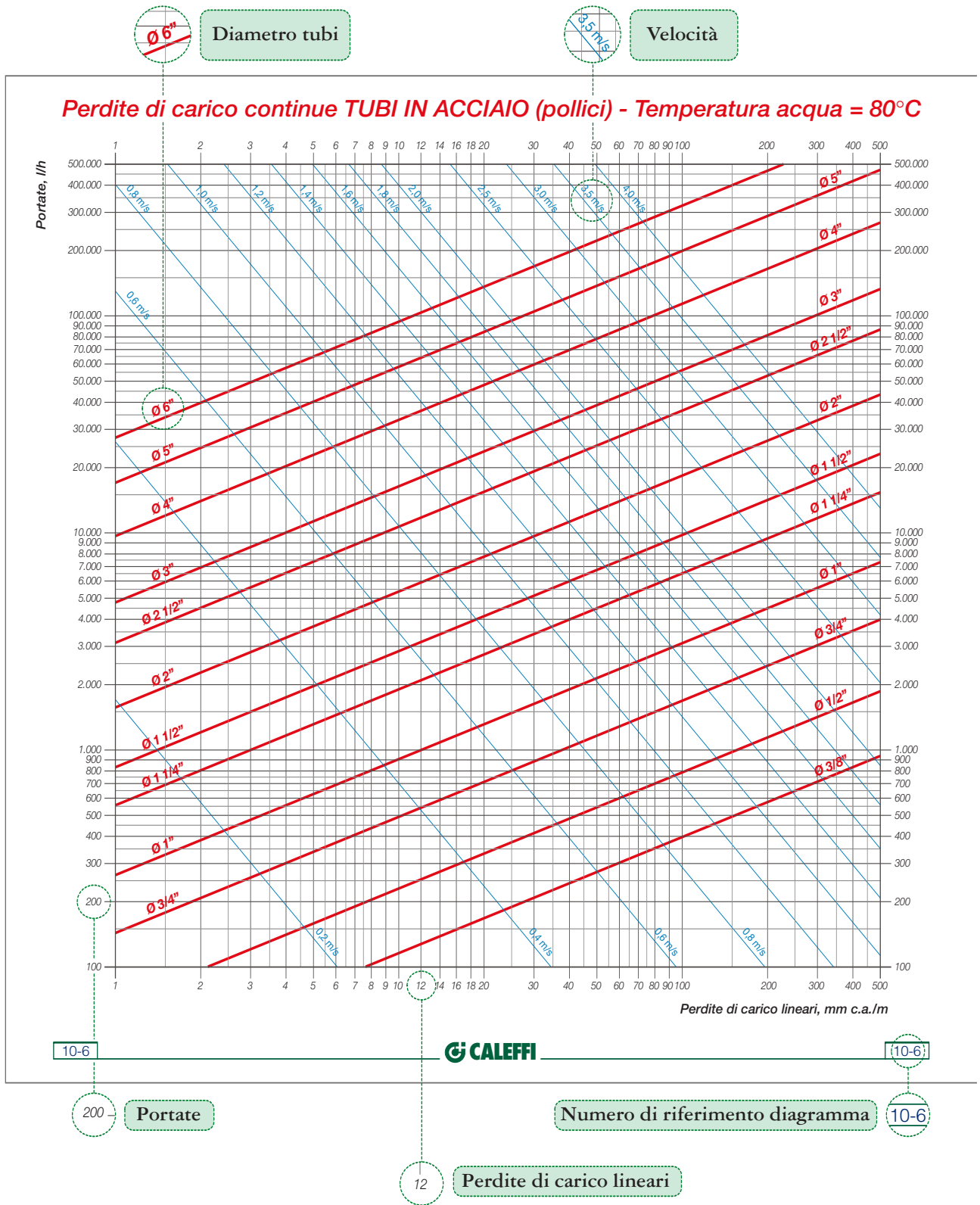
10-5

\emptyset	Diametro nominale tubi
\emptyset_e [mm]	Diametro esterno tubi
\emptyset_i [mm]	Diametro interno tubi
Se [m ² /m]	Superficie esterna
Si [mm ²]	Sezione interna
V [l/m]	Contenuto acqua
P [kg/m]	Peso tubo nero
P^* [kg/m]	Peso tubo zincato

Numero di riferimento tabella

10-5

**ESEMPIO DIAGRAMMA PROPOSTO PER
PERDITE DI CARICO CONTINUE - TUBI IN ACCIAIO**



FORMULE DI CALCOLO

PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE

Come già detto, queste perdite di carico sono dovute alla presenza di pezzi speciali che fanno variare la direzione o la sezione di passaggio del fluido. Possono essere calcolate con uno dei seguenti metodi:

- **metodo diretto**,
utilizza coefficienti che dipendono dalla forma e dalle dimensioni dei pezzi speciali;
- **metodo delle portate nominali**,
ricorre, per ogni pezzo speciale, al valore della sua portata nominale: cioè alla portata che corrisponde ad una perdita di pressione unitaria predefinita (ad esempio 1 bar);
- **metodo delle lunghezze equivalenti**,
sostituisce, ad ogni pezzo speciale, un tratto di tubo lineare in grado di dare le stesse perdite di carico.

Formule coi rapporti di dipendenza fra questi diversi metodi di calcolo sono disponibili sul 1° Quaderno Caleffi.

In genere, **per il dimensionamento dei tubi e delle pompe si ricorre al metodo diretto**, in quanto è sufficientemente accurato ed è facile da utilizzare.

Con tale metodo le perdite di carico localizzate si possono calcolare con la formula:

$$z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2} \quad (7)$$

dove:

- z = perdita di carico localizzata, Pa
- ξ = coefficiente di perdita localizzata, adimensionale
- ρ = massa volumica dell'acqua, Kg/m³
- v = velocità media dell'acqua, m/s

Esprimendo le perdite di carico localizzate in unità di misura pratiche (cioè in mm c.a.) la (7) diventa:

$$z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9,81} \quad (8)$$

Il valore dei coefficienti [ξ] può essere sia calcolato con formule (in casi di geometria semplice) sia determinato con prove di laboratorio.

TABELLE

PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE

Per determinare il valore delle perdite di carico localizzate, si utilizzano in genere i seguenti tipi di tabelle:

Tabella

coefficienti perdite di carico localizzate [ξ]

Riportano i valori dei coefficienti [ξ] relativi ai raccordi e componenti più utilizzati negli impianti idro-termosanitari.

Per alcuni componenti (quali ad esempio: gli scambiatori, i collettori, le valvole di zona) è tuttavia consigliabile derivare i valori di [ξ] direttamente dalle specifiche tecniche dei Costruttori, in quanto i loro valori variano troppo fra prodotto e prodotto.

Relativamente a queste tabelle, ci siamo limitati a riproporre, aggiornandole graficamente, quelle già riportate sul 1° Quaderno Caleffi.

Tabella

perdite di carico localizzate [z]

Sono tabelle che consentono di determinare le perdite di carico localizzate [z] noti i coefficienti [ξ] e le velocità dell'acqua [v].

Anche le perdite di carico localizzate, seppur in modo meno sensibile di quelle continue, variano con la temperatura.

Per poter tenere adeguatamente conto di queste variazioni, nel 1° Quaderno Caleffi abbiamo proposto due tabelle: la prima con valori di [z] riferiti ad una temperatura di 80°C, la seconda con fattori correttivi correlati all'effettiva temperatura dell'acqua.

Ora, invece, ritenendole più facili da utilizzare e meno esposte ad errori, **proponiamo l'uso di due tabelle con valori di [z] riferiti a 10 e 80°C.**

Con temperature dell'acqua intermedie (cioè comprese fra 10 e 80°C) si può utilizzare la tabella che più si avvicina a tali temperature. Non servono poi ulteriori adeguamenti, dato che gli scostamenti in gioco non sono molto elevati, in quanto dipendono solo dalla massa volumica dell'acqua.

ESEMPIO TABELLA PROPOSTA PER LA DETERMINAZIONE DELLE PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE



Perdite di carico localizzate per $\Sigma\xi = 1\div 15$ (temperatura acqua = 80°C)

$v = \text{velocità, m/s}$		$\Sigma\xi = \text{sommatoria coefficienti perdite localizzate, adimensionale}$															$z = \text{perdite di carico localizzate, mm c.a.}$	
v	$\Sigma\xi$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	5,9	13	14	15	$\Sigma\xi$	v
0,10	z	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,4	5,9	6,4	6,9	7,4	z	0,10
0,12	z	0,7	1,4	2,1	2,9	3,6	4,3	5,0	5,7	6,4	7,1	7,8	8,6	9,3	10	11	z	0,12
0,14	z	1,0	1,9	2,9	3,9	4,9	5,8	6,8	7,8	8,7	9,7	11	12	13	14	15	z	0,14
0,16	z	1,3	2,5	3,8	5,1	6,3	7,6	8,9	10	11	13	14	15	16	18	19	z	0,16
0,18	z	1,6	3,2	4,8	6,4	8,0	9,6	11	13	14	16	18	19	21	22	24	z	0,18
0,20	z	2,0	4,0	5,9	7,9	9,9	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	z	0,20
0,22	z	2,4	4,8	7,2	9,6	12	14	17	19	22	24	26	29	31	34	36	z	0,22
0,24	z	2,9	5,7	8,6	11	14	17	20	23	26	29	31	34	37	40	43	z	0,24
0,26	z	3,3	6,7	10	13	17	20	23	27	30	33	37	40	44	47	50	z	0,26
0,28	z	3,9	7,8	12	16	19	23	27	31	35	39	43	47	50	54	58	z	0,28
0,30	z	4,5	8,9	13	18	22	27	31	36	40	45	49	53	58	62	67	z	0,30
0,32	z	5,1	10	15	20	25	30	35	41	46	51	56	61	66	71	76	z	0,32
0,34	z	5,7	11	17	23	29	34	40	46	52	57	63	69	74	80	86	z	0,34
0,36	z	6,4	13	19	26	32	39	45	51	58	64	71	77	83	90	96	z	0,36
0,38	z	7,2	14	21	29	36	43	50	57	64	72	79	86	93	100	107	z	0,38
0,40	z	7,9	16	24	32	40	48	55	63	71	79	87	95	103	111	119	z	0,40
0,42	z	8,7	17	26	35	44	52	61	70	79	87	96	105	114	122	131	z	0,42
0,44	z	9,6	19	29	38	48	58	67	77	86	96	105	115	125	134	144	z	0,44
0,46	z	10	21	31	42	52	63	73	84	94	105	115	126	136	147	157	z	0,46
0,48	z	11	23	34	46	57	68	80	91	103	114	126	137	148	160	171	z	0,48
0,50	z	12	25	37	50	62	74	87	99	111	124	136	149	161	173	186	z	0,50
0,52	z	13	27	40	54	67	80	94	107	121	134	147	161	174	187	201	z	0,52
0,54	z	14	29	43	58	72	87	101	116	130	144	159	173	188	202	217	z	0,54
0,56	z	16	31	47	62	78	93	109	124	140	155	171	186	202	217	233	z	0,56
0,58	z	17	33	50	67	83	100	117	133	150	167	183	200	217	233	250	z	0,58
0,60	z	18	36	53	71	89	107	125	143	160	178	196	214	232	250	267	z	0,60
0,62	z	19	38	57	76	95	114	133	152	171	190	209	228	247	267	286	z	0,62
0,64	z	20	41	61	81	101	122	142	162	183	203	223	243	264	284	304	z	0,64
0,66	z	22	43	65	86	108	129	151	173	194	216	237	259	280	302	324	z	0,66
0,68	z	23	46	69	92	115	137	160	183	206	229	252	275	298	321	344	z	0,68
0,70	z	24	49	73	97	121	146	170	194	218	243	267	291	315	340	364	z	0,70
0,72	z	26	51	77	103	128	154	180	205	231	257	282	308	334	359	385	z	0,72
0,74	z	27	54	81	108	136	163	190	217	244	271	298	325	353	380	407	z	0,74
0,76	z	29	57	86	114	143	172	200	229	257	286	315	343	372	400	429	z	0,76
0,78	z	30	60	90	121	151	181	211	241	271	301	331	362	392	422	452	z	0,78
0,80	z	32	63	95	127	158	190	222	254	285	317	349	380	412	444	475	z	0,80
0,82	z	33	67	100	133	167	200	233	266	300	333	366	400	433	466	500	z	0,82
0,84	z	35	70	105	140	175	210	245	280	315	349	384	419	454	489	524	z	0,84
0,86	z	37	73	110	147	183	220	256	293	330	366	403	440	476	513	549	z	0,86
0,88	z	38	77	115	153	192	230	268	307	345	384	422	460	499	537	575	z	0,88
0,90	z	40	80	120	160	201	241	281	321	361	401	441	481	521	562	602	z	0,90
0,92	z	42	84	126	168	210	252	293	335	377	419	461	503	545	587	629	z	0,92
0,94	z	44	88	131	175	219	263	306	350	394	438	481	525	569	613	656	z	0,94
0,96	z	46	91	137	183	228	274	319	365	411	456	502	548	593	639	685	z	0,96
0,98	z	48	95	143	190	238	285	333	381	428	476	523	571	618	666	713	z	0,98
1,00	z	50	99	149	198	248	297	347	396	446	495	545	594	644	693	743	z	1,00

46-2a

CALEFFI

46-2a

Numero di riferimento tabella

46-2a

PERDITE DI CARICO NEI CONDOTTI CHE CONVOGLIANO ARIA

Anche nel caso dell'aria, esamineremo dapprima come possono essere determinate le perdite di carico continue e poi quelle localizzate.

FORMULE DI CALCOLO PERDITE DI CARICO CONTINUE

Per ogni metro di **condotto circolare**, le perdite di carico continue dell'aria possono essere calcolate con la formula:

$$r = F_a \cdot \frac{1}{D} \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2} \quad (9)$$

dove:

- r = perdita di carico continua unitaria, Pa/m
- F_a = fattore di attrito, adimensionale
- ρ = massa volumica dell'aria, Kg/m³
- v = velocità media dell'acqua, m/s
- D = diametro interno del condotto circolare, m

Il fattore di attrito dipende (1) dal regime di moto del fluido e (2) dalla rugosità dei tubi.

Regime di moto del fluido

In merito valgono le stesse definizioni, relazioni e considerazioni riportate per l'acqua.

La tab. 2 (sviluppata in analogia alla tab. 1) serve ad evidenziare che, anche **negli impianti ad aria, interessa soprattutto calcolare le perdite di carico continue in regime turbolento.**

Tab. 2
velocità critiche dell'aria [m/s]
H = 0 m (quota sul livello del mare)

t [°C]	ν [m ² /s]	D [mm] 200	D [mm] 300	D [mm] 400
10°C	$1,38 \cdot 10^{-5}$	0,14	0,09	0,07
30°C	$1,57 \cdot 10^{-5}$	0,16	0,10	0,08
50°C	$1,76 \cdot 10^{-5}$	0,18	0,12	0,09

Rugosità

Per i condotti che convogliano aria si possono considerare le classi di rugosità sotto riportate:

Tab. 3
Classi di rugosità
per condotti che convogliano aria

Materiali	Classe di rugosità	ϵ [mm]
Canali in PVC Canali in lamiera d'alluminio	molto lisci	0,03
Canali in lamiera zincata Canali in acciaio inox	lisci	0,09
Canali con rivestimento interno in polietilene Condotti in cemento liscio	rugosi	0,90
Tubi flessibili metallici Tubi flessibili non metallici Condotti in cemento non liscio	molto rugosi	3,00

Dove [ϵ] rappresenta il valore della **rugosità assoluta dei condotti**: cioè il valore medio delle loro irregolarità superficiali (ved. 1° Quaderno Caleffi).

Formule per determinare la massa volumica e la viscosità cinematica dell'aria:

$$\rho = 1,293 \cdot \frac{P_b}{1.013} \cdot \frac{273}{273 + t}$$

$$P_b = -0,1125 \cdot H + 1.011,5$$

$$\nu = \frac{1,53}{\rho} \cdot 10^{-6} \cdot \frac{(273 + t)^{1,5}}{413 + t}$$

- ρ = massa volumica dell'aria, Kg/m³
- t = temperatura aria, °C
- P_b = pressione barometrica, mbar
- H = altitudine, m
- ν = viscosità cinematica dell'aria, m²/s

Determinazione del fattore di attrito [F_a]

In regime laminare [F_a] è determinabile con la stessa relazione di calcolo riportata per l'acqua.

In regime turbolento è, invece, determinabile con la **formula di Colebrook**, che però richiede, come già accennato, calcoli assai complessi. Nella pratica ci si affida pertanto a formule più semplici. Quella di seguito proposta è di **Altshul- Tsal**:

$$F_a^* = 0,11 \cdot \left(\frac{\epsilon}{D} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \quad (10)$$

dove:

se $F_a^* \geq 0,018$ $F_a = F_a^*$

se $F_a^* < 0,018$ $F_a = 0,85 \cdot F_a^* + 0,0028$

F_a = fattore di attrito, adimensionale

Formule utilizzabili per il calcolo delle perdite di carico continue

Ponendo nella (9) i valori di [F_a] sopra esplicitati, è quindi possibile ottenere formule che consentono di calcolare **le perdite di carico continue nei condotti circolari** che convogliano aria.

È bene comunque semplificare l'uso di queste formule esprimendo le varie grandezze in unità di misura pratiche.

Condotti rettangolari - diametri equivalenti

Le formule sopra considerate sono valide per condotti circolari. Tuttavia, la loro validità può essere estesa anche ai condotti rettangolari.

Per ottenere ciò si deve trasformare la sezione rettangolare del canale in una sezione circolare equivalente: cioè in una sezione che, con le stesse portate, dà le stesse perdite di carico.

Una simile trasformazione è ottenibile con la formula di Huebscher:

$$De = 1,30 \cdot \frac{(a \cdot b)^{0,625}}{(a \cdot b)^{0,250}} \quad (11)$$

dove:

De = diametro di un canale circolare equivalente ad un canale rettangolare, mm

a, b = lati della sezione rettangolare, mm

TABELLE E DIAGRAMMI

PERDITE DI CARICO CONTINUE

Per poter determinare manualmente queste perdite di carico, abbiamo predisposto *ex novo* i seguenti diagrammi e tabelle:

Diagrammi perdite di carico continue [r]

Sono sviluppati in scala logaritmica **con portate sulle ascisse e perdite di carico sulle ordinate**. Fasci di rette fra loro perpendicolari rappresentano i **diametri dei condotti e le velocità dell'aria**.

I diagrammi proposti sono suddivisi in **quattro gruppi in base alle classi di rugosità definite da Tab. 3**. Ogni gruppo è poi suddiviso in quattro sottogruppi in base alle temperature e alle quote sul livello del mare di seguito riportate:

□ $t = 20^\circ\text{C}; H = 0 \text{ m slm}$

il diagramma può considerarsi valido quando:
– la temperatura varia fra $+5^\circ\text{C}$ e $+35^\circ\text{C}$;
– l'altitudine non supera i **500 m**.

□ $t = 50^\circ\text{C}; H = 0 \text{ m slm}$

il diagramma può considerarsi valido quando:
– la temperatura varia fra $+35^\circ\text{C}$ e $+65^\circ\text{C}$;
– l'altitudine non supera i **500 m**.

□ $t = 20^\circ\text{C}; H = 1.000 \text{ m slm}$

il diagramma può considerarsi valido quando:
– la temperatura varia fra $+5^\circ\text{C}$ e $+35^\circ\text{C}$;
– l'altitudine varia fra i **500** e i **1.500 m**.

□ $t = 50^\circ\text{C}; H = 1.000 \text{ m slm}$

il diagramma può considerarsi valido quando:
– la temperatura varia fra $+35^\circ\text{C}$ e $+65^\circ\text{C}$;
– l'altitudine varia fra i **500** e i **1.500 m**.

I casi considerati servono a tener conto del fatto che **le perdite di carico continue dipendono in modo sensibile dalla temperatura dell'aria e dalla quota sul livello del mare**: grandezze che agiscono sui valori di densità e viscosità dell'aria.

Tabelle diametri equivalenti

Consentono di determinare i **diametri equivalenti dei condotti rettangolari** (ved. esempio pag 16).

Danno, inoltre, i **fattori di correlazione fra la velocità dell'aria nei condotti equivalenti e in quelli rettangolari**.

Quadro riassuntivo Formule per il calcolo delle Perdite di Carico Continue nei condotti che convogliano aria

Formula per il calcolo delle Perdite di Carico Continue

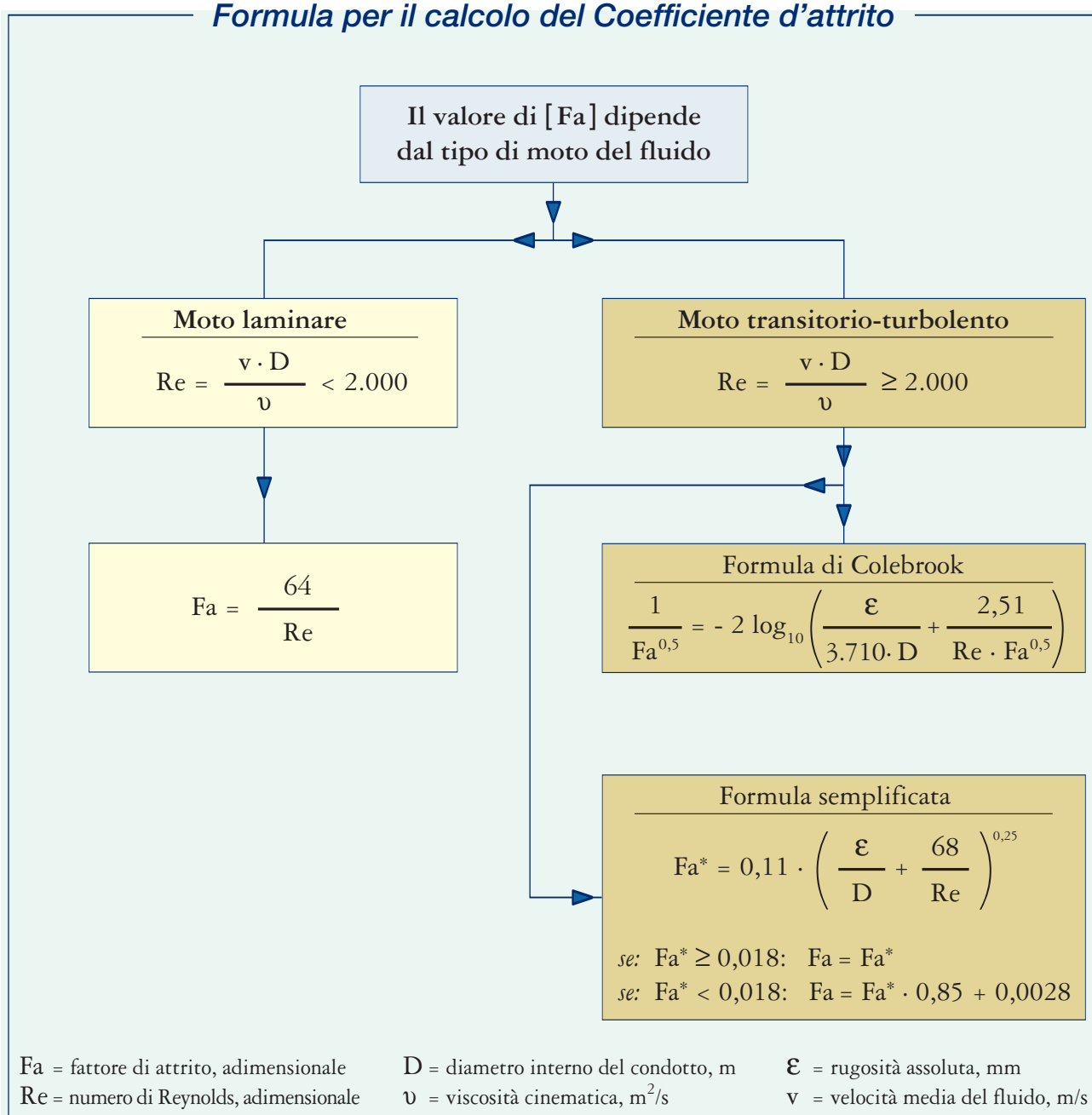
$$r = Fa \cdot \frac{1}{D} \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

r = perdita di carico unitaria, Pa/m
Fa = fattore di attrito, adimensionale

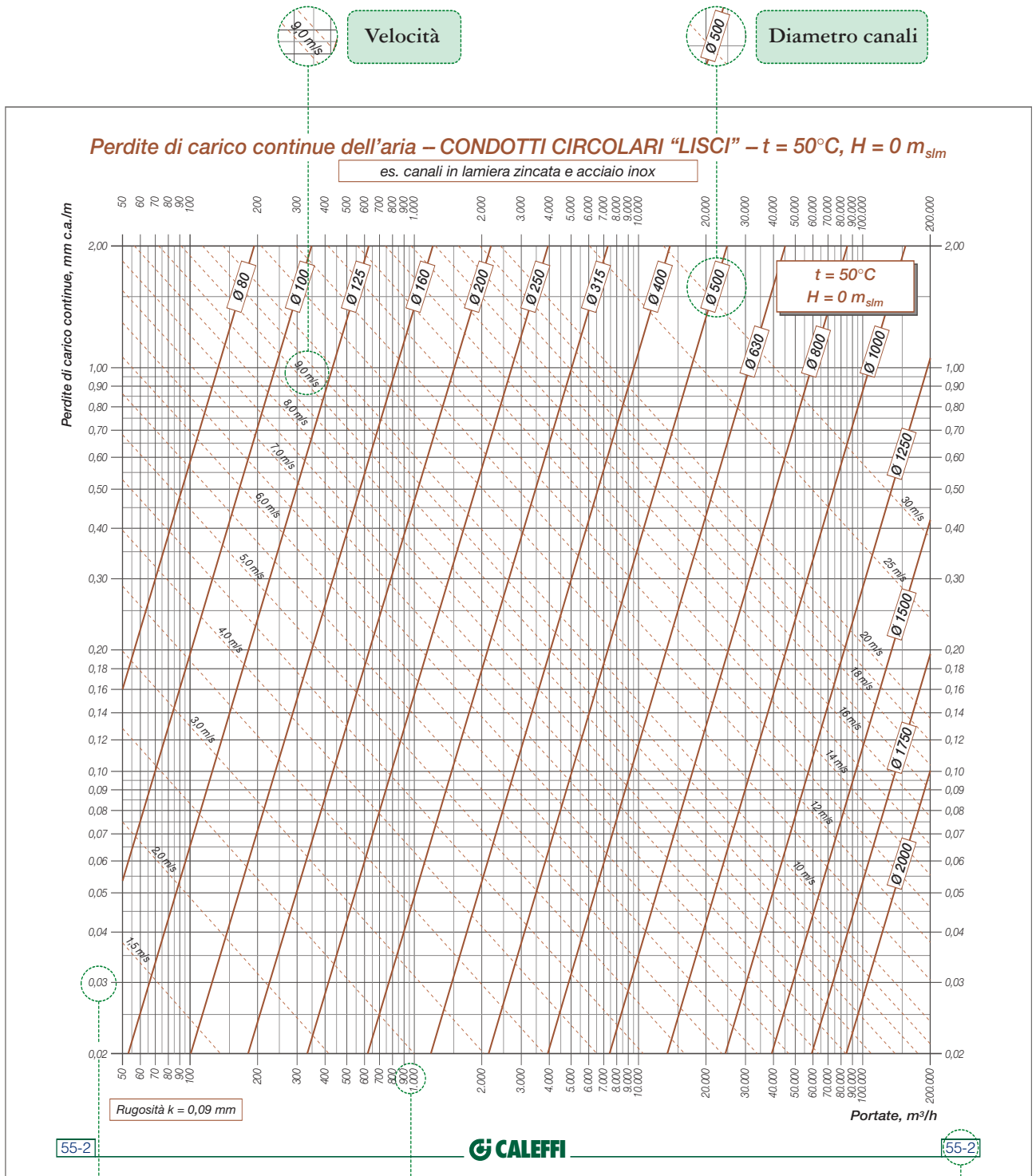
D = diametro interno del condotto, m
 ρ = massa volumica del fluido, kg/m³

v = velocità media del fluido, m/s

Formula per il calcolo del Coefficiente d'attrito



**ESEMPIO DIAGRAMMA PROPOSTO PER
PERDITE DI CARICO CONTINUE - CONDOTTI CIRCOLARI LISCI**



Velocità



Diametro canali

55-2

55-2

0,03

Perdite di carico lineari

900
1.000

Portate

Numero di riferimento diagramma

55-2

ESEMPIO PRIMA TABELLA PROPOSTA PER DETERMINARE I DIAMETRI EQUIVALENTI DEI CONDOTTI RETTANGOLARI

b
Base sezione
rettangolare

650
Altezza sezione
rettangolare

Canali rettangolari: diametri equivalenti per la determinazione delle perdite di carico continue

		a, b = dimensioni rettangolo/quadrato, mm																
		D _e = diametro equivalente, mm														f = fattore correttivo velocità		
b	a	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	a	b
100	D _e	109	133	152	169	183	195	207	217	227	236	245	253	261	268	275	D _e	100
	f	0,94	0,93	0,91	0,89	0,87	0,86	0,84	0,82	0,81	0,80	0,79	0,77	0,76	0,75	0,74	f	
150	D _e	133	164	189	210	229	245	260	274	287	299	310	321	331	341	350	D _e	150
	f	0,93	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	f	
200	D _e	152	189	219	244	266	286	305	321	337	352	365	378	391	402	414	D _e	200
	f	0,91	0,93	0,94	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,86	0,85	0,84	f	
250	D _e	169	210	244	273	299	322	343	363	381	398	414	429	443	457	470	D _e	250
	f	0,89	0,92	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90	0,89	0,88	0,87	0,87	f	
300	D _e	183	229	266	299	328	354	378	400	420	439	457	474	490	506	520	D _e	300
	f	0,87	0,91	0,93	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90	0,89	0,89	0,89	f	
350	D _e	195	245	286	322	354	383	409	433	455	477	496	515	533	550	567	D _e	350
	f	0,86	0,90	0,92	0,93	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	f	
400	D _e	207	260	305	343	378	409	437	464	488	511	533	553	573	592	609	D _e	400
	f	0,84	0,89	0,91	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	f	
450	D _e	217	274	321	363	400	433	464	492	518	543	567	589	610	630	649	D _e	450
	f	0,82	0,87	0,90	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	f	
500	D _e	227	287	337	381	420	455	488	518	547	573	598	622	644	666	687	D _e	500
	f	0,81	0,86	0,89	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	f	
550	D _e	236	299	352	398	439	477	511	543	573	601	628	653	677	700	722	D _e	550
	f	0,80	0,85	0,88	0,90	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	f	
600	D _e	245	310	365	414	457	496	533	567	598	628	656	683	708	732	755	D _e	600
	f	0,79	0,84	0,87	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	f	
650	D _e	253	321	378	429	474	515	553	589	622	653	683	711	737	763	787	D _e	650
	f	0,77	0,83	0,86	0,89	0,90	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	
700	D _e	261	331	391	443	490	533	573	610	644	677	708	737	765	792	818	D _e	700
	f	0,76	0,82	0,86	0,88	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	
750	D _e	268	341	402	457	506	550	592	630	666	700	732	763	792	820	847	D _e	750
	f	0,75	0,81	0,85	0,87	0,89	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	
800	D _e	275	350	414	470	520	567	609	649	687	722	755	787	818	847	875	D _e	800
	f	0,74	0,80	0,84	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	f	
850	D _e	282	359	424	482	534	582	626	668	706	743	778	811	842	872	901	D _e	850
	f	0,74	0,79	0,83	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	f	
900	D _e	289	367	435	494	548	597	643	686	726	763	799	833	866	897	927	D _e	900
	f	0,73	0,79	0,82	0,85	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	f	
950	D _e	295	376	445	506	561	612	659	703	744	783	820	855	889	921	952	D _e	950
	f	0,72	0,78	0,82	0,85	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	f	
1000	D _e	301	384	454	517	574	626	674	719	762	802	840	876	911	944	976	D _e	1000
	f	0,71	0,77	0,81	0,84	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	f	
1100	D _e	313	399	473	538	598	652	703	751	795	838	878	916	953	988	1.022	D _e	1100
	f	0,70	0,76	0,80	0,83	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	f	
1200	D _e	324	413	490	558	620	677	731	780	827	872	914	954	993	1.030	1.066	D _e	1200
	f	0,69	0,74	0,79	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	f	
1300	D _e	334	426	506	577	642	701	757	808	857	904	948	990	1.031	1.069	1.107	D _e	1300
	f	0,67	0,73	0,77	0,80	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92	0,92	f	
1400	D _e	344	439	522	595	662	724	781	835	886	934	980	1.024	1.066	1.107	1.146	D _e	1400
	f	0,66	0,72	0,76	0,79	0,82	0,84	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	f	
1500	D _e	353	452	536	612	681	745	805	860	913	963	1.011	1.057	1.100	1.143	1.183	D _e	1500
	f	0,65	0,71	0,75	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	f	
1600	D _e	362	463	551	629	700	766	827	885	939	991	1.041	1.088	1.133	1.177	1.219	D _e	1600
	f	0,64	0,70	0,74	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	0,91	f	
1700	D _e	371	475	564	644	718	785	849	908	964	1.018	1.069	1.118	1.164	1.209	1.253	D _e	1700
	f	0,64	0,69	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	f	
1800	D _e	379	485	577	660	735	804	869	930	988	1.043	1.096	1.146	1.195	1.241	1.286	D _e	1800
	f	0,63	0,69	0,73	0,76	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,90	f	
1900	D _e	387	496	590	674	751	823	889	952	1.012	1.068	1.122	1.174	1.224	1.271	1.318	D _e	1900
	f	0,62	0,68	0,72	0,75	0,78	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	f	
2000	D _e	395	506	602	688	767	840	908	973	1.034	1.092	1.147	1.200	1.252	1.301	1.348	D _e	2000
	f	0,61	0,67	0,71	0,74	0,77	0,79	0,8	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	f	
2200	D _e	410	525	625	715	797	874	945	1.013	1.076	1.137	1.195	1.251	1.305	1.356	1.406	D _e	2200
	f	0,60	0,66	0,70	0,73	0,76	0,78	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	f	

80-1a

CALEFFI

80-1a

525
0,66

Diametro equivalente
Fattore correttivo velocità

Numero di riferimento tabella

80-1a

PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE FORMULE DI CALCOLO

Nei condotti che convogliano aria, le perdite di carico localizzate possono essere determinate con uno dei tre metodi già considerati in precedenza per l'acqua.

Anche per l'aria il metodo più utilizzato è quello diretto, che consente di calcolare le perdite di carico localizzate con la formula:

$$z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2} \quad (12)$$

dove:

- z = perdita di carico localizzata, Pa
- ξ = coefficiente di perdita localizzata, adimensionale
- ρ = massa volumica dell'aria, Kg/m³
- v = velocità media dell'aria, m/s

Esprimendo le perdite di carico localizzate in unità di misura pratiche (cioè in mm c.a.) la (12) diventa:

$$z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9,81} \quad (13)$$

I valori di $[\xi]$ possono essere determinati sia con formule sia con prove di laboratorio.

PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE TABELLE

Anche per poter determinare manualmente queste perdite di carico, abbiamo predisposto *ex novo* apposite tabelle.

Tabelle

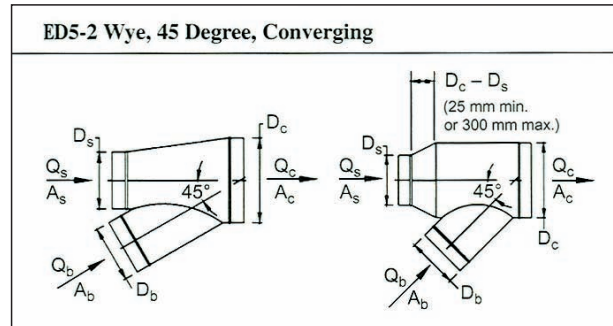
coefficienti perdite di carico localizzate $[\xi]$

In vero abbiamo avuto non pochi dubbi prima di proporre tabelle coi valori di $[\xi]$ relativi ai principali pezzi speciali degli impianti ad aria.

In merito, infatti, esistono già tabelle complete e di sicuro valore tecnico: quelle dell'**ASHRAE** (American Society of Heating, Refrigerating and Conditioning Engineers).

Tali tabelle presentano, però, limiti pratici che possono comportare inconvenienti tutt'altro che trascurabili.

Va, infatti, considerato che le tabelle ASHRAE riportano più di duecento pezzi speciali e che, per ognuno di tali pezzi, propongono generalmente un elevato numero di $[\xi]$. Ad esempio, solo per la confluenza a 45° sotto riportata (in relazione alle portate d'aria e alle sezioni dei canali) propongono ben 1.458 valori di $[\xi]$.



È ovvio che un tal numero di dati comporta tempi di ricerca assai lunghi ed espone facilmente ad errori.

Inoltre la presenza di troppi dati non consente di farsi un'idea abbastanza chiara di quanto può mediamente "costare" (come perdite di carico) un imbocco, una curva o una confluenza. **E avere un'idea sufficientemente chiara di tutto ciò serve sia a maturare una valida sensibilità progettuale sia a sapersi "muovere" in cantiere.**

D'altra parte inseguire con le tabelle ASHRAE la massima precisione teorica possibile, **non ha molto senso pratico dato che i pezzi speciali di riferimento sono spesso assai diversi da quelli realizzati nelle nostre officine.**

Queste le ragioni che ci hanno indotto a proporre nuove tabelle. In pratica sono quelle che usiamo per svolgere il nostro lavoro e sono derivate, con comparazioni e integrazioni, dalle seguenti fonti: Manuale Marelli Aeraulica, Rietschell-Rais, Kraft-Kurth, Missenard, Porcher, Perrenoud.

Tabelle

perdite di carico localizzate $[z]$

Consentono di determinare le perdite di carico localizzate $[z]$ in base alla conoscenza dei coefficienti $[\xi]$ e delle velocità dell'aria $[v]$.

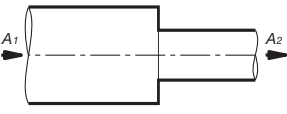
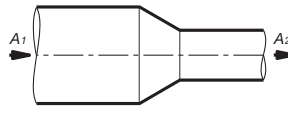
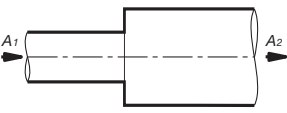
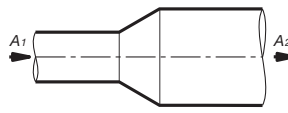
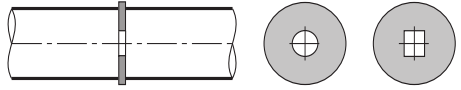
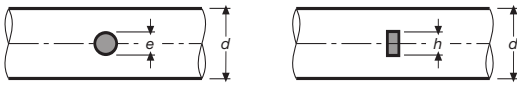
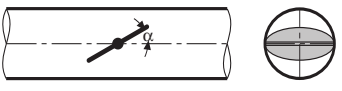
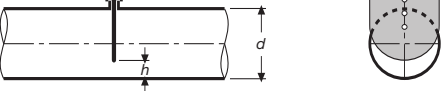

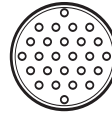
Per tener conto del fatto che anche **queste perdite di carico sono influenzate dal variare della temperatura e della quota sul livello del mare**, sono proposte quattro tabelle relative alle stesse condizioni previste per le perdite di carico continue.

Nota:

Con i canali rettangolari **le velocità da considerarsi per determinare $[z]$ sono quelle effettive e non quelle che corrispondono alle sezioni equivalenti.**

**ESEMPIO TABELLA PROPOSTA CON VALORI DEI COEFFICIENTI ξ
CANALI CIRCOLARI - DERIVAZIONI E CONFLUENZE**

Canali circolari - valori indicativi dei coefficienti ξ - variazioni di sezione e regolatori

<p align="center">Restringimento senza invito</p>  <table border="1" data-bbox="662 683 758 828"> <thead> <tr> <th>A_2/A_1</th> <th>ξ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,2</td><td>0,5</td></tr> <tr><td>0,4</td><td>0,4</td></tr> <tr><td>0,6</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>0,8</td><td>0,2</td></tr> </tbody> </table>	A_2/A_1	ξ	0,2	0,5	0,4	0,4	0,6	0,3	0,8	0,2	<p align="center">Restringimento con invito</p>  <p align="right">$\xi = 0,2$</p>																										
A_2/A_1	ξ																																				
0,2	0,5																																				
0,4	0,4																																				
0,6	0,3																																				
0,8	0,2																																				
<p align="center">Allargamento senza invito</p>  <table border="1" data-bbox="662 907 758 1052"> <thead> <tr> <th>A_2/A_1</th> <th>ξ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,1</td><td>0,9</td></tr> <tr><td>0,2</td><td>0,7</td></tr> <tr><td>0,4</td><td>0,4</td></tr> <tr><td>0,6</td><td>0,2</td></tr> </tbody> </table>	A_2/A_1	ξ	0,1	0,9	0,2	0,7	0,4	0,4	0,6	0,2	<p align="center">Allargamento con invito</p>  <table border="1" data-bbox="1236 907 1332 1052"> <thead> <tr> <th>A_2/A_1</th> <th>ξ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,1</td><td>0,5</td></tr> <tr><td>0,2</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>0,4</td><td>0,2</td></tr> <tr><td>0,6</td><td>0,2</td></tr> </tbody> </table>	A_2/A_1	ξ	0,1	0,5	0,2	0,3	0,4	0,2	0,6	0,2																
A_2/A_1	ξ																																				
0,1	0,9																																				
0,2	0,7																																				
0,4	0,4																																				
0,6	0,2																																				
A_2/A_1	ξ																																				
0,1	0,5																																				
0,2	0,3																																				
0,4	0,2																																				
0,6	0,2																																				
<p align="center">Diaframma di equilibratura</p>  <p>A = area sezione canale A^* = area passaggio diaframma</p> <table border="1" data-bbox="271 1243 813 1299"> <thead> <tr> <th>A^*/A</th> <th>0,20</th> <th>0,25</th> <th>0,30</th> <th>0,35</th> <th>0,40</th> <th>0,45</th> <th>0,50</th> <th>0,55</th> <th>0,60</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ξ</td> <td>50</td> <td>30</td> <td>20</td> <td>15</td> <td>8</td> <td>7</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	A^*/A	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	ξ	50	30	20	15	8	7	4	3	2	<p align="center">Tubi e barre che attraversano i canali</p>  <table border="1" data-bbox="869 1243 1093 1299"> <caption>Tubi</caption> <thead> <tr> <th>e/d</th> <th>0,10</th> <th>0,25</th> <th>0,50</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ξ</td> <td>0,2</td> <td>0,6</td> <td>2,0</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1157 1243 1380 1299"> <caption>Barre</caption> <thead> <tr> <th>h/d</th> <th>0,10</th> <th>0,25</th> <th>0,50</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ξ</td> <td>0,7</td> <td>1,4</td> <td>4,0</td> </tr> </tbody> </table>	e/d	0,10	0,25	0,50	ξ	0,2	0,6	2,0	h/d	0,10	0,25	0,50	ξ	0,7	1,4	4,0
A^*/A	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60																												
ξ	50	30	20	15	8	7	4	3	2																												
e/d	0,10	0,25	0,50																																		
ξ	0,2	0,6	2,0																																		
h/d	0,10	0,25	0,50																																		
ξ	0,7	1,4	4,0																																		
<p align="center">Regolatore a farfalla</p>  <table border="1" data-bbox="271 1478 813 1523"> <thead> <tr> <th>α</th> <th>0°</th> <th>10°</th> <th>20°</th> <th>30°</th> <th>40°</th> <th>45°</th> <th>50°</th> <th>55°</th> <th>60°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ξ</td> <td>0,2</td> <td>0,6</td> <td>1,8</td> <td>4,4</td> <td>11</td> <td>21</td> <td>35</td> <td>65</td> <td>105</td> </tr> </tbody> </table>	α	0°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	55°	60°	ξ	0,2	0,6	1,8	4,4	11	21	35	65	105	<p align="center">Regolatore a serranda</p>  <table border="1" data-bbox="933 1478 1316 1523"> <thead> <tr> <th>h/d</th> <th>0,2</th> <th>0,3</th> <th>0,4</th> <th>0,5</th> <th>0,6</th> <th>0,7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ξ</td> <td>30</td> <td>11</td> <td>5,2</td> <td>2,2</td> <td>1,3</td> <td>0,5</td> </tr> </tbody> </table>	h/d	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	ξ	30	11	5,2	2,2	1,3	0,5		
α	0°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	55°	60°																												
ξ	0,2	0,6	1,8	4,4	11	21	35	65	105																												
h/d	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7																															
ξ	30	11	5,2	2,2	1,3	0,5																															
<p align="center">Rete di protezione</p>  <p>A = area sezione canale A^* = area netta passaggio aria</p> <table border="1" data-bbox="502 1702 813 1747"> <thead> <tr> <th>A^*/A</th> <th>0,2</th> <th>0,3</th> <th>0,4</th> <th>0,5</th> <th>0,6</th> <th>0,7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ξ</td> <td>17</td> <td>6,5</td> <td>3,0</td> <td>1,7</td> <td>1,0</td> <td>0,8</td> </tr> </tbody> </table>	A^*/A	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	ξ	17	6,5	3,0	1,7	1,0	0,8	<p align="center">Lamiera forata</p>  <p>A = area sezione canale A^* = area netta passaggio aria</p> <table border="1" data-bbox="1077 1702 1396 1747"> <thead> <tr> <th>A^*/A</th> <th>0,2</th> <th>0,3</th> <th>0,4</th> <th>0,5</th> <th>0,6</th> <th>0,7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ξ</td> <td>60</td> <td>22</td> <td>9,0</td> <td>4,0</td> <td>2,2</td> <td>1,0</td> </tr> </tbody> </table>	A^*/A	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	ξ	60	22	9,0	4,0	2,2	1,0								
A^*/A	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7																															
ξ	17	6,5	3,0	1,7	1,0	0,8																															
A^*/A	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7																															
ξ	60	22	9,0	4,0	2,2	1,0																															

90-4

CALEFFI

90-4

ESEMPIO TABELLA PROPOSTA PER LA DETERMINAZIONE DELLE PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE



Perdite di carico localizzate per $\Sigma \xi = 1 \div 10$ (temperatura aria = 50°C - H = 1.000 m_{sim})

v = velocità, m/s $\Sigma \xi$ = sommatoria coefficienti perdite localizzate, adimensionale z = perdite di carico localizzate, mm c.a.													
v	$\Sigma \xi$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma \xi$	v
1,0	z	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,44	0,49	z	1,0
1,5	z	0,11	0,22	0,33	0,44	0,56	0,67	0,78	0,89	1,00	1,11	z	1,5
2,0	z	0,20	0,40	0,59	0,79	0,99	1,19	1,38	1,58	1,78	1,98	z	2,0
2,5	z	0,31	0,62	0,93	1,24	1,54	1,85	2,16	2,47	2,78	3,09	z	2,5
3,0	z	0,44	0,89	1,33	1,78	2,22	2,67	3,11	3,56	4,00	4,45	z	3,0
3,2	z	0,51	1,01	1,52	2,02	2,53	3,04	3,54	4,05	4,56	5,06	z	3,2
3,4	z	0,57	1,14	1,71	2,29	2,86	3,43	4,00	4,57	5,14	5,71	z	3,4
3,6	z	0,64	1,28	1,92	2,56	3,20	3,84	4,48	5,13	5,77	6,41	z	3,6
3,8	z	0,71	1,43	2,14	2,86	3,57	4,28	5,00	5,71	6,42	7,14	z	3,8
4,0	z	0,79	1,58	2,37	3,16	3,95	4,75	5,54	6,33	7,12	7,91	z	4,0
4,2	z	0,87	1,74	2,62	3,49	4,36	5,23	6,10	6,98	7,85	8,72	z	4,2
4,4	z	0,96	1,91	2,87	3,83	4,79	5,74	6,70	7,66	8,61	9,57	z	4,4
4,6	z	1,05	2,09	3,14	4,18	5,23	6,28	7,32	8,37	9,41	10,5	z	4,6
4,8	z	1,14	2,28	3,42	4,56	5,70	6,83	7,97	9,11	10,3	11,4	z	4,8
5,0	z	1,24	2,47	3,71	4,94	6,18	7,42	8,65	9,89	11,1	12,4	z	5,0
5,2	z	1,34	2,67	4,01	5,35	6,68	8,02	9,36	10,7	12,0	13,4	z	5,2
5,4	z	1,44	2,88	4,32	5,77	7,21	8,65	10,1	11,5	13,0	14,4	z	5,4
5,6	z	1,55	3,10	4,65	6,20	7,75	9,30	10,9	12,4	14,0	15,5	z	5,6
5,8	z	1,66	3,33	4,99	6,65	8,32	9,98	11,6	13,3	15,0	16,6	z	5,8
6,0	z	1,78	3,56	5,34	7,12	8,90	10,7	12,5	14,2	16,0	17,8	z	6,0
6,2	z	1,90	3,80	5,70	7,60	9,50	11,4	13,3	15,2	17,1	19,0	z	6,2
6,4	z	2,02	4,05	6,07	8,10	10,1	12,1	14,2	16,2	18,2	20,2	z	6,4
6,6	z	2,15	4,31	6,46	8,61	10,8	12,9	15,1	17,2	19,4	21,5	z	6,6
6,8	z	2,29	4,57	6,86	9,14	11,4	13,7	16,0	18,3	20,6	22,9	z	6,8
7,0	z	2,42	4,84	7,27	9,69	12,1	14,5	17,0	19,4	21,8	24,2	z	7,0
7,2	z	2,56	5,13	7,69	10,3	12,8	15,4	17,9	20,5	23,1	25,6	z	7,2
7,4	z	2,71	5,41	8,12	10,8	13,5	16,2	18,9	21,7	24,4	27,1	z	7,4
7,6	z	2,86	5,71	8,57	11,4	14,3	17,1	20,0	22,8	25,7	28,6	z	7,6
7,8	z	3,01	6,02	9,02	12,0	15,0	18,0	21,1	24,1	27,1	30,1	z	7,8
8,0	z	3,16	6,33	9,49	12,7	15,8	19,0	22,1	25,3	28,5	31,6	z	8,0
8,5	z	3,57	7,14	10,7	14,3	17,9	21,4	25,0	28,6	32,1	35,7	z	8,5
9,0	z	4,00	8,01	12,0	16,0	20,0	24,0	28,0	32,0	36,0	40,0	z	9,0
9,5	z	4,46	8,92	13,4	17,8	22,3	26,8	31,2	35,7	40,2	44,6	z	9,5
10,0	z	4,94	9,89	14,8	19,8	24,7	29,7	34,6	39,5	44,5	49,4	z	10,0
10,5	z	5,45	10,9	16,4	21,8	27,3	32,7	38,2	43,6	49,1	54,5	z	10,5
11,0	z	5,98	12,0	17,9	23,9	29,9	35,9	41,9	47,9	53,8	59,8	z	11,0
11,5	z	6,54	13,1	19,6	26,2	32,7	39,2	45,8	52,3	58,8	65,4	z	11,5
12,0	z	7,12	14,2	21,4	28,5	35,6	42,7	49,8	57,0	64,1	71,2	z	12,0
12,5	z	7,72	15,4	23,2	30,9	38,6	46,3	54,1	61,8	69,5	77,2	z	12,5
13,0	z	8,35	16,7	25,1	33,4	41,8	50,1	58,5	66,8	75,2	83,5	z	13,0
13,5	z	9,01	18,0	27,0	36,0	45,0	54,1	63,1	72,1	81,1	90,1	z	13,5
14,0	z	9,69	19,4	29,1	38,8	48,4	58,1	67,8	77,5	87,2	96,9	z	14,0
14,5	z	10,4	20,8	31,2	41,6	52,0	62,4	72,8	83,2	93,5	104	z	14,5
15,0	z	11,1	22,2	33,4	44,5	55,6	66,7	77,9	89,0	100	111	z	15,0
15,5	z	11,9	23,8	35,6	47,5	59,4	71,3	83,1	95,0	107	119	z	15,5
16,0	z	12,7	25,3	38,0	50,6	63,3	75,9	88,6	101	114	127	z	16,0

98-1b



98-1b

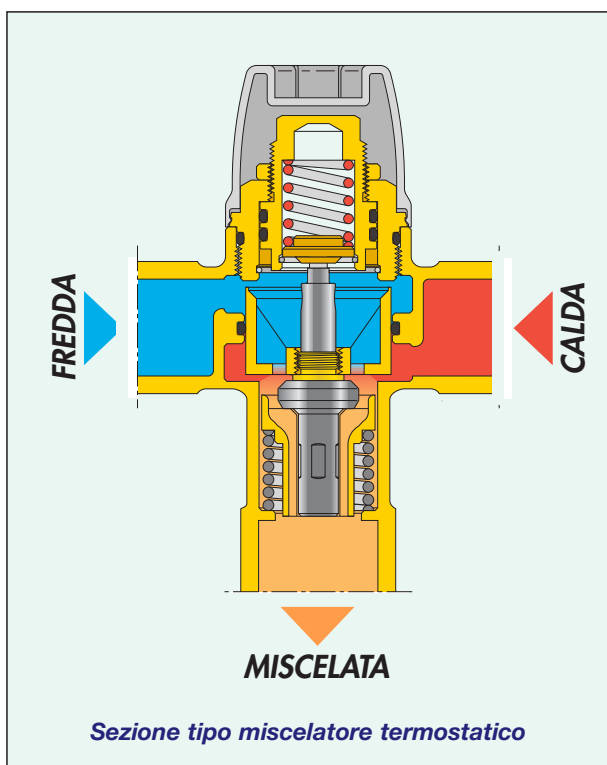
Numero di riferimento tabella

98-1b



DIMENSIONAMENTO DEI MISCELATORI PER ACQUA CALDA SANITARIA

Il compito di un miscelatore è essenzialmente quello di **far miscelare tra loro acqua fredda e calda per poter dare acqua alla temperatura (intermedia) richiesta.**



Per essere in grado di svolgere adeguatamente tale compito, un miscelatore non deve essere né troppo piccolo né troppo grande, o meglio, in termini tecnici più corretti, non deve essere **né sottodimensionato né superdimensionato.**

Non deve essere sottodimensionato in quanto (la cosa è abbastanza ovvia) **non sarebbe in grado di fornire la portata richiesta.** Inoltre, all'interno del miscelatore **potrebbero insorgere velocità troppo elevate**, tali da provocare (1) **vibrazioni**, (2) **colpi d'ariete**, (3) **rumori** e (4) **abrasioni**: tali, cioè, da compromettere il corretto funzionamento dell'impianto e la durata del miscelatore stesso.

D'altra parte, un miscelatore non deve essere neppure **superdimensionato**, in quanto ciò comporterebbe **velocità interne troppo basse**, incapaci di far miscelare bene l'acqua fredda con quella calda e, pertanto, **non idonee a garantire una regolazione pronta e precisa.**

Dunque, **dimensionare in modo corretto un miscelatore è indispensabile per:**

- **avere acqua miscelata, alla temperatura richiesta, con precisione e sicurezza;**
- **evitare il pericolo di vibrazioni, rumorosità e colpi d'ariete;**
- **garantire lunga durata al miscelatore stesso.**

Come d'altra parte è facile intuire, per poter dimensionare correttamente un miscelatore si deve conoscere **la portata massima (o di progetto) richiesta** e la **pressione spendibile** per ottenere tale portata:

- **la portata massima o di progetto è quella che il miscelatore deve fornire nel periodo di maggior utilizzo dell'impianto.**

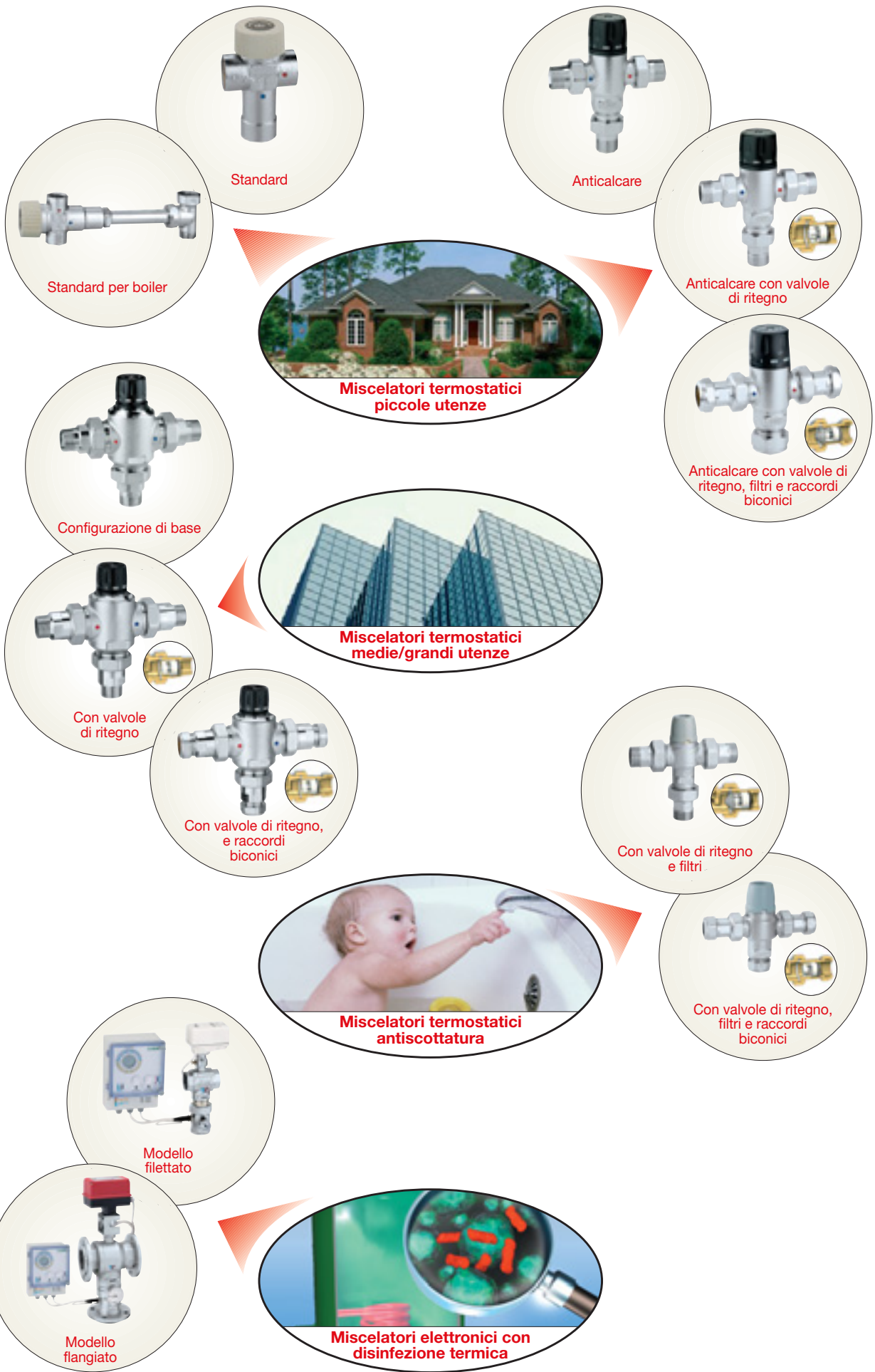
È una portata che dipende (1) dal tipo di rubinetti, (2) dal loro numero, (3) dalla frequenza d'uso e (4) dal tipo di utenza. In genere si determina con l'aiuto di apposite norme (ved. 5° Quaderno Caleffi);

- **la pressione spendibile è invece quella che può essere spesa per far sì che la portata di progetto passi attraverso il miscelatore.**

Logicamente, è una pressione che dipende da quella fornita dall'acquedotto o dal sistema di pressurizzazione. Non deve, però, essere troppo bassa in quanto ciò non consentirebbe una buona miscelazione fra acqua fredda e calda (ved. in merito valori di seguito consigliati).

Determinata la portata di progetto e stabilita la pressione spendibile **si deve poi cercare, tra i vari miscelatori disponibili, quello che meglio consente di avvicinare le prestazioni richieste.**

Sia la determinazione della portata di progetto, sia il confronto tra le prestazioni richieste e quelle ottenibili dai miscelatori sono però operazioni che, svolte manualmente, possono richiedere non poco tempo e fatica. **Pertanto può essere utile avere a disposizione un programma che esegue in modo automatico queste operazioni.** Quello di seguito proposto (disponibile sul sito *Internet Caleffi*) serve a dimensionare i miscelatori rappresentati nella pagina a lato.



MISCELATORI TERMOSTATICI PER PICCOLE UTENZE

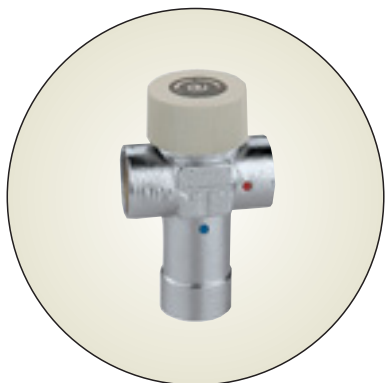
Sono utilizzati soprattutto in alloggi o in case unifamiliari.



Per questo gruppo di miscelatori, il programma considera i seguenti sottogruppi:

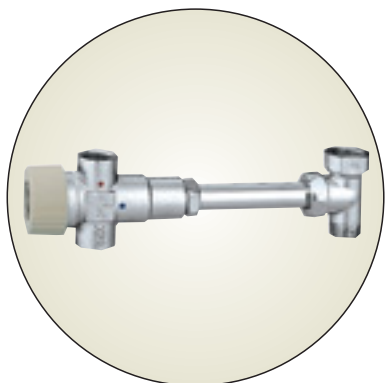
Miscelatori standard

Possono essere utilizzati nei casi in cui non sono richieste particolari prestazioni.



Miscelatori standard per boiler

Sono, in pratica, miscelatori standard con attacchi ad interasse regolabile per installazioni sotto boiler.



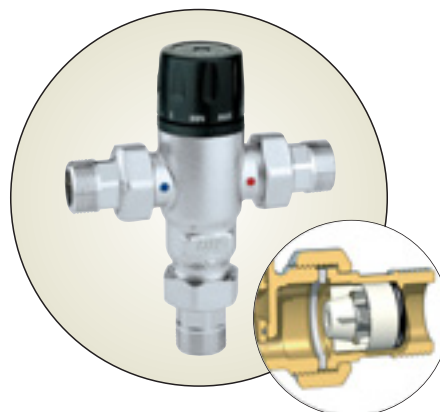
Miscelatori anticalcare

Hanno parti interne realizzate con materiali a basso attrito per impedire il formarsi di incrostazioni calcaree.



Miscelatori anticalcare con valvole di ritegno

Oltre ad essere di tipo anticalcare hanno valvole di ritegno atte ad evitare inversioni di flusso nei circuiti di alimentazione.



Miscelatori anticalcare con valvole di ritegno, filtri e raccordi biconici

Oltre ad essere di tipo anticalcare e con valvole di ritegno sono anche dotati di filtri (per evitare danni dovuti a impurità) e raccordi biconici.



DIMENSIONAMENTO

Scelto il sottogruppo di miscelatori che si ritiene più idoneo a svolgere il servizio richiesto, il programma propone le seguenti tabelle:

Tabella con portate pratiche di progetto

Per le piccole utenze è proposta la seguente tabella con valori pratici delle portate di progetto.

Valori portate pratiche di progetto

1 alloggio con 1 servizio	0.20 l/s
1 alloggio con 2 servizi	0.25 l/s
1 alloggio con 3 servizi	0.30 l/s

Il motivo per cui sono proposti valori pratici, e non derivati dalle norme nazionali o europee, è dovuto al fatto che, per le piccole utenze, tali norme prevedono valori troppo elevati (ved. in merito pag. 49, 5° Quaderno e note riportate nel riquadro della colonna a lato).

Tabelle portate miscelatori e pressioni richieste

Per i vari miscelatori del sottogruppo scelto, il programma riporta, inoltre, tabelle con i valori delle portate fornibili dai miscelatori stessi e delle relative pressioni richieste.

Ad esempio, per i miscelatori standard, il programma riporta queste tabelle:

Miscelatore con diametro 1/2"

Δp	2	3	4	5	6	7
G	0.16	0.20	0.23	0.25	0.28	0.30

Miscelatore con diametro 3/4"

Δp	2	3	4	5	6	7
G	0.22	0.27	0.31	0.35	0.38	0.41

Miscelatore con diametro 1"

Δp	2	3	4	5	6	7
G	0.34	0.41	0.48	0.53	0.59	0.63

dove: Δp = Pressioni richieste, m c.a.
G = Portate dei miscelatori, l/s

Scelta del miscelatore

Con le tabelle proposte si può procedere alla scelta del miscelatore nel seguente modo:

1. si determina dapprima la portata di progetto con la relativa tabella riportata a lato;
2. si stabilisce poi la pressione spendibile, che, per questi miscelatori, è bene sia compresa fra i 3 e i 7 m c.a. (comunque è consigliabile non scendere al di sotto dei 2 m c.a.);
3. con le relative tabelle portate/pressioni, si sceglie infine il miscelatore in grado di dare la portata di progetto con la pressione che più si avvicina a quella spendibile.

Nota: Il programma consente di dimensionare questi miscelatori anche con portate di progetto stabilite da norme (ad es. le UNI o le EN). Basta, a tal fine, scegliere il miscelatore con riferimento a tali portate.

NOTE IN MERITO ALLE PORTATE DI PROGETTO PROPOSTE

I valori proposti per le portate di progetto sono essenzialmente derivati da valutazioni d'ordine pratico. Ad esempio, considerando che i rubinetti d'acqua calda devono fornire:

- lavello	0,20 l/s
- lavabo	0,10 l/s
- bidet	0,10 l/s
- doccia	0,15 l/s
- vasca da bagno	0,20 l/s

è facile dedurre che l'aver proposto (per 1 alloggio con 1 servizio) una portata di progetto pari a 0,2 l/s vuol dire, in pratica, considerare contemporaneamente aperti i due rubinetti più piccoli, oppure solo uno di quelli più grandi (lavello o vasca da bagno). Costatazione, questa, che almeno a prima vista, potrebbe far pensare ad un sottodimensionamento.

Tuttavia, un semplice calcolo ci consente di evidenziare che per riscaldare una tale quantità d'acqua (per esempio da 10 a 45°C) serve una potenza termica di:

$$(0,2 \cdot 3.600) \cdot (45 - 10) = 25.200 \text{ kcal/h}$$

Serve, cioè, una potenza termica più o meno pari a quella massima fornibile da una caldaia murale.

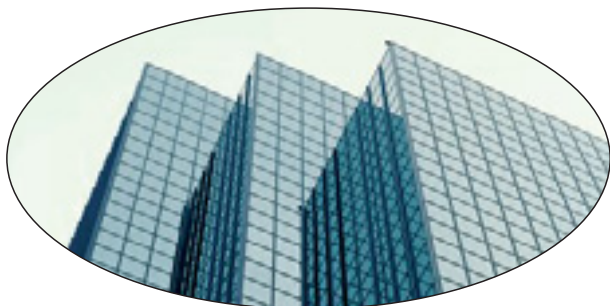
Dunque, se la portata proposta di 0,2 l/s fosse insufficiente, con una caldaia murale non sarebbe più possibile soddisfare le richieste d'acqua calda sanitaria neppure in un alloggio con un solo servizio.

Discorsi simili possono servire anche per una verifica pratica (se vogliamo indiretta, ma non per questo meno efficace) delle portate di progetto proposte per gli alloggi con più servizi.

MISCELATORI TERMOSTATICI PER MEDIE E GRANDI UTENZE

Per le loro prestazioni e la vasta gamma di misure disponibili, sono in pratica utilizzabili in tutte le tipologie, civili e industriali, dove si utilizza acqua calda sanitaria:

- edifici residenziali;
- uffici e simili;
- ospedali, cliniche, pensionati, ricoveri;
- alberghi, pensioni, *residence*, caserme;
- scuole, collegi e *campus* universitari;
- centri sportivi, palestre, piscine;
- spogliatoi di officine e industrie.



Per questo gruppo di miscelatori, il programma considera i seguenti sottogruppi:

Miscelatori in configurazione base

Sono disponibili in una vasta gamma di diametri che va da 1/2" a 2".

Hanno manopole di comando con blocco della temperatura e cartucce termostatiche intercambiabili.



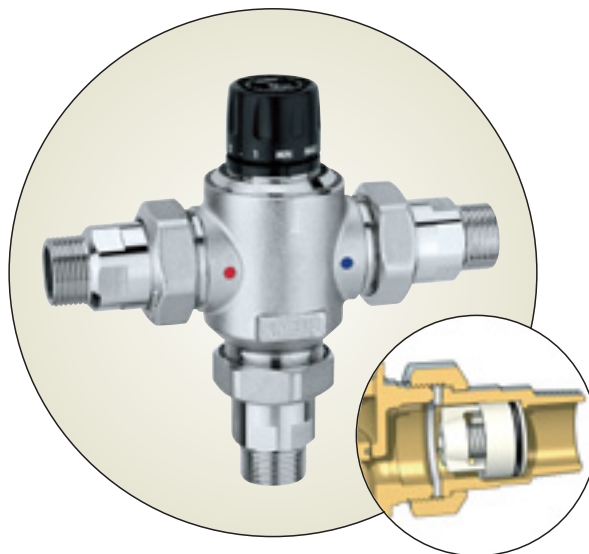
Miscelatori con valvole di ritegno

Sono disponibili con tre diametri:
3/4" - 1" - 1 1/4".

Come nella configurazione di base hanno manopole con blocco della temperatura e cartucce termostatiche intercambiabili.

Inoltre, sulle entrate di acqua fredda e calda hanno valvole di ritegno atte ad evitare (come già detto) possibili inversioni di flusso nei circuiti di alimentazione.

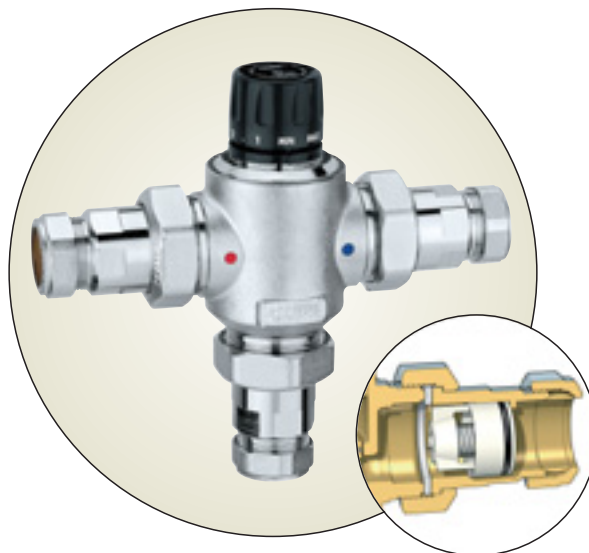
(ved. relativi schemi 5° Quaderno Caleffi e Soluzioni di Idraulica)



Miscelatori con valvole di ritegno e raccordi biconici

Sono disponibili con due diametri:
il 22 e il 28 mm.

Oltre alle caratteristiche dei miscelatori di cui sopra, sono dotati di raccordi speciali del tipo a bicono.



DIMENSIONAMENTO

Come nel caso precedente, il programma chiede dapprima la scelta del sottogruppo di miscelatori. Poi si sviluppa secondo le seguenti fasi: (1) **richiesta dati di progetto**, (2) **elaborazione dati e soluzioni proposte**, (3) **scelta del miscelatore**.

Richiesta dati di progetto

Il programma richiede i dati progettuali di base: vale a dire la pressione spendibile e **la portata di progetto**.

Pressione spendibile

Per questi miscelatori (sempre per garantire una buona miscelazione fra acqua fredda e calda) è bene che la pressione spendibile sia compresa fra i **5** e i **10 m c.a.**. Sono da evitare pressioni inferiori ai **2 m c.a.**.

Portata di progetto

Per poter conoscere tale portata il programma prevede i seguenti tre casi:

- **è nota la portata di progetto**, ad esempio per averla già determinata nel dimensionare le reti di distribuzione. In questo caso, il programma si limita a chiedere il valore di tale portata;
- **è nota la portata totale**, cioè la somma delle erogazioni ottenibili con tutti i rubinetti aperti. In questo caso, il programma richiede sia il valore di tale portata, sia il tipo di utenza a cui è destinata;
- **è noto solo il tipo e numero dei rubinetti**, in quest'ultimo caso il programma richiede sia il tipo e numero dei rubinetti, sia il tipo di utenza.

Il quadro sotto riportato si riferisce alla richiesta dei dati di progetto quando è noto solo il tipo e il numero dei rubinetti.

Pressione spendibile	<input type="text"/>	m c.a.
Erogazioni	Numero	Portata
Lavelli cucina	<input type="text"/>	0,20 l/s
Lavabi	<input type="text"/>	0,10 l/s
Bidet	<input type="text"/>	0,10 l/s
Docce	<input type="text"/>	0,15 l/s
Vasche da bagno	<input type="text"/>	0,20 l/s
Altri rubinetti	<input type="text"/>	<input type="text"/> l/s
Tipo di utenza	<input type="text"/>	l/s

Elaborazione dati e soluzioni proposte

Immessi i dati di progetto, il programma è in grado di determinare, se non direttamente inserita, **la portata di progetto**.

Calcola poi, per i miscelatori del sottogruppo scelto, **le pressioni richieste per dare tale portata**.

Propone, infine, **come soluzioni possibili i due miscelatori con pressioni richieste che più si avvicinano** (per difetto e per eccesso) **alla pressione spendibile**. Va, infatti, considerato che l'esatta coincidenza fra le prestazioni richieste e quelle ottenibili dai miscelatori avviene solo in casi del tutto eccezionali.

Scelta del miscelatore

La scelta finale del miscelatore è lasciata al Progettista, che in pratica può decidere fra due opzioni:

- la prima è quella di **scegliere il miscelatore col diametro più piccolo**, spendendo però una pressione più elevata di quella proposta come spendibile;
- la seconda è quella di **scegliere il miscelatore col diametro più grande**, spendendo in tal caso una pressione più bassa.

Ad esempio, considerando i miscelatori in configurazione di base e immettendo i seguenti dati di progetto:

Pressione spendibile	<input type="text" value="6,00"/>	m c.a.
Portata di progetto	<input type="text" value="2,2"/>	l/s

il programma propone, come soluzioni possibili, la seguente coppia di miscelatori:

Soluz. 1	Diametro miscelatore	<input type="text" value="1 1/4"/>
	Pressione richiesta	<input type="text" value="7,72"/> m c.a.
Soluz. 2	Diametro miscelatore	<input type="text" value="1 1/2"/>
	Pressione richiesta	<input type="text" value="3,04"/> m c.a.

In base ai valori della pressione disponibile in rete e a quelli consigliati per far funzionare in modo adeguato i miscelatori, è quindi possibile procedere alla scelta più coerente.

Il programma **consente anche la stampa del miscelatore scelto**, che risulta sostanzialmente simile a quella riportata a pagina 29 per i miscelatori elettronici con disinfezione termica.

MISCELATORI TERMOSTATICI PERIFERICI ANTISCOTTATURA

Sono utilizzabili (ad esempio: in ospedali, cliniche, pensioni, ricoveri, asili e abitazioni private) per evitare erogazioni di acqua troppo calda e quindi possibili scottature: **pericolo a cui sono esposte soprattutto le persone più deboli ed indifese**, quali: portatori di handicap, bambini, anziani.



Possono essere utilizzati anche **per proteggere servizi e apparecchi periferici** negli impianti in cui, per impedire lo sviluppo e la diffusione della *Legionella*, **l'acqua calda è distribuita con temperature superiori ai 50°C** (ved. relativi schemi funzionali su Idraulica 23).

La tabella sotto riportata indica le temperature dell'acqua e i tempi di esposizione che **possono provocare ustioni di secondo grado**.

Temperatura	Adulti	Bambini 0-5 anni
65°C	2 sec	0,5 sec
60°C	5 sec	1 sec
55°C	30 sec	10 sec
50°C	5 min	2,5 min

In accordo con le norme internazionali più evolute, è bene utilizzare miscelatori antiscottatura esclusivamente di tipo:

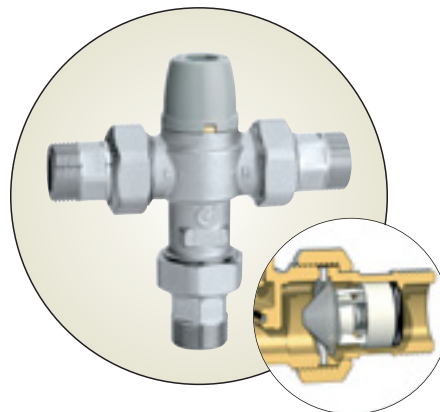
- **anticalcare** per evitare anomalie di regolazione dovute ad incrostazioni;
- **con dispositivi di blocco delle erogazioni in mancanza d'acqua fredda**.

Senza tali caratteristiche, **l'effettiva sicurezza antiscottatura offerta dai miscelatori è alquanto parziale ed incerta**.

Per questo gruppo di miscelatori, il programma considera i seguenti sottogruppi:

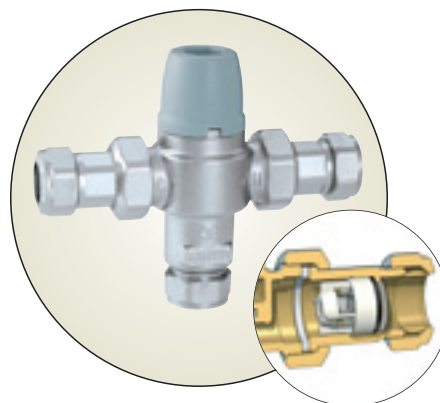
Miscelatori con valvole di ritegno e filtri

Sono di tipo anticalcare con valvole di ritegno e filtri. Hanno, inoltre, un dispositivo che blocca l'erogazione dell'acqua miscelata in mancanza sia d'acqua fredda che calda.



Miscelatori con valvola di ritegno, filtri e raccordi biconici

Hanno le stesse caratteristiche e prestazioni dei miscelatori di cui sopra. Sono, inoltre, dotati di raccordi a biconici.



DIMENSIONAMENTO

Per il dimensionamento di questi miscelatori, il programma propone un **sistema sostanzialmente simile a quello considerato in precedenza per i miscelatori delle piccole utenze**.

Nella pagina a lato è riportato un esempio di stampa (ottenibile a fine dimensionamento) che riassume i dati di progetto e le principali caratteristiche del miscelatore scelto.



SCELTA E DIMENSIONAMENTO MISCELATORI AD USO IDROTERMOSANITARIO

MISCELATORI TERMOSTATICI PERIFERICI ANTISCOTTATURA
MISCELATORI REGOLABILI, CON VALVOLE DI RITEGNO, FILTRI E RACCORDI BICONICI

Scelta effettuata:

Diametro	Codice	Kv [m³/h]	Portata minima [l/s]	Portata massima [l/s]	Campo di regolazione
DN 15	521315	1.5	0.08	0.42	30-50°C

Perdita di carico [m c.a.]	2	3	4	5	6	7
Portata [l/s]	0.18	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35

Valore pratico di portata contemporanea:

Un alloggio con un servizio	0.20 l/s
Un alloggio con due servizi	0.25 l/s
Un alloggio con tre servizi	0.30 l/s

Portate delle singole utenze [l/s]:

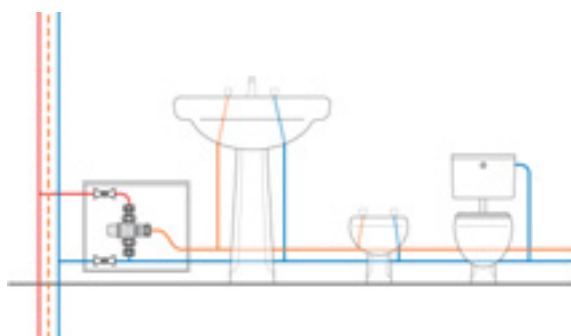
Lavello cucina	Lavabo	Bidet	Doccia	Vasca
0.20 l/s	0.10 l/s	0.10 l/s	0.15 l/s	0.20 l/s

SERIE 5213

depl. 01092



Esempio applicativo:



29/04/05
Pagina 1/1

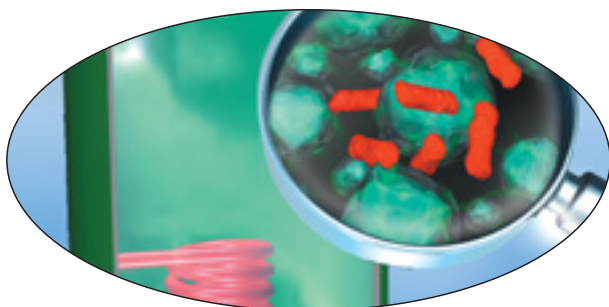
Mario Rossi
via Manzoni, 7
Milano

TIMBRO:

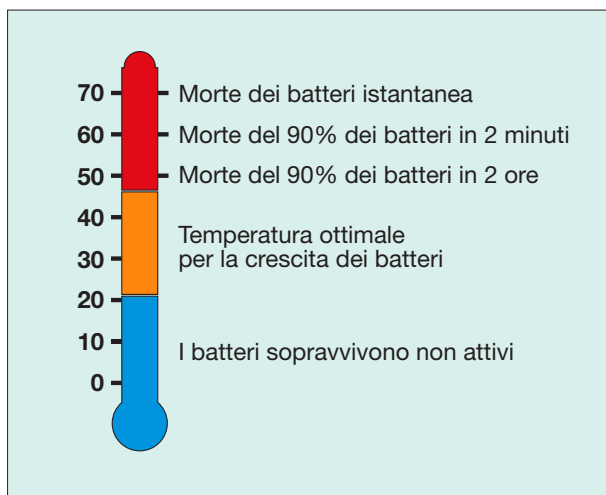
NOTA: La Caleffi S.p.a. declina ogni responsabilità derivante da un uso improprio dei dati contenuti in questo documento.

MISCELATORI ELETTRONICI CON DISINFEZIONE TERMICA

Sono miscelatori programmabili per funzionare a diversi livelli di temperatura. Possono, pertanto, essere utilizzati facilmente per **disinfezioni termiche periodiche** delle reti che distribuiscono acqua calda sanitaria: disinfezioni il cui scopo è soprattutto quello di **impedire lo sviluppo e la diffusione della Legionella**: batterio responsabile di gravi infezioni polmonari quali *la febbre di Pontiac* e *il morbo del Legionario* (ved. Idraulica 23).



Il disegno sotto riportato (derivato da una ricerca, di elevato valore scientifico, condotta da J.M. HODGSON e B.J. CASEY) evidenzia condizioni di vita e tempi di sopravvivenza della *Legionella* al variare della temperatura dell'acqua.



Nell'eseguire le disinfezioni termiche, è bene tuttavia prevedere temperature non inferiori a 60°C e verificare che lungo le reti (di distribuzione e di ricircolo) non ci siano zone in cui l'acqua scende al di sotto dei 55-56°C.

Il programma suddivide questi miscelatori in due sottogruppi:

Miscelatori con attacchi filettati

Sono disponibili in un'ampia gamma di diametri che vanno da 3/4" a 2".



Miscelatori con attacchi flangiati

Hanno le stesse caratteristiche e prestazioni dei miscelatori di cui sopra.



DIMENSIONAMENTO

Per dimensionare questi miscelatori, il programma procede in modo analogo a **quello considerato in precedenza per i miscelatori delle medie e grandi utenze**.

Nella pagina a lato è riportato un esempio di stampa (ottenibile a fine dimensionamento) che riassume i dati di progetto e le principali caratteristiche del miscelatore scelto.



SCELTA E DIMENSIONAMENTO MISCELATORI AD USO IDROTERMOSANITARIO

MISCELATORI ELETTRONICI CON DISINFEZIONE TERMICA

MISCELATORE ELETTRONICO CON DISINFEZIONE TERMICA PROGRAMMABILE

Dati inseriti:

Perdita di carico (valore di progetto) [m c.a.]	6.00
Portata di progetto (o contemporanea) [l/s]	3.60

Scelta effettuata:

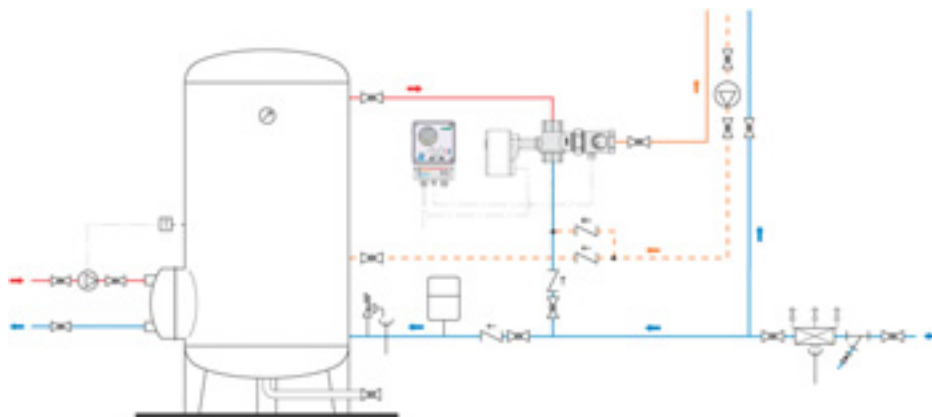
Diametro	Codice	Kv [m³/h]	Portata minima [l/s]	Portata massima [l/s]	Campo di regolazione
1 1/4"	600070	14.5	0.28	4.93	20-80°C
Perdita di carico (miscelatore) [m c.a.]				8.14	
Numero di miscelatori da utilizzare				1	

SERIE 6000

depl. 01086



Esempio applicativo:

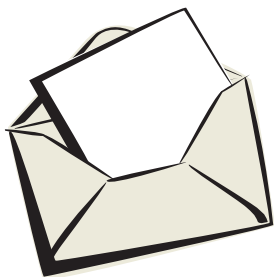


29/04/05
Pagina 1/1

Mario Rossi
via Manzoni, 7
Milano

TIMBRO:

NOTA: La Caleffi S.p.a. declina ogni responsabilità derivante da un uso improprio dei dati contenuti in questo documento.



Abbiamo ricevuto la seguente lettera:

Torino, 23.11.04

Spett. Soc. CALEFFI

Recentemente ho avuto il piacere d'incontrare il Sig. Franco Ruga per motivi di lavoro, il quale, in occasione della sua visita, mi ha portato le vostre pubblicazioni tecniche e commerciali (Quaderni, riviste, cataloghi etc.).

Ho letto molto attentamente tutti i manuali, le riviste, le "Soluzioni Caleffi" ed ho sfogliato, con attenzione, pagina per pagina il catalogo prodotti.

Devo sinceramente confessarLe che non ho MAI trovato pubblicazioni tecniche e commerciali così ben scritte, illustrate, chiare, esaustive, pratiche, d'uso immediato, tecnologicamente avanzate e protese verso la diffusione della cultura termotecnica.

Molti, moltissimi complimenti agli autori della rivista "Idraulica", dei "Quaderni" e delle "Soluzioni Caleffi" e "Schemi idraulici" più naturalmente i cataloghi.

Le trovo eccezionalmente ben scritte, adatte anche a coloro i quali non hanno una cultura universitaria e, soprattutto, con concetti semplici, spiegati bene, con cura e rivolti non solo ai "superaddetti" ma anche a coloro che si accingono a studiare la materia oppure a coloro che si devono costantemente aggiornare come preparazione tecnica e pratica.

Nelle "Soluzioni Caleffi" e "Schemi idraulici" avete raggiunto veramente un grosso risultato e credo che, tutti coloro i quali si interessano di componenti ed impianti, ringraziano la Caleffi e, credo Lei in particolare, per lo sforzo assolutamente non comune nel preparare questa documentazione tanto desiderata da chi ha veramente a cuore la propria professione e passione.

Sicuramente, il modo da voi adottato, indurrà molti giovani studenti ad intraprendere la carriera del Termotecnico poiché l'esposizione di questa disciplina scientifica in modo così chiaro ed interessante (anche e soprattutto graficamente, reale punto di vista) renderà piacevole, e speriamo, entusiasmante questa materia un pò ostica, non sempre perfetta e/o di facile comprensione.

Ancora tanti, tantissimi complimenti a Lei, alla Caleffi, agli Autori ed a tutto lo Staff.

Cordiali Saluti

Consulente Impianti Generali e Termotecnici

Dario Mininni



Su Idraulica, e siamo ormai alla prima edizione del quattordicesimo anno, abbiamo pubblicato finora solo due lettere.

La prima, sul numero 16, si riferiva a questioni d'ordine normativo, e l'abbiamo pubblicata per dar modo a chi ci segue di confrontare fra loro le opinioni dei nostri Autori con quelle di chi aveva redatto le norme.

La seconda, riportata a lato, si riferisce invece alla nostra attività di documentazione e di divulgazione tecnica, e la pubblichiamo perché ci dà modo di meglio inquadrare obiettivi e finalità di tale lavoro: cosa di cui, unitamente ai giudizi espressi, siamo molto grati all'estensore della lettera.

Quello della documentazione e della divulgazione tecnica è stato, ed è, per noi un lavoro di primaria importanza. Un lavoro in cui abbiamo investito non trascurabili energie e risorse con un fine ben preciso: poter essere d'aiuto, e dimostrare così in modo tangibile la nostra riconoscenza, a tutti coloro che con le loro scelte hanno contribuito allo sviluppo e all'affermazione della Caleffi.

E proprio per tale ragione abbiamo pensato di approntare mezzi di studio e di consultazione (libri, riviste, schemi funzionali, listini, ecc...) redatti con particolare cura e considerando le specifiche esigenze di chi lavora nel nostro settore.

Le parole del Signor Mininni, così come quelle di tutti coloro che hanno voluto farci pervenire il loro giudizio in merito alle varie iniziative editoriali da noi proposte, ci hanno dato e ci danno sicurezza nel continuare a seguire la strada intrapresa.

Vogliamo, anzi, migliorare e integrare i nostri attuali servizi con l'aiuto dei nuovi mezzi informatici che il progresso ci mette a disposizione, per meglio dialogare, interagire e quindi collaborare con tutti gli Operatori tecnici del nostro Settore. Ben consci del fatto che i nostri Clienti meritano i miglior servizi possibili.

Marco Caleffi

Anche noi intendiamo ringraziare il collega di Torino. Il suo scritto, inoltre, ci dà l'occasione di fare una chiacchierata sul lavoro di informazione tecnica, che ormai da tanti anni svolgiamo per la Caleffi, e di considerare alcuni valori (o regole) a cui abbiamo cercato di attenerci.

Un valore che ci è stato particolarmente a cuore è quello dell'utilità. Una memoria o un articolo tecnico, se non cedono informazioni utili, sono come contenitori vuoti. Fanno perdere solo tempo. E chi lavora non ha tempo da perdere.

Anche la chiarezza è stato un valore che abbiamo sempre cercato di perseguire. Di certo, potevamo fare meglio. Comunque, in merito, non abbiamo mai lesinato né tempo né fatica, ben consapevoli del fatto che lo scrivere chiaro non è un optional, bensì una forma di dovuto rispetto verso chi legge.

Abbiamo cercato inoltre di trasmettere (anche se il termine può sembrare oggi un po' anacronistico) amore per il nostro lavoro, che non è basato su dogmi calati dall'alto, ma sul continuo confrontarsi ed interagire con la realtà di ogni giorno.

Naturalmente abbiamo potuto parlare del nostro lavoro con Colleghi ed Installatori solo grazie al costante supporto e alla liberalità della Caleffi, che mai ci ha imposto limiti o ci ha chiesto di forzare soluzioni a vantaggio dei suoi prodotti. E se possibili forzature ci sono state sono da ascrivere solo a nostro demerito.

Mai, inoltre, la Caleffi si è opposta a servizi che non riguardavano in alcun modo la sua produzione. Abbiamo così potuto parlare, tra l'altro, di scarichi ed impianti ad aria.

E di questa liberalità (che abbiamo avvertito innanzitutto come profondo rispetto verso la nostra professione) intendiamo qui dare alla Caleffi il nostro doveroso riconoscimento.

Marco e Mario Doninelli

Miscelatori termostatici per impianti solari serie 2521 - 2523

**CALEFFI
SOLAR**



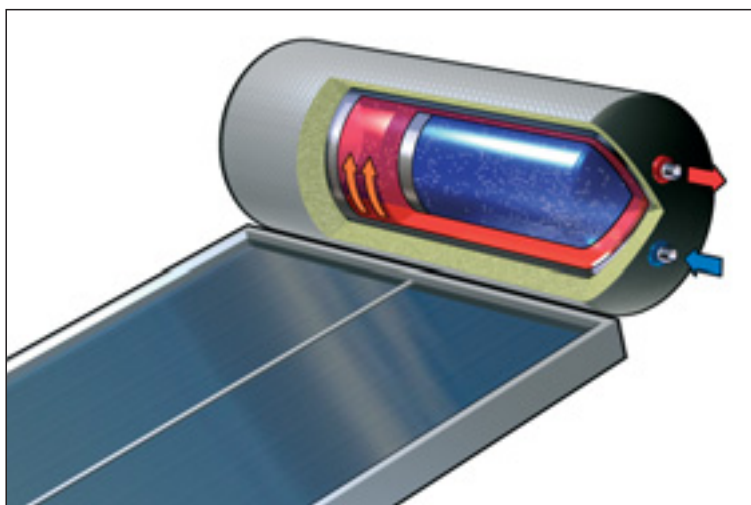
Impianti solari-elevate temperature

Negli impianti solari con circolazione naturale primaria ed accumulo con riscaldamento ad intercapedine, la temperatura dell'acqua sanitaria contenuta nell'accumulo può variare notevolmente in funzione dell'irraggiamento solare e raggiungere valori molto elevati per lunghi periodi. E', infatti, molto frequente che, in piena estate e con poco prelievo, l'acqua calda in uscita dall'accumulo possa raggiungere temperature di circa 98°C, prima che intervengano le valvole di scarico di sicurezza temperatura e pressione.

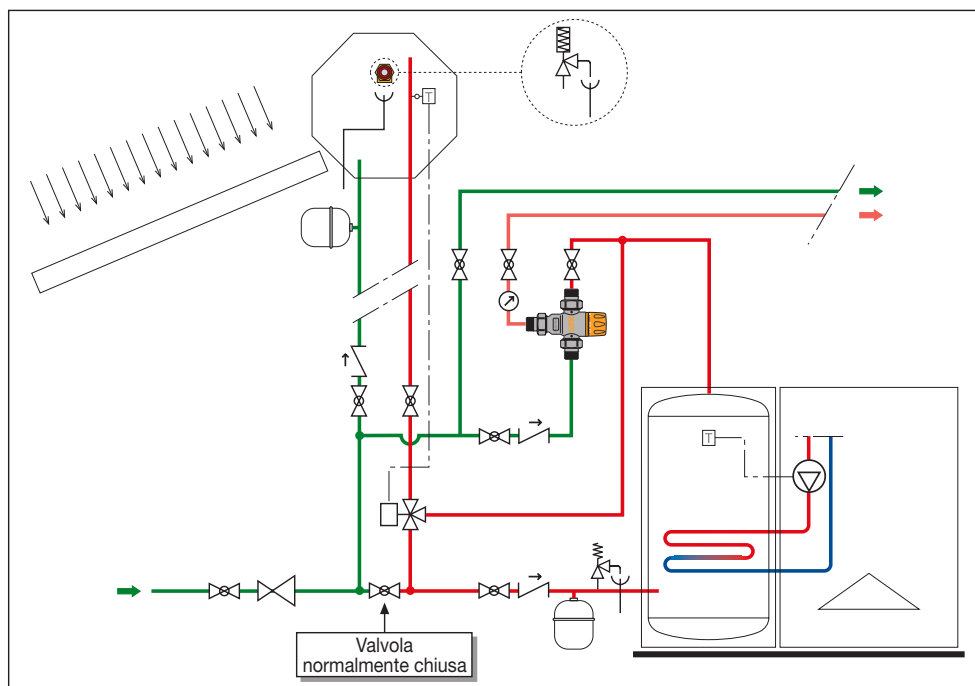
A queste temperature, inoltre, l'acqua calda non può essere utilizzata direttamente, per il pericolo che possa provocare ustioni agli utenti. Temperature maggiori di 50°C possono provocare ustioni in modo molto rapido. Ad esempio, a 55°C si ha ustione parziale in circa 30 secondi, mentre a 60°C si ha ustione parziale in circa 5 secondi.

A fronte di tutto ciò, è quindi necessario installare un miscelatore termostatico che sia in grado di:

- ridurre la temperatura dell'acqua distribuita nell'impianto sanitario ad un valore più basso rispetto a quello dell'accumulo ed utilizzabile dall'utenza. Per ragioni di sicurezza, si consiglia di regolare la temperatura dell'acqua miscelata inviata all'utenza a valori non superiori a 50°C.
- mantenere costante la temperatura dell'acqua miscelata al variare delle condizioni di temperatura e pressioni in ingresso.
- funzionare e mantenere le prestazioni nel tempo, senza problemi dovuti alla continua elevata temperatura dell'acqua calda in ingresso.
- garantire una maggior durata dell'acqua accumulata ad alta temperatura, distribuendo in rete acqua a temperatura già ridotta.



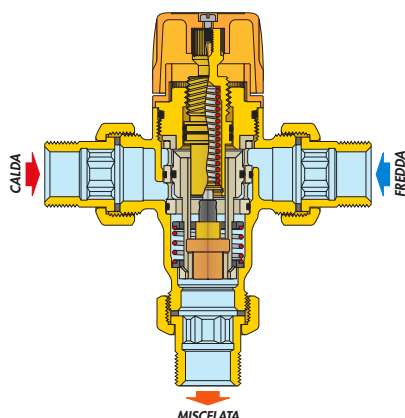
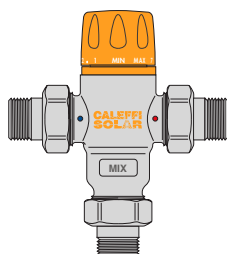
Impianto con integrazione termica



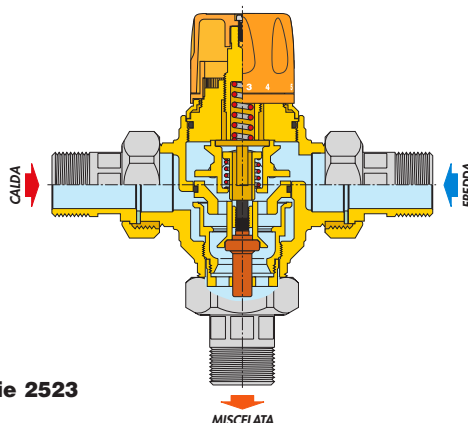
- Valvola intercettazione
- Riduttore di pressione
- Imbuto di scarico
- Valvola di ritegno
- Valvola di sicurezza T/P
- Termometro
- Vaso d'espansione
- Valvola deviatrice automatica
- Termostato
- Pompa
- Valvola di sicurezza

Miscelatori termostatici per impianti solari serie 2521 - 2523

**CALEFFI
SOLAR**



Serie 2521



Serie 2523

Caratteristiche tecniche e costruttive

- Materiali: - Corpo: lega antidezincificazione **CR**
UNI EN 12165 CW602N, cromato
- Otturatore: PSU
- Molle: acciaio inox
- Elementi di tenuta: EPDM

Campo di regolazione: 30÷65°C
Precisione: ±2°C

Pressione max esercizio (statica): 14 bar
Pressione max esercizio (dinamica): 5 bar
Pressione minima esercizio (dinamica): 0,2 bar

Temperatura max ingresso: 100°C

Massimo rapporto tra le pressioni in ingresso (C/F o F/C): 2:1

Portata minima per assicurare temperatura stabile: 5 l/min

Attacchi: 1/2" e 3/4" M a bocchettone

Caratteristiche tecniche e costruttive

- Materiali: - Corpo: ottone UNI EN 12165 CW617N, cromato
- Cartuccia ed otturatore: ottone UNI EN 12164 CW614N
- Molle: acciaio inox
- Elementi di tenuta: EPDM

Campo di regolazione: 30÷65°C
Precisione: ±2°C

Pressione max esercizio (statica): 14 bar
Pressione max esercizio (dinamica): 5 bar
Pressione minima esercizio (dinamica): 0,2 bar

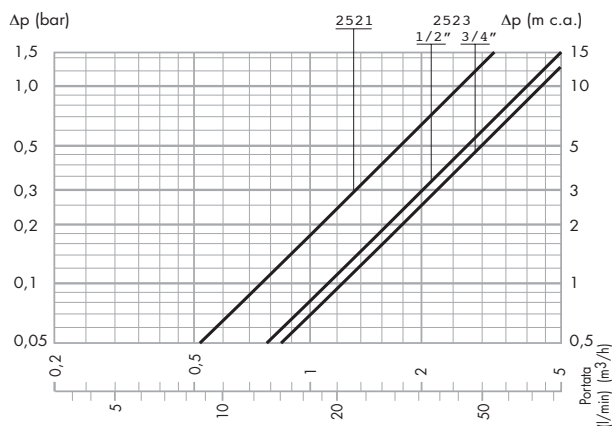
Temperatura max ingresso: 110°C

Massimo rapporto tra le pressioni in ingresso (C/F o F/C): 2:1

Portata minima per assicurare temperatura stabile: 1/2": 6,7 l/min
3/4": 8,4 l/min

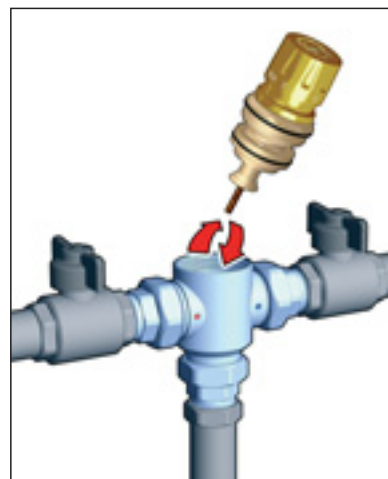
Attacchi: 1/2" e 3/4" M a bocchettone

Caratteristiche idrauliche



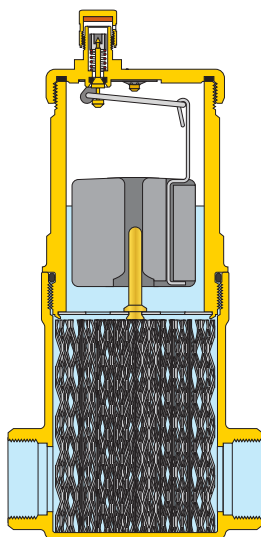
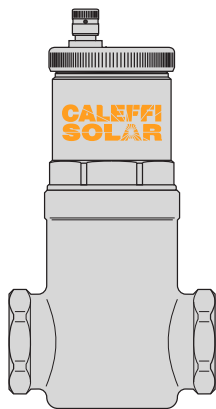
Sostituzione della cartuccia

La cartuccia interna contenente tutti i componenti di regolazione può essere ispezionata ed eventualmente sostituita senza la necessità di smontare il corpo valvola dalla tubazione.



Dispositivi di separazione e sfogo aria per impianti solari serie 251

**CALEFFI
SOLAR**



**Serie 251
DISCAL SOLAR**

Funzione

I dispositivi Discal e Discalair versione SOLAR vengono utilizzati per eliminare in modo automatico e continuo l'aria contenuta nei circuiti chiusi degli impianti solari. Questa particolare serie di dispositivi è stata appositamente realizzata per operare ad alta temperatura con fluido glicolato.

Gamma prodotti

Codice 251003 DISCAL SOLAR _____ misura 3/4"
Codice 251004 DISCALAIR SOLAR _____ misura 1/2"

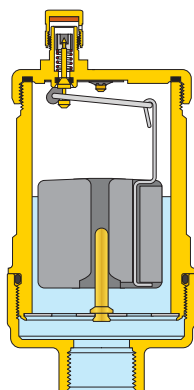
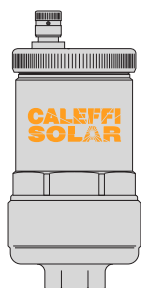
Caratteristiche tecniche e costruttive

Materiali: - Corpo: ottone UNI EN 12165 CW617N, cromato
- Elemento separatore: acciaio inox
- Galleggiante: polimero ad alta resistenza
- Tenute: elastomero ad alta resistenza

Fluido d'impiego: acqua, soluzioni glicolate
Max percentuale di glicole: 50%

Campo temperatura di esercizio: -30÷200°C

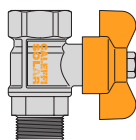
Pressione max di esercizio: 10 bar
Pressione max di scarico: 10 bar



**Serie 251
DISCALAIR SOLAR**



**Serie 250
SOLAR**



Cod. R29284

Funzione

La valvola di intercettazione viene tipicamente utilizzata in abbinamento alla valvola sfogo aria automatica per poterla escludere dopo il riempimento del circuito degli impianti solari. Questa particolare valvola può essere utilizzata per operare ad alta temperatura con fluido glicolato.

Caratteristiche tecniche e costruttive

Materiali: - Corpo:
- Sfera:
- Tenute:

ottone UNI EN 12165 CW617N, cromato
ottone UNI EN 12164 CW614N, cromato
elastomero ad alta resistenza

Fluido d'impiego:
Max percentuale di glicole:

acqua, soluzioni glicolate
50%

Campo temperatura di esercizio:

-30÷200°C

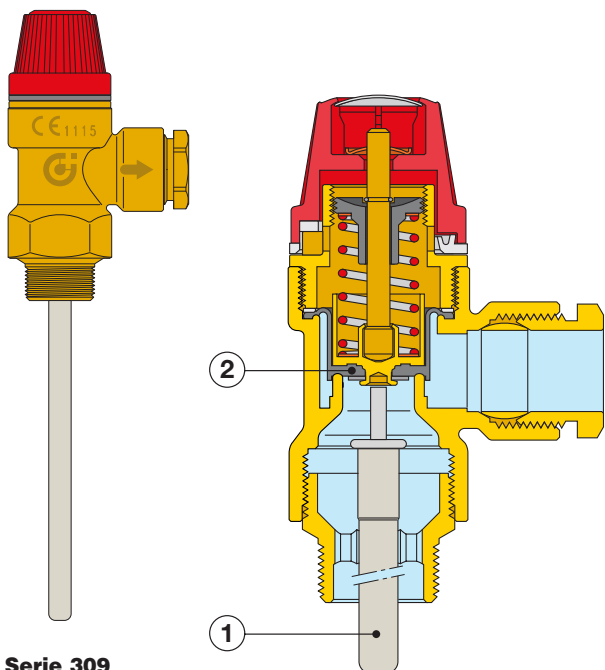
Pressione max di esercizio:

10 bar

Attacchi:

3/8" F x 3/8" M

Valvole di sicurezza temperatura e pressione per impianti solari serie 309



Serie 309

Funzione

La valvola di sicurezza combinata temperatura e pressione controlla e limita la temperatura e la pressione dell'acqua calda contenuta in un accumulo sanitario ed evita che in quest'ultimo si possano raggiungere temperature superiori ai 100°C, con formazione di vapore.

Al raggiungimento dei valori di taratura, la valvola scarica in atmosfera una quantità d'acqua sufficiente a far sì che temperatura e pressione rientrino nei limiti di funzionamento dell'impianto.

Questa particolare serie di valvole è certificata come rispondente ai requisiti di prestazione della norma europea EN 1490.

Gamma prodotti

Serie 309 Valvola di sicurezza T & P:

1/2" x Ø 15 mm _____ tarature 90°C e 4, 7, 10 bar
3/4" x Ø 22 mm _____ tarature 90°C e 4, 7, 10 bar

Principio di funzionamento

La valvola apre lo scarico al raggiungimento dei valori di taratura per:

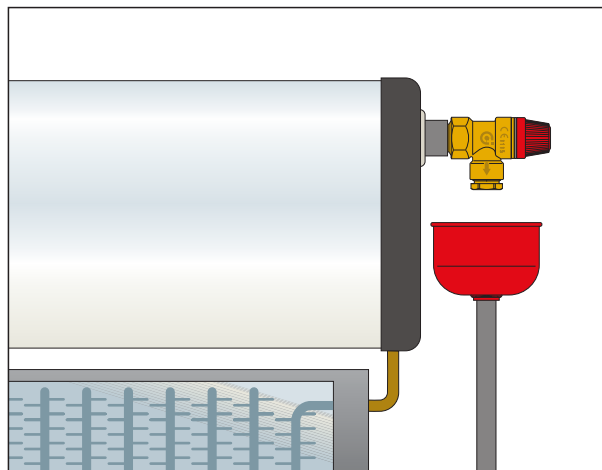
- **temperatura:** il fluido termostatico con cui è riempita la sonda di temperatura 1) immersa nell'accumulo di acqua calda, si espande all'aumentare della temperatura. Questa espansione provoca il movimento di un perno di spinta che agisce sull'otturatore 2) aprendo la valvola. La valvola è tarata per aprire a temperature superiori a 90°C.
- **pressione:** l'otturatore, contrastato da una molla tarata, si apre al raggiungimento della pressione di taratura e, mediante il movimento della membrana, apre completamente il passaggio di scarico. La pressione di taratura viene scelta in funzione della massima pressione ammissibile in impianto.

Al diminuire della temperatura e della pressione, si ha l'azione inversa, con la conseguente richiusura della valvola entro le tolleranze imposte.

Caratteristiche tecniche e costruttive

Materiali: - Corpo:	lega antidezincificazione CR UNI EN 12165 CW602N
- Asta:	ottone UNI EN 12164 CW614N
- Otturatore e membrana:	EPDM
- Molla:	acciaio
- Manopola comando:	PA6GF
Pressione nominale:	PN 10
Potenzialità di scarico: - 1/2":	10 kW
- 3/4":	25 kW

Schema applicativo



CATTURARE ENERGIA NON BASTA. BISOGNA SAPERLA REGOLARE.



Componenti per impianti solari - CALEFFI SOLAR

www.caleffi.it

Le serie di prodotti Caleffi Solar sono state specificamente realizzate per l'utilizzo sui circuiti degli impianti solari, dove il fluido può operare ad elevate temperature.

- Valvole di sicurezza
- Valvole automatiche di sfogo aria con intercettazione
- Disaeratori
- Miscelatori termostatici

CALEFFI SOLUTIONS MADE IN ITALY

 **CALEFFI**
Hydronic Solutions