

# RIELLO

## WEBINAR SU IDRAULICA

**Fondamenti e dimensionamento L'ABC del Movimento:**

**Fisica, Perdite di Carico e Dimensionamento delle Reti**

Mercoledì 01 luglio 2026 dalle 16:00 alle 18:00



©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

1

## Il programma completo

# RIELLO

- **Mercoledì 1° luglio**
  - **Concetti fondamentali: portate, pressioni, perdite di carico, dimensionamento delle reti di distribuzione**
- **Giovedì 9 luglio**
  - Il controllo dei corpi scaldanti. I circuiti idraulici di utenza. I circuiti a portata variabile. Il bilanciamento dei circuiti. I circuiti di generazione
- **Martedì 8 settembre**
  - Le pompe di circolazione. Che cosa sono le pompe elettroniche. I parametri delle pompe elettroniche. Esempi di problemi e soluzioni
- **Martedì 15 settembre**
  - Le valvole di regolazione. Tipologie di valvole. Cenni sui regolatori PID. L'ottimizzazione delle regolazioni e le funzioni di ottimizzazione energetica. Esempi di problemi di regolazione e soluzioni.

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

2

2

## Agenda

**RIELLO**

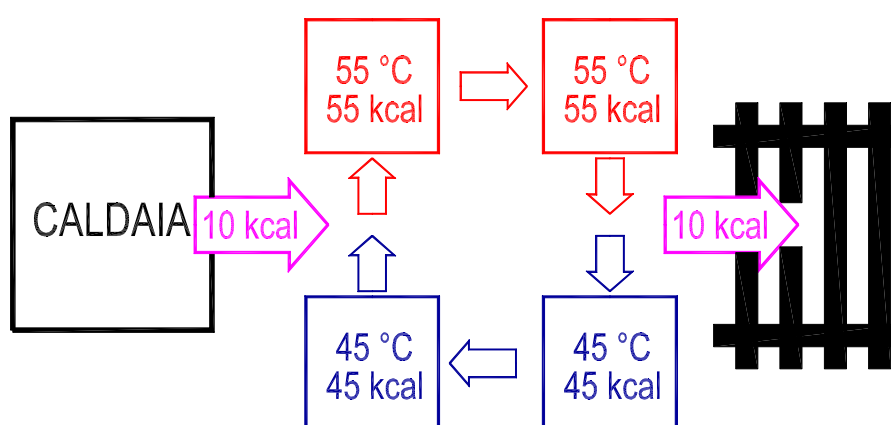
- Perché facciamo circolare l'acqua? Portate, pressione e perdite di carico
- Velocità tipiche negli impianti e portate tubazioni, strumenti di misura di portata
- Le perdite di carico dipendono dal quadrato della portata: conseguenze pratiche
- Perdite di carico distribuite, perdite di carico concentrate, uso del Kv e diagrammi
- Perdite di carico tipiche negli impianti HVAC
- Dimensionamento della rete di distribuzione

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

3

3

## Perché facciamo girare l'acqua?

**RIELLO**


Per trasportare il calore dalla caldaia ai corpi scaldanti occorre "caricarlo" su un fluido termovettore.  
Ogni litro di acqua, ad ogni giro dell'impianto trasporta una quantità di calore pari  
alla differenza di temperatura fra andata e ritorno

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

4

4

## I circuiti idraulici servono a trasportare calore...

**RIELLO**

### NELLA GIUSTA QUANTITÀ A CIASCUN TERMINALE

1. **Dimensionamento:** devo poter trasmettere **abbastanza** calore (potenza)
2. **Bilanciamento:** deve arrivare **dove** richiesto
3. **Regolazione:** ne deve arrivare **quanto** richiesto

### ...AL MOMENTO GIUSTO

- È parte della regolazione

### ...SENZA PERDERNE TROPPO PER STRADA...

- Coibentazione delle tubazioni ma anche scelta del circuito idraulico

### ... E CONSUMANDO MENO ENERGIA AUSILIARIA POSSIBILE...

- Selezione del circuito idraulico e delle modalità di regolazione

Si può fare tutto questo contemporaneamente senza aggrovigliarsi in impianti complicati e sofisticati?

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

5

5

## L'energia trasportata con l'acqua

**RIELLO**

La quantità di calore **Q** "caricata" o "scaricata" dipende da

- quantità di acqua **V** (litri o kg)
- calore specifico **c<sub>p</sub>** (1,16 Wh/l·°C)
- differenza di temperatura **ΔT** (°C)

$$Q = V \times c_p \times \Delta T$$

### 1 doccia

$$V = 12 \text{ l/min} \times 5 \text{ minuti} = 60 \text{ litri}$$

$$\Delta T = 40 - 12 \text{ °C} = 38 \text{ °C}$$

$$Q = 60 \text{ l} \times 1,16 \text{ Wh/l}^\circ\text{C} \times 38 \text{ °C} = 2,645 \text{ kWh}$$

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

6

6

## I circuiti idraulici

**RIELLO**

- **Per trasportare il calore** occorre far girare l'acqua percorrendo la mandata ed il ritorno
- **Ad ogni giro**, l'acqua trasporta una quantità di calore proporzionale alla **differenza fra la temperatura di mandata e la temperatura di ritorno**.
- Se la differenza di temperatura fra mandata e ritorno è più elevata basta far girare meno acqua
- **Per regolare l'erogazione di calore** dell'impianto dovremo regolare la temperatura dell'acqua oppure la portata oppure lo scambio termico sui corpi scaldanti (ventilconvettori) utilizzando opportuni **circuiti idraulici**.

L'impianto non è un «giostra per acqua» ma un nastro trasportatore del calore

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

7

7

## Che potenza viaggia nell'impianto?

**RIELLO**

La **potenza termica P** è il rapporto fra la **quantità di calore Q** trasportata ed il **tempo impiegato t**.

In un circuito idraulico la potenza termica è data dal prodotto della **portata V'** per il **salto termico  $\Delta T$**  e per il **calore Specifico  $c_p$**

$$P = Q/t = (V \times c_p \times \Delta T) / t = (V/t) \times c_p \times \Delta T$$

$$\text{Potenza} = \text{Portata} \times \text{Salto termico} \times c_p$$

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

8

8

Che potenza viaggia nell'impianto?

**RIELLO**

**Portata x  $\Delta t$  x calore specifico = Potenza**

**700 l/h x 10 °C x 1,16 Wh/l°C = 8120 W**

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

9

9

Che portata deve circolare ?

**RIELLO**

$$\frac{1000W}{5^{\circ}C \times 1,16Wh/l^{\circ}C} = 164,4l/h$$

**Pannelli**

$$\frac{1000W}{10^{\circ}C \times 1,16Wh/l^{\circ}C} = 82,2l/h$$

**Ventilconvettori  
Radiatori**

$$\frac{1000W}{20^{\circ}C \times 1,16Wh/l^{\circ}C} = 41,1l/h$$

**Radiatori con  
termostatiche**

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

10

10

**Che salto termico ci si aspetta?**

**RIELLO**

$$\frac{1000W}{200l/h \times 1,16Wh/l^{\circ}C} = 4,3^{\circ}C$$

$$\frac{25.000W}{1200l/h \times 1,16Wh/l^{\circ}C} = 17,9^{\circ}C$$

$$\frac{4.000W}{1200l/h \times 1,16Wh/l^{\circ}C} = 2,9^{\circ}C$$

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

11

11

**La «leva» della termotecnica: il  $\Delta T$  mandata/ritorno**

**RIELLO**

$$\text{Potenza} = \text{Portata} \times \text{Salto termico} \times c_p$$

$$\text{Portata} = \frac{\text{Potenza}}{\text{Salto termico} \times c_p}$$

**$\Delta T$  nominale è una scelta progettuale**

Valore di  $C_p$

**W l/h**



1,16 Wh/l $^{\circ}C$

**kW m<sup>3</sup>/h**



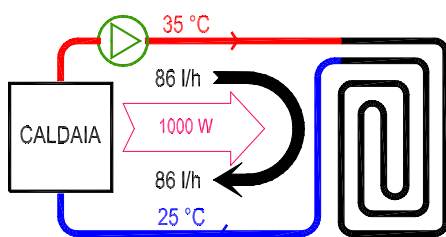
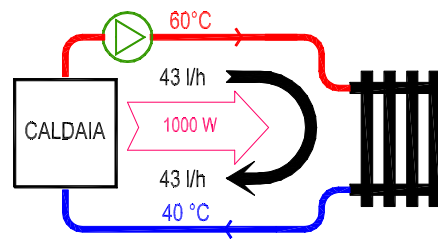
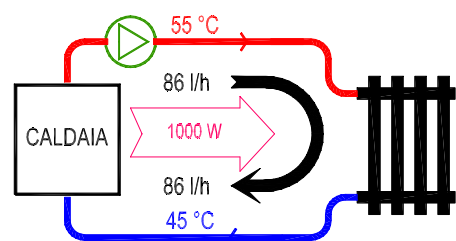
1,16 kWh/m<sup>3</sup>  $^{\circ}C$

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

12

12

## Salto termico e temperatura media

**RIELLO**


Quello che conta, ai fini del trasporto del calore nella rete di distribuzione non è la temperatura media dell'impianto ma la **differenza di temperatura** fra mandata e ritorno

La **temperatura media** influenza l'erogazione di calore da parte dei corpi scaldanti

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

13

13

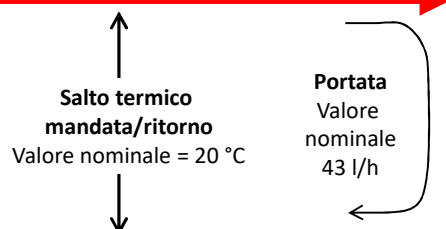
## Il dettaglio delle temperature di un radiatore: condizioni nominali

**RIELLO**
**LATO ACQUA**

**Potenza termica**  
Valore nominale = 1000 W

**LATO ARIA**

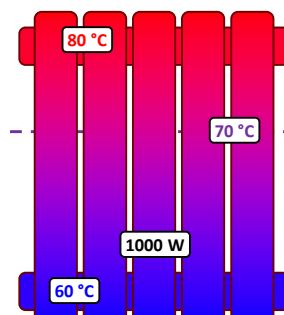
**Temperatura di mandata**  
Valore nominale = 80 °C



**Salto termico mandata/ritorno**  
Valore nominale = 20 °C

**Portata**  
Valore nominale  
43 l/h

**Temperatura di ritorno**  
Valore nominale = 60 °C



*I «dati nominali»  
servono solo a dire  
«quanto grande è il radiatore».*

**Temperatura media del radiatore**  
Valore nominale = 70 °C

**Salto termico lato aria**  
Valore nominale = 50 °C

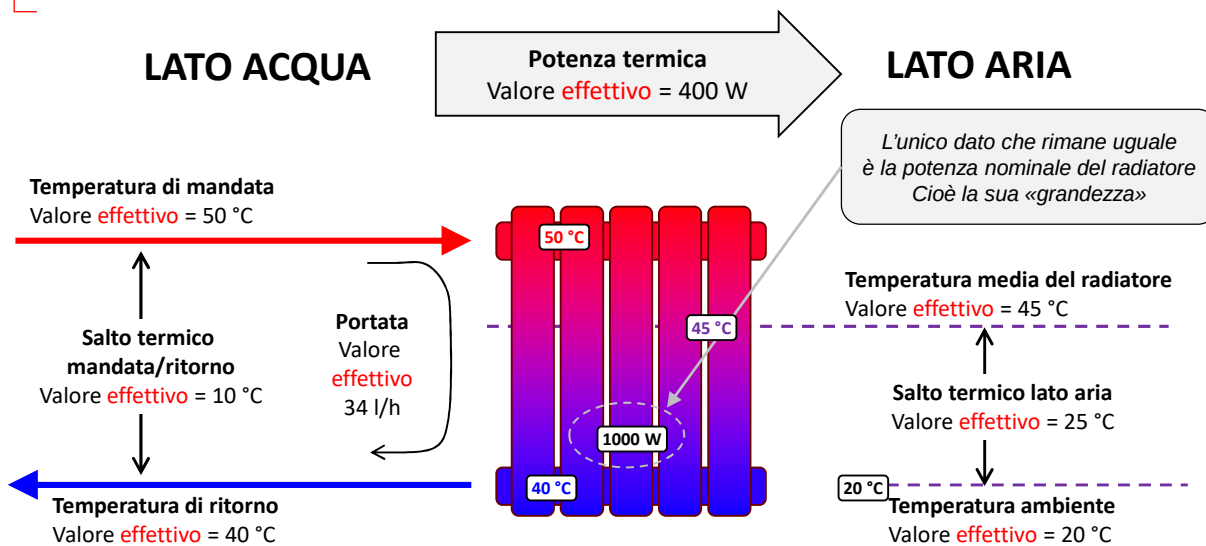
**Temperatura ambiente**  
Valore nominale = 20 °C

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

14

14

## Il dettaglio delle temperature di un radiatore: condizioni nominali

**RIELLO**


©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

15

15

## Regola pratica di ispezione

**RIELLO**

$$\text{Potenza} = \text{Portata} \times \text{salto termico}$$

In un impianto notate che le temperature di mandata e ritorno sono molto simili. **Cosa vuol dire?**

In un impianto notate che le temperature di mandata e ritorno sono molto diverse. **Cosa vuol dire?**

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

16

16



## Quantità e portata di acqua

**RIELLO**

- La **quantità di acqua V** si misura in kg (massa) o litri (volume)  
→ nei circuiti idraulici possiamo confonderli  
(finché non dobbiamo pensare alla dilatazione... vaso espansione)
- La **portata di acqua V'** è la quantità di acqua che passa in una unità di tempo  
→ litri/ ora ... m<sup>3</sup>/ora  
... l/min ... l/s ...

**1...4 l/min**  
**60...240 l/h**



©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

17

17

## Esempi di portate

**RIELLO**

|                                                                           | Portata           |        |       |       |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------|-------|-------|
|                                                                           | m <sup>3</sup> /h | l/h    | l/min | l/s   |
| <b>SANITARI</b>                                                           |                   |        |       |       |
| Rubinetto vasca da bagno                                                  | 0,72              | 720    | 12,0  | 0.2   |
| Doccia                                                                    | 0,54              | 540    | 9,0   | 0.15  |
| Rubinetto lavabo                                                          | 0,36              | 360    | 6,0   | 0.1   |
| <b>CIRCOLAZIONE NEGLI IMPIANTI</b>                                        |                   |        |       |       |
| 1 radiatore da 500 W, $\Delta\theta = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$         | 0,02              | 22     | 0,36  | 0,006 |
| 1 radiatore da 3000 W, $\Delta\theta = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$        | 0,26              | 259    | 4,31  | 0,072 |
| 1 pannello da 1 kW, $\Delta\theta = 8\text{ }^{\circ}\text{C}$            | 0,11              | 108    | 1,80  | 0,030 |
| 1 unità immobiliare, 10 kW, $\Delta\theta = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$   | 0,43              | 431    | 7,2   | 0,120 |
| 1 unità immobiliare, 10 kW, $\Delta\theta = 8\text{ }^{\circ}\text{C}$    | 1,08              | 1.078  | 18,0  | 0,30  |
| 12 unità immobiliari, 100 kW, $\Delta\theta = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ | 4,31              | 4.310  | 71,8  | 1,20  |
| 24 unità immobiliari, 200 kW, $\Delta\theta = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ | 17,24             | 17.241 | 287   | 4,79  |

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

18

18

## Il significato di 90 l/h

**RIELLO**


Ci vuole pazienza...



**20 secondi**

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

19

19

## Relazione fra portata e velocità

**RIELLO**

▪  $A$  [mm<sup>2</sup>] = area della sezione interna

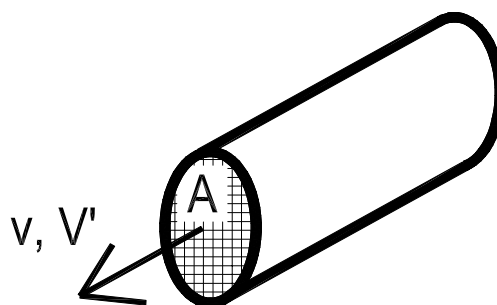
▪  $v$  [m/s] = velocità

▪  $V'$  [l/h] = portata

$$V' = A \cdot v \cdot 3,6$$

$$v = \frac{V'}{A \cdot 3,60}$$

$$A = \frac{V'}{v \cdot 3,60}$$



Diametro interno 10 mm  
Portata 43 l/h

$$\longrightarrow v = \frac{43 \text{ l/h}}{80 \text{ mm}^2 \cdot 3,6} = 0,15 \text{ m/s}$$

**0,15 m/s:** ci vogliono 10 secondi di orologio per percorrere 1,5 metri... seguitelo con il dito...

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

20

20

## Velocità tipiche dei fluidi negli impianti

**RIELLO**

| Descrizione                                             | m/s                 |
|---------------------------------------------------------|---------------------|
| Acqua, tubazioni principali in acciaio                  | 0,5...2,0 (max 2,5) |
| Acqua, tubazioni secondarie                             | 0,2...1,2 (max 1,5) |
| Acqua, tubazioni in rame                                | 0,2...0,8 (max 1,0) |
| Condotte d'aria principali di climatizzazione in cavedi | 3...5               |
| Condotte d'aria di distribuzione al piano               | 2...3               |
| Griglie di ripresa ed espulsione                        | 1,0...2,5           |
| Condotte di gas                                         | 10...20 (max 30)    |
| Vapore                                                  | 20...40 (max 60)    |
| Fumi in camini a tiraggio naturale                      | 3...10              |
| Condotti scarico fumi                                   | 10...15 (max 20)    |

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

21

21

## Dimensioni tipiche dei tubi

**RIELLO**

| Tubo     | Diametro esterno | Spessore | Diametro interno | Area sezione    | Tubo  | Diametro esterno | Spessore | Diametro interno | Area sezione    |
|----------|------------------|----------|------------------|-----------------|-------|------------------|----------|------------------|-----------------|
|          | mm               | mm       | mm               | mm <sup>2</sup> |       | mm               | mm       | mm               | mm <sup>2</sup> |
| 10 x 1   | 10               | 1,0      | 8                | 50              | DN 15 | 21,3             | 2,35     | 16,6             | 216             |
| 12 x 1   | 12               | 1,0      | 10               | 79              | DN 20 | 26,9             | 2,35     | 22,2             | 387             |
| 16 x 1   | 16               | 1,0      | 14               | 154             | DN 25 | 33,7             | 2,9      | 27,9             | 611             |
| 18 x 1,5 | 18               | 1,5      | 15               | 177             | DN 32 | 42,4             | 2,9      | 36,6             | 1.052           |
| 22 x 1,5 | 22               | 1,5      | 19               | 284             | DN 40 | 48,3             | 2,9      | 42,5             | 1.419           |
| 28 x 1,5 | 28               | 1,5      | 25               | 491             | DN 50 | 60,3             | 3,25     | 53,8             | 2.273           |

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

22

22

## Portate e potenze trasportabili con 20 mm c.a. al metro

**RIELLO**

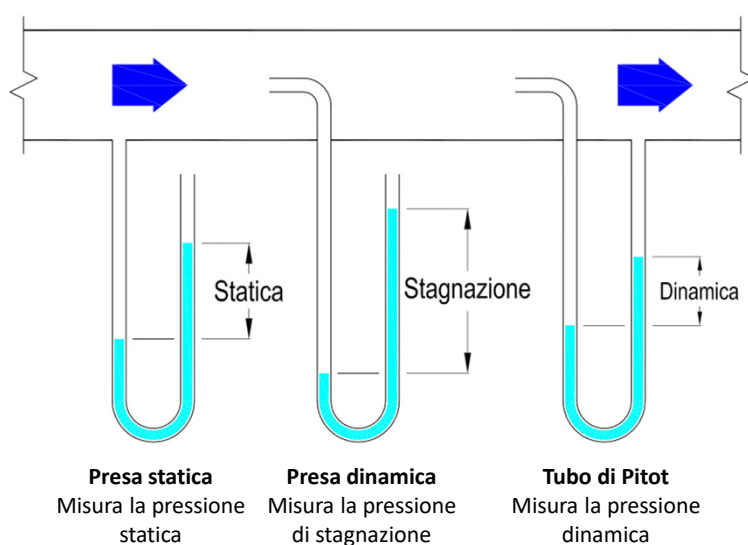
| Tubo     | Diametro esterno | Spessore | Diametro interno | Area sezione    | Velocità acqua | Portata | Portata | Potenza $\Delta T$ 5°C | Potenza $\Delta T$ 10°C | Potenza $\Delta T$ 20°C |
|----------|------------------|----------|------------------|-----------------|----------------|---------|---------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
|          | mm               | mm       | mm               | cm <sup>2</sup> | m/s            | l/h     | l/s     | kW                     | kW                      | kW                      |
| 10 x 1   | 10               | 1,0      | 8                | 0,50            | 0,5            | 90      | 0,03    | 0,5                    | 1,0                     | 2,1                     |
| 12 x 1   | 12               | 1,0      | 10               | 0,79            | 0,5            | 141     | 0,04    | 0,8                    | 1,6                     | 3,3                     |
| 16 x 1   | 16               | 1,0      | 14               | 1,54            | 0,5            | 277     | 0,08    | 1,6                    | 3,2                     | 6,4                     |
| 18 x 1,5 | 18               | 1,5      | 15               | 1,77            | 0,5            | 318     | 0,09    | 1,8                    | 3,7                     | 7,4                     |
| 22 x 1,5 | 22               | 1,5      | 19               | 2,84            | 0,5            | 510     | 0,14    | 3,0                    | 5,9                     | 11,8                    |
| 28 x 1,5 | 28               | 1,5      | 25               | 4,91            | 0,5            | 884     | 0,25    | 5,1                    | 10,2                    | 20,5                    |
| DN 15    | 21,3             | 2,35     | 16,6             | 2,16            | 0,5            | 390     | 0,11    | 2,3                    | 4,5                     | 9,0                     |
| DN 20    | 26,9             | 2,35     | 22,2             | 3,87            | 0,5            | 697     | 0,19    | 4,0                    | 8,1                     | 16,2                    |
| DN 25    | 33,7             | 2,9      | 27,9             | 6,11            | 0,65           | 1.431   | 0,40    | 8,3                    | 16,6                    | 33,2                    |
| DN 32    | 42,4             | 2,9      | 36,6             | 10,5            | 0,75           | 2.841   | 0,79    | 16,5                   | 33,0                    | 65,9                    |
| DN 40    | 48,3             | 2,9      | 42,5             | 14,2            | 0,8            | 4.086   | 1,1     | 23,7                   | 47,4                    | 94,8                    |
| DN 50    | 60,3             | 3,25     | 53,8             | 22,7            | 1,0            | 8.184   | 2,3     | 47,5                   | 94,9                    | 189,9                   |
| DN 65    | 76,1             | 3,25     | 69,6             | 38,0            | 1,2            | 16.435  | 4,6     | 95,3                   | 190,7                   | 381,3                   |
| DN 80    | 88,3             | 3,25     | 81,8             | 52,6            | 1,3            | 24.594  | 6,8     | 142,6                  | 285,3                   | 570,6                   |
| DN 100   | 115              | 3,25     | 108,5            | 92,5            | 1,5            | 49.926  | 13,9    | 289,6                  | 579,1                   | 1.158,3                 |
| DN 150   | 165              | 3,25     | 158,5            | 197,3           | 1,9            | 134.956 | 37,5    | 782,7                  | 1.565,5                 | 3.131,0                 |
| DN 200   | 215              | 3,25     | 208,5            | 341,4           | 2,2            | 270.405 | 75,1    | 1.568,3                | 3.136,7                 | 6.273,4                 |

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

23

23

## Il tubo di Pitot

**RIELLO**


Gli strumenti di misura della portata spesso misurano la velocità, la portata è ottenuta per calcolo.

Molti strumenti di misura della velocità sono fondati sulla **pressione dinamica** o su una sua variazione.

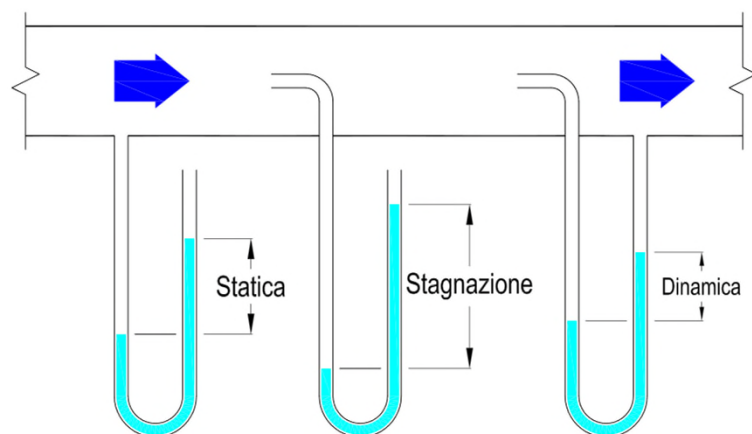
La pressione dinamica  $P_{din}$  è la pressione equivalente all'energia cinetica posseduta dal fluido.

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

24

24

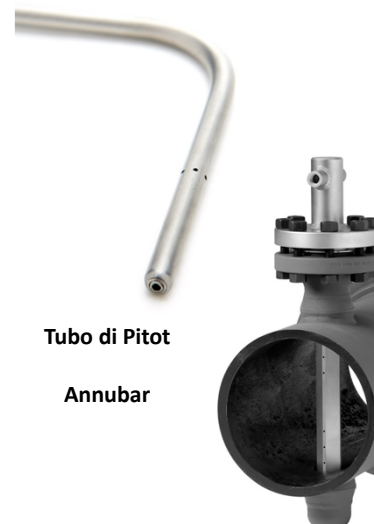
## Il tubo di Pitot

**RIELLO**


**Presenza statica**  
Misura la pressione statica

**Presenza dinamica**  
Misura la pressione di stagnazione

**Tubo di Pitot**  
Misura la pressione dinamica



Tubo di Pitot

Annubar

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

25

25

## Pressione dinamica nel caso dell'acqua

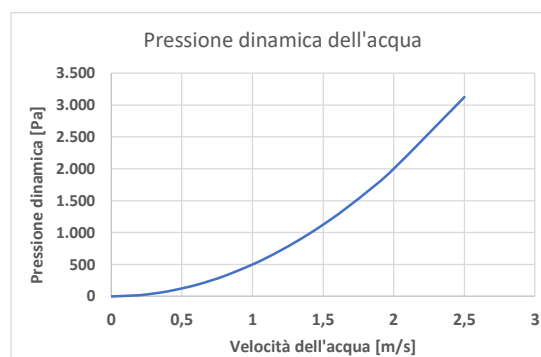
**RIELLO**

Gli strumenti di misura della portata spesso misurano la velocità, la portata è ottenuta per calcolo. Molti strumenti di misura della velocità sono fondati sulla **pressione dinamica** o su una sua variazione. La pressione dinamica  $P_{din}$  è la pressione equivalente all'energia cinetica posseduta dal fluido.

$$P_{din} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$$

Per l'acqua  
 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

| Densità<br>g |       | kg/m³<br>m/s² | 1000<br>9,8 |
|--------------|-------|---------------|-------------|
| v<br>m/s     | Pa    | Pdin<br>mbar  | m c.a.      |
| 0            | 0     | 0             | 0,000       |
| 0,2          | 20    | 0,2           | 0,002       |
| 0,4          | 80    | 0,8           | 0,008       |
| 0,6          | 180   | 1,8           | 0,018       |
| 0,8          | 320   | 3,2           | 0,03        |
| 1            | 500   | 4,9           | 0,05        |
| 1,2          | 720   | 7,1           | 0,07        |
| 1,4          | 980   | 9,7           | 0,10        |
| 1,6          | 1.280 | 12,6          | 0,13        |
| 1,8          | 1.620 | 16,0          | 0,17        |
| 2            | 2.000 | 19,7          | 0,20        |
| 2,5          | 3.125 | 30,8          | 0,32        |



©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

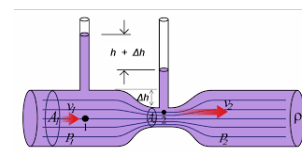
26

26

## Strumenti di misura portata



- Contalitri a turbina
- Ultrasuoni transito / doppler
- Ultrasuoni esterno
- Flussimetri pannelli (rotametro)
- Pompe elettroniche
- Valvole di bilanciamento
- Tronchetto misura portata INAIL



©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

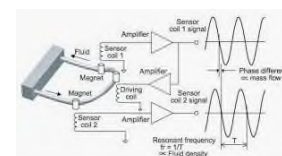
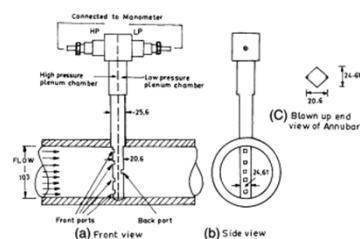
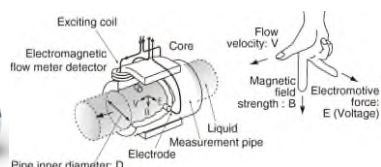
27

27

## Altri strumenti di misura portata



- Vortex
- Flange tarate
- Coriolis
- Magnetico
- Annubar



©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

28

28

## La pressione dinamica nelle condotte d'aria

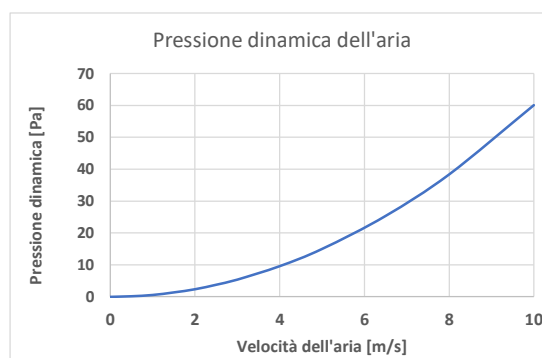
**RIELLO**

- Nel caso dell'aria, molti strumenti utilizzano la pressione dinamica per la misura della velocità
- La densità dell'aria è quasi 1000 volte inferiore a quella dell'acqua → il segnale di pressione è piccolissimo a meno che la velocità non sia molto alta → Misure a bassa velocità molto delicate

$$P_{din} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$$

Per l'aria a 20 °C  
 $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$

|         |       |         |
|---------|-------|---------|
| Densità | kg/m³ | 1,2     |
| g       | m/s²  | 9,8     |
| v       | Pa    | Pdin    |
| m/s     |       | mm c.a. |
| 0       | 0,0   | 0       |
| 0,5     | 0,2   | 0,0     |
| 1       | 0,6   | 0,1     |
| 1,5     | 1,4   | 0,1     |
| 2       | 2,4   | 0,2     |
| 2,5     | 3,8   | 0,4     |
| 3       | 5,4   | 0,5     |
| 4       | 10    | 0,9     |
| 5       | 15    | 1,5     |
| 6,5     | 25    | 2,5     |
| 8       | 38    | 3,8     |
| 10      | 60    | 5,9     |



©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

29

29

## Pressione

**RIELLO**

- **Definizione:** La **pressione** è una **forza** per
- **Unità di misura** ufficiale:  $[\text{N/m}^2] = \text{Pascal} [\text{Pa}]$
- Sono in uso molte **unità tecniche**, fra cui
  - $1 \text{ bar} \approx 1 \text{ kg/cm}^2 \approx 100.000 \text{ Pascal} = 0,1 \text{ MPa}$
  - **1 m c.a.  $\approx 0,1 \text{ bar}$**
  - $1 \text{ mm. c.a.} \approx 10 \text{ Pascal}$
  - $1 \text{ mbar} \approx 100 \text{ Pascal}$  (per cui  $1 \text{ mbar} \approx 1 \text{ hPa}$ )
- La pressione agisce sempre in direzione perpendicolare alla superficie del recipiente
- La **forza** è data da **pressione** x **area**  
 Esempio:  $1 \text{ bar} \times 1 \text{ m}^2 = \dots?$

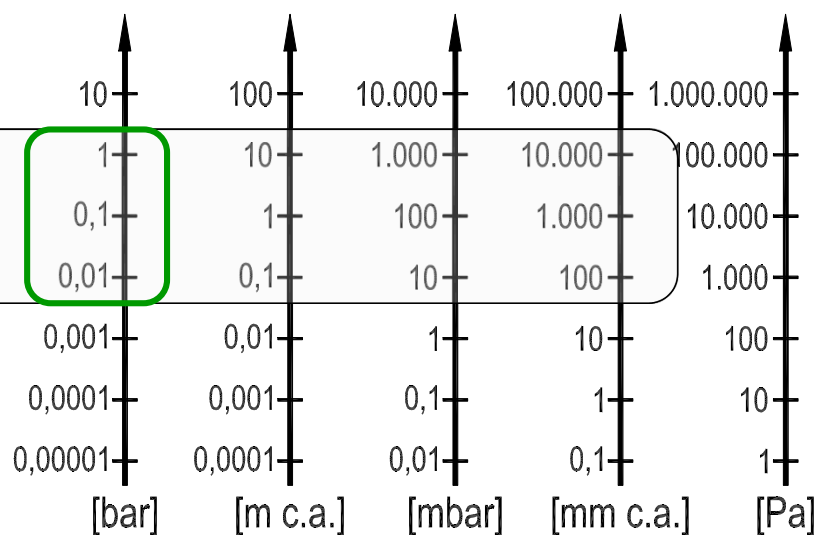


©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

30

30

## Scale delle unità di misura di pressione

**RIELLO**
**IMPIANTI  
IDRAULICI**


©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

31

31

## Pressione assoluta e relativa

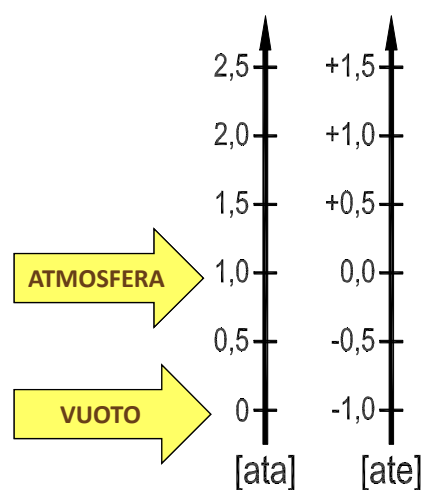
**RIELLO**

- **Pressione assoluta:** lo zero è il vuoto.

Veniva indicata con [ata] per distinguerla da [ate] (pressione relativa)

- **Pressione differenziale:** è la differenza di pressione fra due punti

- **Pressione relativa:** lo zero è la pressione atmosferica. Veniva indicata con [ate]. È anche la pressione differenziale rispetto ad un punto a pressione atmosferica.



©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

32

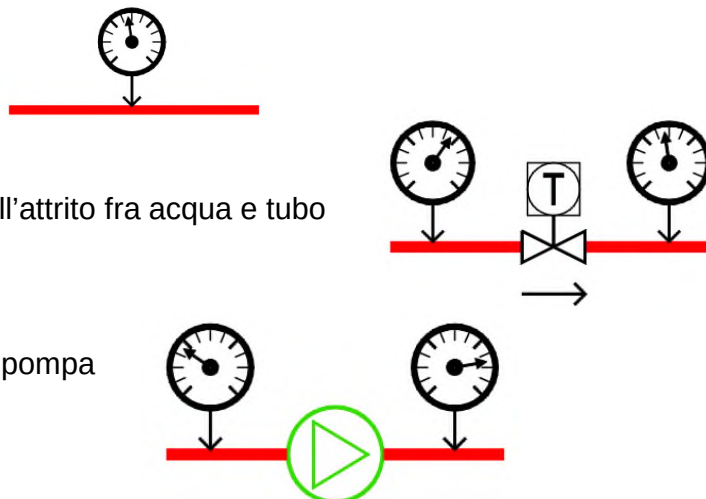
32



## Per capirci...

**RIELLO**

- **Pressione** →  
misurata in un punto
- **Perdita di carico** →  
differenza di pressione a causa dell'attrito fra acqua e tubo  
**Forza resistente**
- **Prevalenza** →  
aumento di pressione fornito dalla pompa  
**Forza motrice**

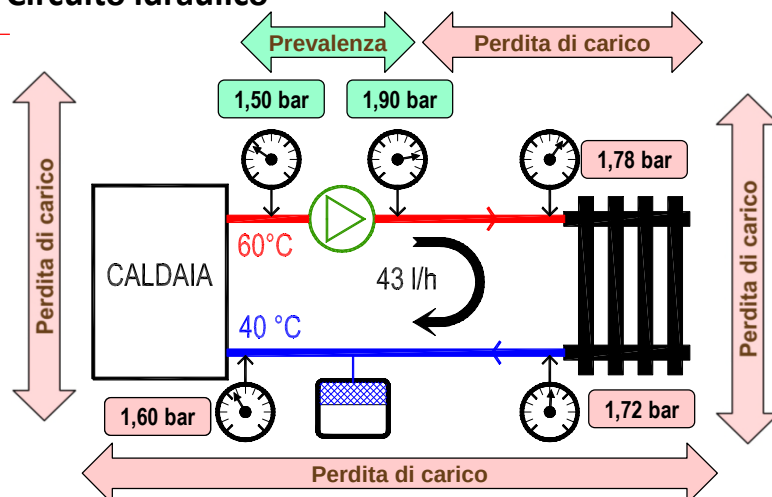


©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

33

33

## Circuito idraulico

**RIELLO**


La pompa  
«spinge» l'acqua  
aumentandone la pressione .

Le tubazioni e tutte le  
apparecchiature oppongono  
resistenza alla circolazione  
dell'acqua e ne diminuiscono  
la pressione

Il livello di pressione dipende  
dalla carica del vaso.

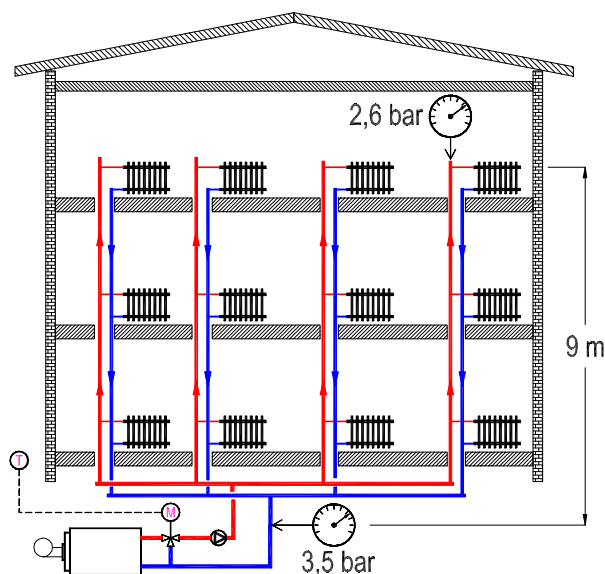
Per far girare l'acqua in un circuito occorre una spinta (prevalenza) sufficiente per vincere le resistenze (perdite di carico di tubazioni ed apparecchi)

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

34

34

## Effetto della quota

**RIELLO**


In un impianto, la pressione diminuisce con la quota

10 m → 1 bar

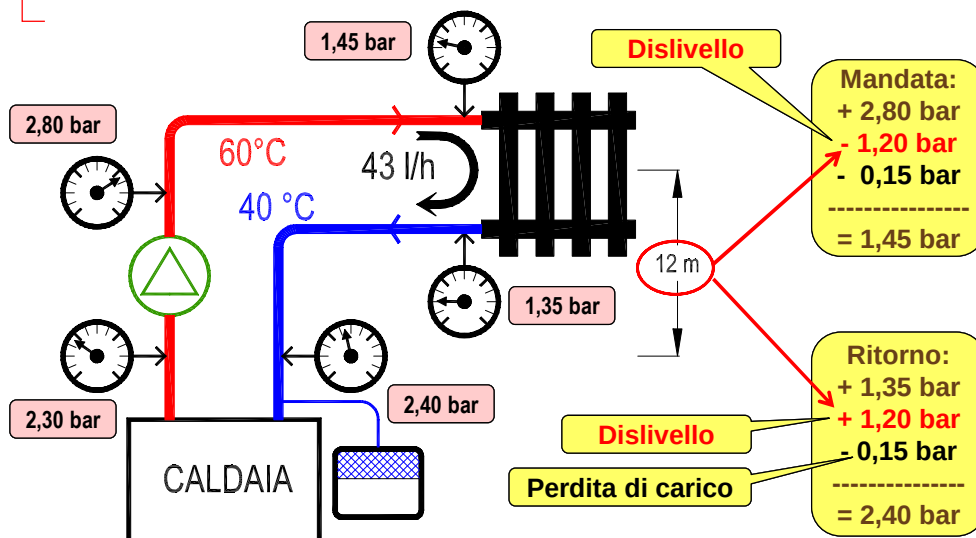
Quando si misura la pressione di un impianto si deve sempre indicare la quota.

**Pressione di collaudo...  
... a quale quota?**

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.
35

35

## Effetto delle differenze di quota in un circuito chiuso

**RIELLO**


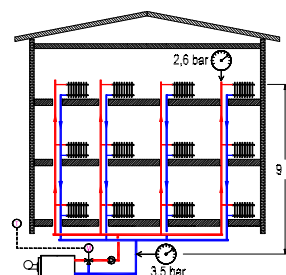
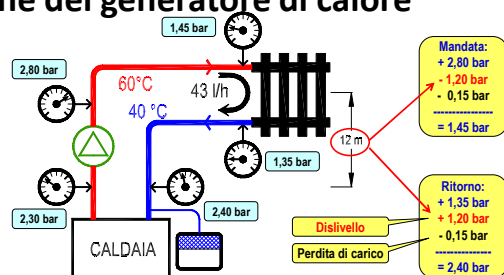
In un circuito **chiuso**, gli effetti dei dislivelli su mandata e ritorno si compensano...

**... finchè l'impianto è completamente pieno di acqua!**

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.
36

36

## Posizione del generatore di calore

**RIELLO**


Le differenze di pressione con la quota non influiscono direttamente sulla circolazione dell'acqua.

In passato la differenza di pressione dovuta alla differenza di densità delle tubazioni fredde e calde veniva sfruttata per la circolazione a «termo-sifone»

**Il possibile problema è la presenza di punti alti con pressione inferiore a quella atmosferica, dove può entrare aria nell'impianto.**

**Se nel punto più alto c'è il generatore...**

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

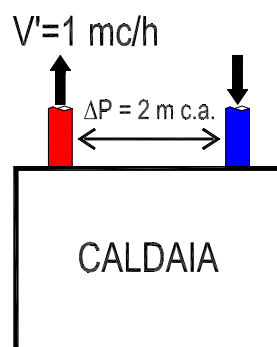
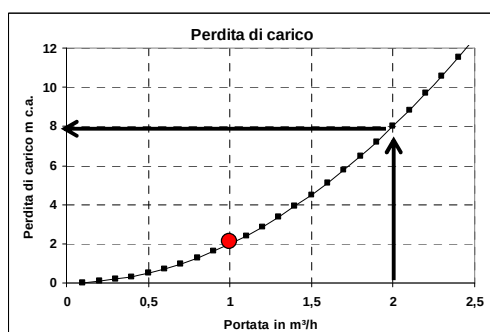
37

37

## Dipendenza delle perdite di carico dalla portata

**RIELLO**

**Le perdite di carico dipendono dal quadrato della portata**



©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

38

38

## Perdite di carico quadratiche: conseguenze

**RIELLO**

**Le perdite di carico dipendono** dal quadrato della portata

- **Non è possibile aumentare molto la portata** in una tubazione troppo stretta
- **Se si riduce la portata, le perdite di carico spariscono rapidamente ....**  
 $1/3 \text{ portata} \rightarrow 1/9 \Delta P$
- **% variazione portata = % variazione prevalenza x 0,5**  
*Le variazioni di prevalenza disponibile hanno un effetto attenuato sulle portate*

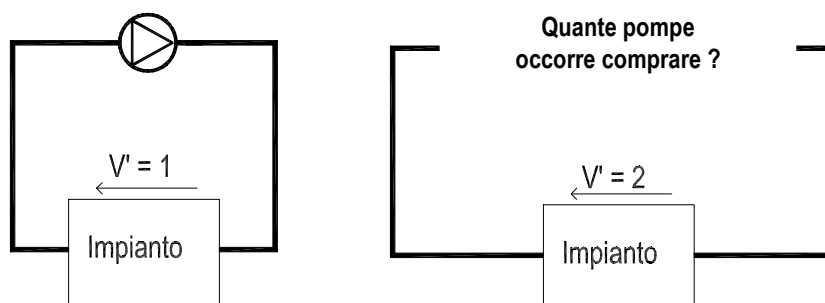
©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.
39

39

## Per raddoppiare la portata ...

**RIELLO**

Si vuole **raddoppiare** la portata in un impianto, a parità di condizioni.  
 Il grossista ha solo un tipo di pompa.  
 Quante pompe aggiuntive occorre comprare ?


©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.
40

40

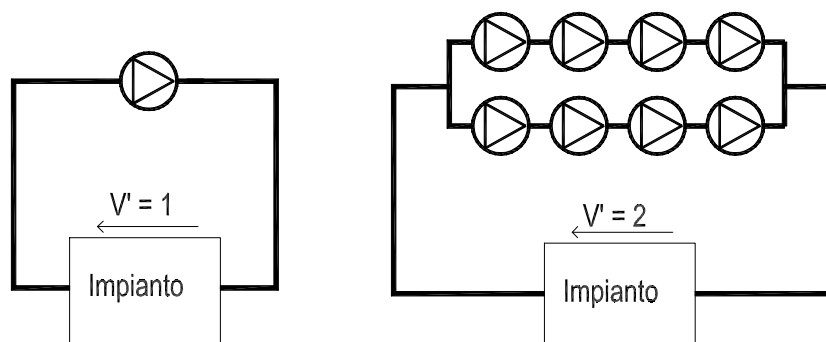
## Per raddoppiare la portata...

**RIELLO**

La prevalenza richiesta è quadrupla: occorrono 4 pompe in serie...

... ma ciascuna serie produce la portata originale: servono 2 serie di 4 pompe

... ma una pompa ce l'abbiamo già, **dobbiamo comprare 7 nuove pompe**



©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

41

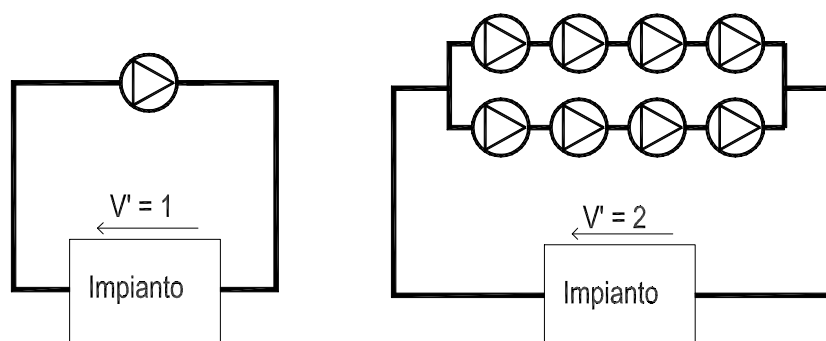
41

## Considerazione sui consumi elettrici...

**RIELLO**

Ciò significa anche che raddoppiare la portata in un circuito moltiplica per 8 i consumi di energia elettrica...

... ma anche che dimezzare le portate fa risparmiare molta energia elettrica...



©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

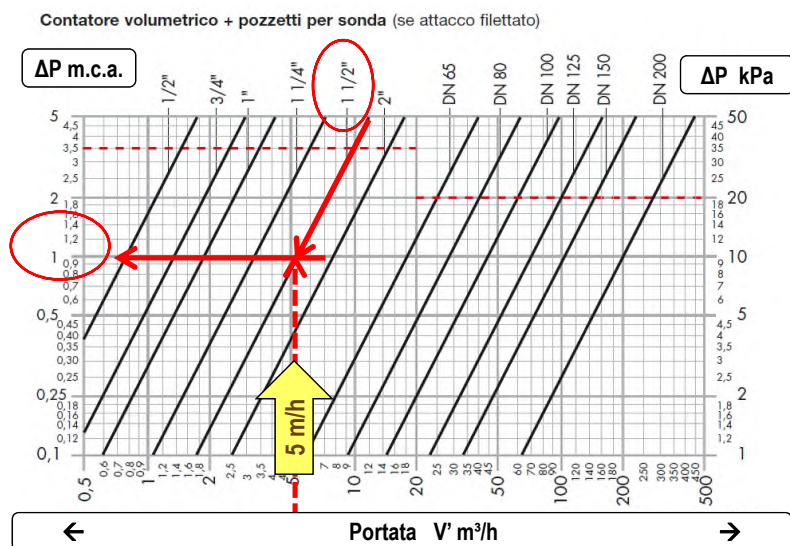
42

42

## Perdite di carico «concentrate»

**RIELLO**

Il costruttore dei componenti fornisce delle curve della perdita di carico in funzione della portata

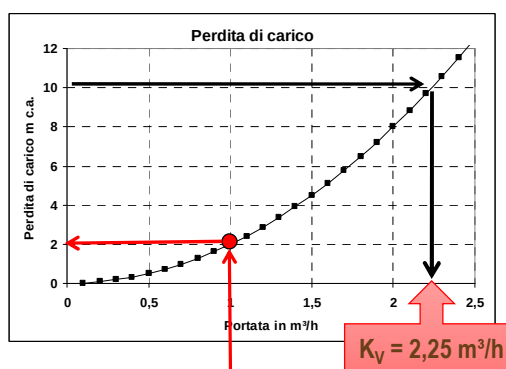


©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

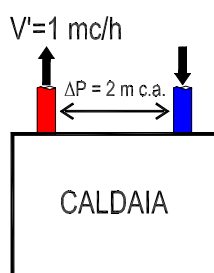
43

43

## Coefficiente di portata $K_v$

**RIELLO**


$$\Delta P = 10 \cdot \left( \frac{V'}{K_v} \right)^2 = 10 \cdot \left( \frac{1 \text{ m}^3/\text{h}}{2,25 \text{ m}^3/\text{h}} \right)^2 = 2 \text{ m.c.a.}$$



Spesso viene fornito il coefficiente di portata  $K_v$

→ È la portata con perdita di carico 1 bar

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

44

44



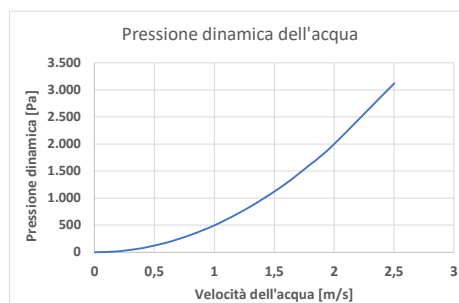
## Uso dell'altezza cinetica

### Concetto

- L'energia cinetica dovuta alla velocità dell'acqua equivale ad una pressione chiamata «**pressione dinamica**»
- In termini di metri di colonna di liquido, l'altezza cinetica coincide con l'altezza che può raggiungere un oggetto lanciato in verticale a quella velocità (in assenza di attrito)

### Applicazioni

- Una perdita di carico concentrata può essere espressa in termini di numero di altezze cinetiche perse K
- Molto utilizzato per pezzi speciali dei canali d'aria



$$P_{din} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$$

$$\Delta P = K \cdot P_{din} = K \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$$

$$\text{Con } 1 \text{ m/s } \Delta P = K \cdot \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot 1^2 = K \cdot 500 \text{ Pa} = K \cdot 0,05 \text{ m c. a.}$$

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

47

47

## Esempi di coefficienti di perdita

| Tipologia di Raccordo               | Coefficiente di perdita<br>K |
|-------------------------------------|------------------------------|
| Curva a 90° (raggio standard)       | 0.9 ... 1.2                  |
| Gomito a 90° (raggio corto)         | 1.5 ... 2.0                  |
| Curva a 45°                         | 0.4 ... 0.5                  |
| T (passaggio diretto)               | 0.4 ... 0.6                  |
| T (passaggio deviato a 90°)         | 1.3 ... 1.8                  |
| Riduzione (allargamento graduale)   | 0.1 ... 0.3                  |
| Riduzione (restringimento graduale) | 0.2 ... 0.5                  |
| Valvola a saracinesca (aperta)      | 0.15 ... 0.2                 |
| Valvola a sfera (aperta)            | 0.05 ... 0.1                 |
| Presa da serbatoio (spigoli vivi)   | 0.5                          |
| Sbocco in serbatoio                 | 1.0                          |

Difficilmente il coefficiente di perdita va oltre 2,0.

2,0 vuol dire che è come se il fluido prima di fermasse completamente (perde tutta la sua altezza cinetica) e poi deve ripartire da fermo in un'altra direzione (e riacquistare da zero la sua altezza cinetica)

A 1 m/s ciascun raccordo introduce una perdita di carico di circa 5 cm di colonna d'acqua.

20 raccordi causano una perdita di carico di circa 1 m c.a.

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

48

48



## Perdite di carico distribuite

**RIELLO**

- Sono legate ai tratti di tubazione
- Esistono equazioni che tengono conto del moto laminare/turbolento.
- Normalmente siamo in regime turbolento ed utilizziamo abachi di calcolo
- Se il regime è turbolento, una volta definiti i tratti, ad ognuno di essi può essere associato un Kv.
- Per le accidentalità si può usare una «lunghezza equivalente»
- **Dimensionamento tipico nei circuiti degli impianti di riscaldamento: perdite di carico 20...30 mm c.a. al metro**

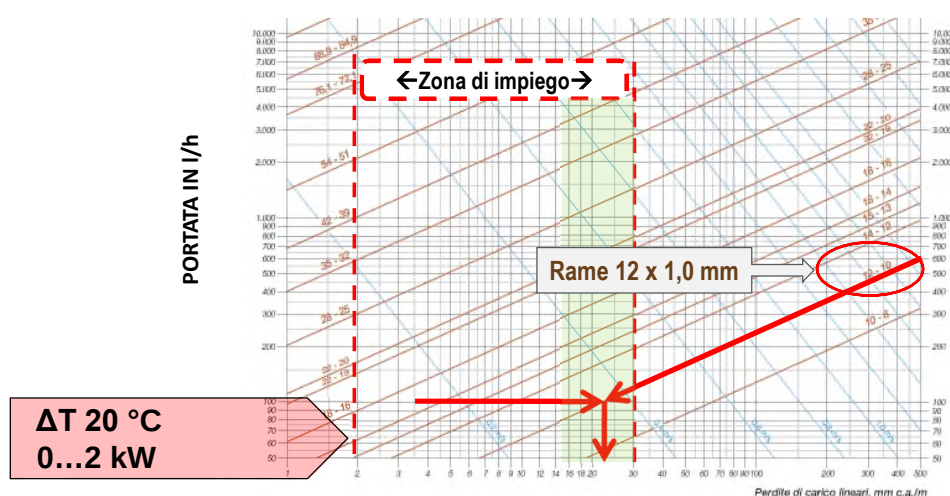


©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

49

49

## Perdite di carico distribuite

**RIELLO**


**RADIATORE DA  
1000 W  
... ΔT 20 °C  
... 43 kg/h ...**

**Tubo 12/10  
→ 0,2 m/s  
→ 7 mm c.a./m  
50 + 50 metri di  
tubazione →  
Perdita di carico  
0,7 m c.a.**

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

50

50

## Perdite di carico tipiche

**RIELLO**

### Tubazioni

- Perdita di carico nei circuiti di riscaldamento e raffrescamento: 20 mm c.a. / metro
- 100 metri di tubazione → 2 m c.a.

### Dispositivi specifici: filtro, valvola aperta, ...

- Perdita di carico tipica compresa nel range 1...2 m c.a.

### Eccezioni

- Alcuni scambiatori di calore (fino a 4...5 m c.a.)
- Componenti a perdita di carico trascurabile (caldaie elevato volume, compensatore, ...)

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

51

51

## Il metodo delle lunghezze equivalenti

**RIELLO**

La «lunghezza equivalente» è la lunghezza di un pezzo di tubazione dritta che produrrebbe la stessa perdita di carico.

Si usa soprattutto per raccordi che hanno solitamente lo stesso diametro della tubazione principale e nel caso di linee lunghe con poche accidentalità.

A volte la lunghezza equivalente è a sua volta espressa come numeri di diametri di tubazione.

| Diametro tubazione   | DN15 | DN20 | DN25 | DN32   | DN40   | DN50 | DN80 |
|----------------------|------|------|------|--------|--------|------|------|
|                      | 1/2" | 3/4" | 1"   | 1 1/4" | 1 1/2" | 2"   | 3"   |
| Gomito 90°           | 1.10 | 1.34 | 1.58 | 2.01   | 2.26   | 2.59 | 3.35 |
| Curva 90*            | 0.67 | 0.70 | 0.82 | 0.98   | 1.04   | 1.10 | 1.22 |
| Curva 45°            | 0.21 | 0.27 | 0.40 | 0.52   | 0.64   | 0.82 | 1.22 |
| T (passaggio dritto) | 0.52 | 0.73 | 0.98 | 1.40   | 1.71   | 2.35 | 3.66 |
| T (derivazione)      | 1.28 | 1.62 | 2.01 | 2.65   | 3.02   | 3.66 | 5.18 |
| U 180°               | 1.10 | 1.34 | 1.58 | 2.01   | 2.26   | 2.59 | 3.35 |

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

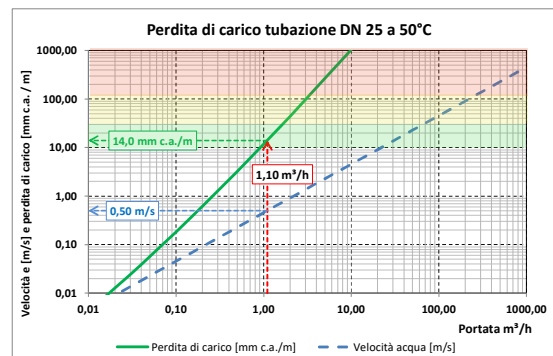
52

52

## Foglio di calcolo perdite di carico tubazioni

**RIELLO**

|                                                      |                       |      |            |
|------------------------------------------------------|-----------------------|------|------------|
| Diametro tubazione                                   | DN 25                 |      |            |
| Tipo di tubi                                         | Tubi nuovi in acciaio |      |            |
| Scabrezza                                            | mm                    |      | 0,1        |
| Scelta del fluido                                    | Acqua                 |      |            |
| Temperatura fluido                                   | °C                    |      | 50         |
| Densità                                              | kg/m³                 |      | 988        |
| Portata                                              | m³/h                  |      | 1,100      |
|                                                      | kg/h                  |      | 1.087      |
| Velocità                                             | m/s                   |      | 0,50       |
| Numero di Reynolds                                   | 25.098                |      |            |
| Perdita di carico distribuita                        | mm c.a./m             |      | 13,95      |
| Calcolo delle perdite di carico                      |                       |      |            |
| Lunghezza tubazione                                  | m                     | 20   |            |
| Lunghezza equivalente accidentalità                  | m                     | 12   |            |
| Lunghezza di calcolo                                 | m                     | 32   |            |
| Perdita di carico tubazione                          | m c.a.                |      | 0,45       |
| Kv                                                   | m³/h                  | 5,21 | kg/h 5.144 |
| Perdita di carico accidentalità note                 | m c.a.                |      | 0,63       |
| Altezza cinetica                                     | m                     |      | 0,013      |
| Accidentalità                                        | ξ                     |      | 0,0        |
| Perdita di carico accidentalità da altezze cinetiche | m c.a.                |      | 0,00       |
| Dislivello                                           | m                     |      | 0,00       |
| Perdita di carico totale                             | m c.a.                |      | 1,08       |
| Kv totale                                            | m³/h                  | 3,3  | kg/h 3.308 |

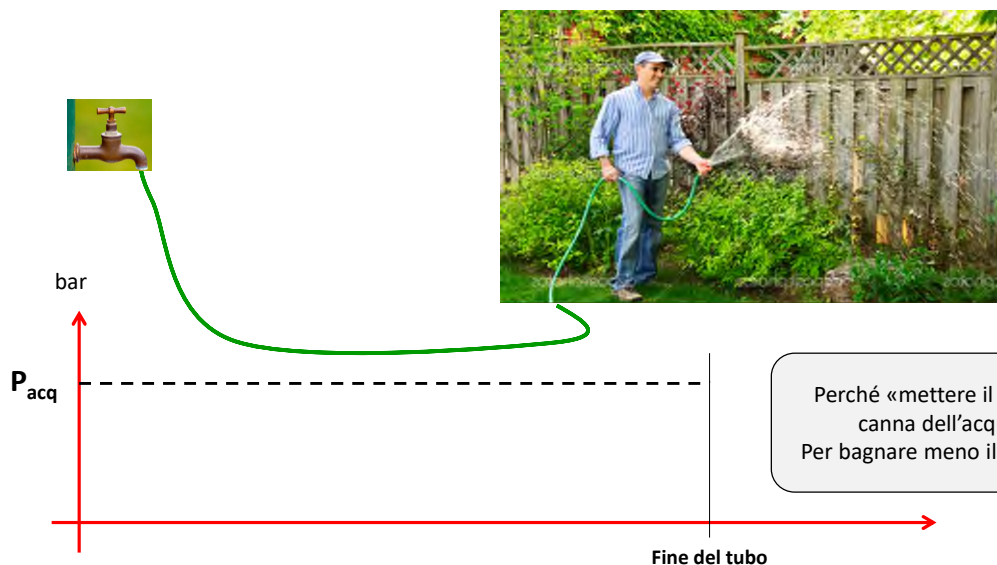


Calcolo con formule di

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

53

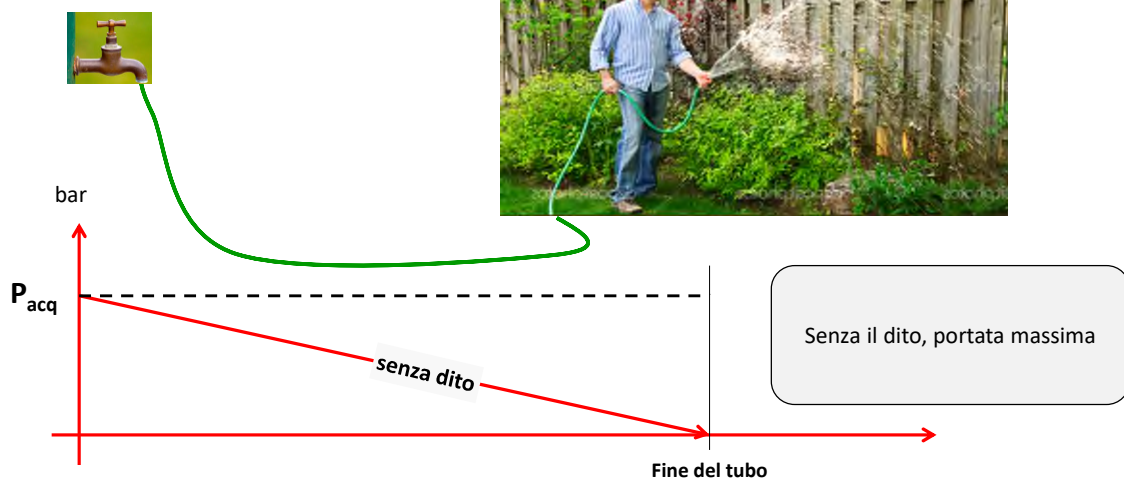
## Applicazione: il dito sulla canna dell'acqua...

**RIELLO**


©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

54

## Applicazione: il dito sulla canna dell'acqua...

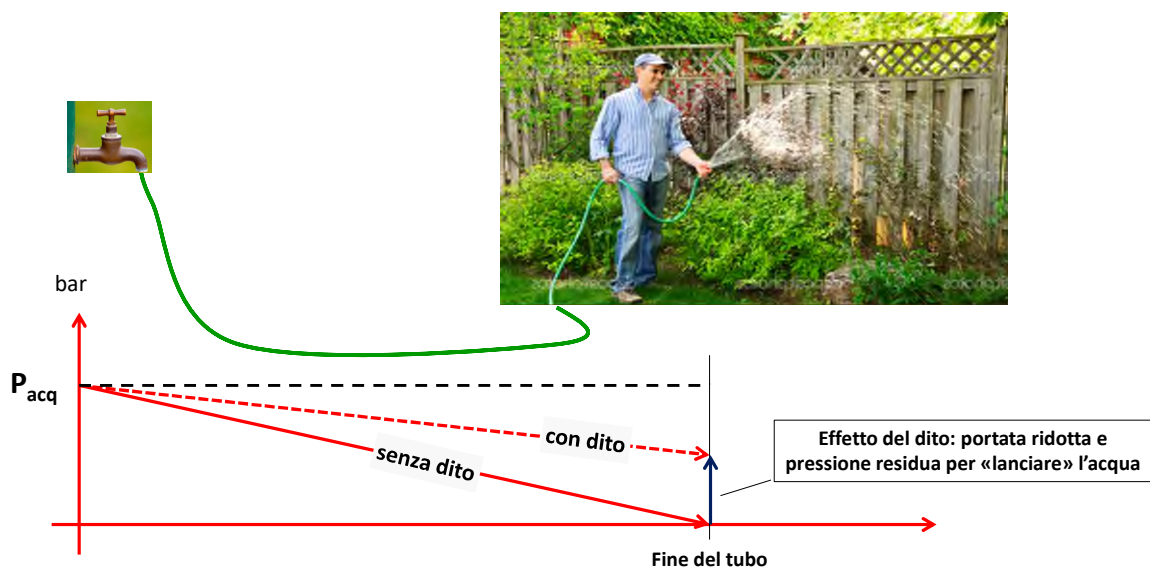
**RIELLO**


©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

55

55

## Applicazione: il dito sulla canna dell'acqua...

**RIELLO**


©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

56

56

## Dimensionamento dei circuiti, delle tubazioni

**RIELLO**

Dato di partenza: **potenza di dimensionamento**  
(calcolo del carico termico, esigenze di processo, ...)

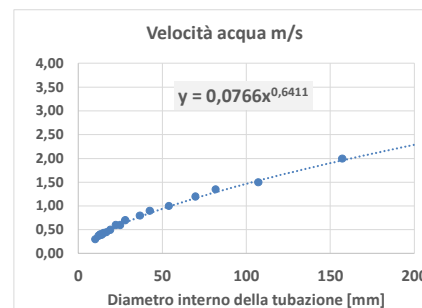
+ **DT nominale mandata/ritorno** → portata

$$\text{Portata[l/h]} = \frac{\text{Potenza[W]}}{\Delta T[^\circ\text{C}] \times 1,16}$$

+ **Velocità** → area della sezione

$$\text{Areasezione[cm}^2\text{]} = \frac{\text{Portata[l/h]}}{\text{Velocità[m/s]} \cdot 360}$$

→ **Verifica delle perdite di carico** con i diametri scelti



©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

57

57

## Potenze trasportabili con le velocità ordinarie dell'acqua

**RIELLO**

| Tubo      | Diametro esterno | Spessore | Diametro interno | Area sezione | Velocità acqua | Portata | Portata | Potenza ΔT 5°C | Potenza ΔT 10°C | Potenza ΔT 20°C |
|-----------|------------------|----------|------------------|--------------|----------------|---------|---------|----------------|-----------------|-----------------|
|           | mm               | mm       | mm               | cm²          | m/s            | l/h     | l/s     | W              | W               | W               |
| Cu 12x1,0 | 12               | 1,0      | 10               | 0,79         | 0,30           | 85      | 0,02    | 492            | 984             | 1.968           |
| Cu 14x1,0 | 14               | 1,0      | 12               | 1,13         | 0,37           | 151     | 0,04    | 874            | 1.747           | 3.495           |
| Cu 16x1,0 | 16               | 1,0      | 14               | 1,54         | 0,40           | 222     | 0,06    | 1.286          | 2.571           | 5.143           |
| Cu 16x1,5 | 16               | 1,5      | 13               | 1,33         | 0,40           | 191     | 0,05    | 1.109          | 2.217           | 4.434           |
| Cu 18x1,5 | 18               | 1,5      | 15               | 1,77         | 0,43           | 274     | 0,08    | 1.587          | 3.173           | 6.346           |
| Cu 22x1,5 | 22               | 1,5      | 19               | 2,84         | 0,50           | 510     | 0,14    | 2.960          | 5.920           | 11.840          |
| Cu 28x1,5 | 28               | 1,5      | 25               | 4,91         | 0,60           | 1060    | 0,29    | 6.149          | 12.299          | 24.598          |
| DN 10     | 17,2             | 2        | 13,2             | 1,37         | 0,40           | 197     | 0,05    | 1.143          | 2.286           | 4.572           |
| DN 15     | 21,3             | 2,3      | 16,7             | 2,19         | 0,45           | 355     | 0,10    | 2.058          | 4.116           | 8.232           |
| DN 20     | 26,9             | 2,3      | 22,3             | 3,91         | 0,60           | 844     | 0,23    | 4.893          | 9.786           | 19.572          |
| DN 25     | 33,7             | 2,9      | 27,9             | 6,11         | 0,70           | 1.541   | 0,43    | 8.935          | 17.871          | 35.742          |
| DN 32     | 42,4             | 2,9      | 36,6             | 10,5         | 0,80           | 3.030   | 0,84    | 17.574         | 35.147          | 70.294          |
| DN 40     | 48,3             | 2,9      | 42,5             | 14,2         | 0,90           | 4.596   | 1,3     | 26.658         | 53.316          | 106.632         |
| DN 50     | 60,3             | 3,2      | 53,9             | 22,8         | 1,00           | 8.214   | 2,3     | 47.641         | 95.283          | 190.566         |
| DN 65     | 76,1             | 3,2      | 69,7             | 38,2         | 1,20           | 16.483  | 4,6     | 95.599         | 191.198         | 382.397         |
| DN 80     | 88,9             | 3,6      | 81,7             | 52,4         | 1,35           | 25.478  | 7,1     | 147.770        | 295.539         | 591.079         |

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

58

58

## Dimensionamento dei circuiti idraulici, in dettaglio

**RIELLO**

### 1. Definire le esigenze

- Elenco portate massime delle utenze  
→ da potenza e salto termico
- Fattore di contemporaneità
- Pressione minima da garantire alle singole utenze (quota!)
- Tipo di funzionamento  
→ Come modulare la potenza?
- Altro: ricircolo

### 2. Definire i diametri delle tubazioni

- Reti corte: dimensionamento con le velocità massime, limitare utenze
- Reti lunghe: dimensionamento con le perdite di

carico

### 3. Altre esigenze delle tubazioni:

- Materiale delle tubazioni  
→ usi sanitari, fluidi speciali (glicole!)
- Riempimento e svuotamento del circuito  
→ sfiato dell'aria, trascinamento, ...
- Coibentazione, protezione dal gelo
- Sezionamenti per manovra, manutenzione e misura
- Strumentazione  
→ pressione, misure portate, misure volumi, analisi fluido, ...
- Filtrazione del fluido  
→ in serie o in derivazione

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

59

59

## Approfondimento: Bernoulli

**RIELLO**

Un fluido in movimento possiede tre forme di **energia meccanica**:

- L'altezza in cui si trova, energia potenziale gravitazionale
  - La velocità, energia cinetica del fluido
  - La pressione statica, energia che è stata necessaria per pompare il fluido nel recipiente in pressione
- Tutte e tre queste forme di energia si possono esprimere in termini pressione equivalente:

- Pressione o altezza statica,  $P_s$  [Pa]
- Pressione o altezza dinamica,  $P_d = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$
- Pressione o altezza idrostatica,  $P_z = \rho \cdot g \cdot h$

oppure in termini di altezze di colonne di liquido

$$P_{TOT} = P_s + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 + \rho \cdot g \cdot h$$

$$H_{TOT} = \frac{P_s}{\rho \cdot g} + \frac{v^2}{2 \cdot g} + h$$

$\rho$  densità in [kg/m<sup>3</sup>]  
 $v$  velocità in [m/s]  
 $h$  altezza (quota) in [m]  
 $g$  accelerazione di gravità = 9,8 [m/s<sup>2</sup>]

La somma di pressione statica e dinamica è la «pressione di ristagno»

$$P_{RIS} = P_s + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$$

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

60

60

## Approfondimento: Bernoulli

**RIELLO**

Se non ci fossero attriti e turbolenza, non ci sarebbero «perdite di carico», cioè il carico totale lungo una linea sarebbe costante:

- Se si sale di quota con diametro fisso e velocità costante, la pressione scende  
→ la pressione statica diventa altezza geodetica

$$P_{TOT} = P_s + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 + \rho \cdot g \cdot h$$

- Se aumenta la velocità perché la sezione di restringe, scende la pressione statica  
→ la pressione statica diventa pressione dinamica

$$P_{TOT} = P_s + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 + \rho \cdot g \cdot h$$

©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

61

61

## Spazio alle Vostre domande

**RIELLO**


©2026 Riello S.p.A. All Rights Reserved.

62

62