

# *Dimensionamento di sistemi di condutture*

valido da: 26 aprile 2022

**NUSSBAUM<sub>RN</sub>**

Gut installiert Bien installé Ben installato

Tematiche

# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Leggi, norme e direttive .....</b>	<b>5</b>
2.1	Norme SIA 385/1 e 385/2.....	5
2.2	W3 della SSIGA .....	5
2.3	Direttiva W4 della SSIGA.....	5
2.4	Norme SIA 384/1 e SIA 384/2 .....	5
2.5	Direttiva G1 della SSIGA per installazioni a gas naturale negli edifici (Direttiva gas) .....	6
2.6	Direttiva CFSL 6517.....	6
2.7	Guida L1 Circolo di lavoro GPL.....	6
<b>3</b>	<b>Dimensionamento di sistemi di condutture per impianti idrosanitari .....</b>	<b>7</b>
3.1	Principi e requisiti .....	7
3.1.1	Termini, definizioni, unità .....	7
3.1.2	Requisiti di sistema secondo SIA 385/1 .....	7
3.1.3	Velocità di flusso.....	8
3.1.4	Condizioni di pressione .....	8
3.1.5	Flusso massimo in l/s in funzione del flusso cumulativo .....	9
3.1.6	Tempi di erogazione e perdita di pressione .....	10
3.1.7	Basi del dimensionamento ai sensi della direttiva W3, edizione 2013.....	13
3.2	Metodi di determinazione del diametro dei tubi.....	16
3.2.1	Condizioni operative in cui viene applicato il metodo semplificato .....	16
3.2.2	Condizioni operative in cui viene applicato il metodo di calcolo .....	16
3.3	Determinazione del diametro dei tubi.....	17
3.3.1	Conduttura di allacciamento all'abitazione .....	17
3.3.2	Batteria di distribuzione.....	18
3.3.3	Metodo semplificato .....	19
3.3.4	Metodo di calcolo .....	36
<b>4</b>	<b>Dimensionamento di sistemi di condutture per impianti di riscaldamento .</b>	<b>55</b>
4.1	Principi e requisiti .....	55
4.1.1	Termini, definizioni, unità .....	55
4.1.2	Parametri per il calcolo delle reti di tubazioni in impianti di riscaldamento .....	55
4.1.3	Velocità di flusso raccomandate .....	55
4.2	Determinazione del diametro dei tubi.....	56
4.2.1	Conversione della potenza calorifica lorda in portata di massa.....	56
4.3	Determinazione della pompa di circolazione .....	56
4.3.1	Calcolo della portata volumetrica della pompa .....	56
4.3.2	Determinazione della prevalenza della pompa .....	57

4.4	Tabelle di perdita di pressione per tubi Optipress-Therm in acciaio zincato .....	58
4.4.1	Medio: acqua a 40 °C .....	58
4.4.2	Medio: acqua a 60 °C .....	64
4.5	Tabelle di perdita di pressione Optipress 1.4520 .....	70
4.5.1	Medio: acqua a 7 °C .....	70
4.5.2	Medio: acqua a 40 °C .....	76
4.5.3	Medio: acqua a 60 °C .....	82
4.6	Tabelle di perdita di pressione Optiflex-Flowpress .....	88
4.6.1	Medio: acqua a 7 °C .....	88
4.6.2	Medio: acqua a 40 °C .....	92
4.6.3	Medio: acqua a 60 °C .....	96
4.7	Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optipress-Therm e rubinetteria .....	100
5	Dimensionamento di sistemi di condutture per gas .....	101
5.1	Diagramma delle perdite di pressione per tubi in acciaio inossidabile per gas naturale H .....	101
5.2	Diagramma delle perdite di pressione per tubi in acciaio inossidabile per gas liquido .....	102
6	Ulteriori informazioni .....	103

# 1 Introduzione

Oltre ai materiali per tubi e all'esecuzione, a influenzare in misura determinante la qualità dell'acqua potabile sono le dimensioni delle relative **condutture**. Il diametro delle condutture d'uso e di circolazione deve pertanto essere determinato eseguendo un dimensionamento accurato nell'osservanza delle regole e delle norme tecniche vigenti.

In Svizzera è la SSIGA a stabilire le regole tecniche nei settori dell'approvvigionamento di acqua e gas. La regolamentazione SSIGA Acqua rappresenta il quadro normativo per l'approvvigionamento idrico su cui si basano progettisti, costruttori e gestori di impianti di acqua potabile.

La direttiva **W3** si fonda sulle precedenti «Direttive per la realizzazione di impianti di acqua potabile» e stabilisce i requisiti relativi agli impianti di acqua potabile negli edifici. Per le imprese di approvvigionamento, questa direttiva serve inoltre da standard per la valutazione di installazioni esistenti e di nuovi progetti di installazione. In qualità di fornitore nel settore idrosanitario, la R. Nussbaum SA è consapevole della propria responsabilità e si accerta che tutti i diagrammi e le tabelle disponibili si basino sull'attuale standard della direttiva W3.

Nelle **condutture di impianti di riscaldamento**, un'opportuna pressione di pompaggio va di pari passo con una rete di tubazioni dimensionata in modo ottimale. Non vanno selezionate velocità di flusso troppo elevate, in modo che durante l'esercizio non si verifichino rumori di flusso e che le perdite di pressione nell'impianto e il consumo energetico della pompa di riscaldamento si mantengano a livelli ridotti. I costi d'investimento e i costi d'esercizio devono essere bilanciati. Negli impianti di riscaldamento, gli aspetti igienici sono irrilevanti.

La norma SIA 384 definisce i requisiti relativi alla progettazione e alla realizzazione di impianti di riscaldamento.

I **gasdotti** sono mezzi di trasporto importanti per la distribuzione del gas e sono anch'essi soggetti a diverse norme e direttive. I numerosi compiti e requisiti posti agli impianti a gas possono tuttavia essere qui descritti solo in termini generali. Il presente documento non sostituisce in alcun caso l'attenta lettura delle prescrizioni di legge e dei regolamenti tecnici.

I requisiti relativi alla progettazione, alla realizzazione e all'esercizio di un **impianto a gas naturale** sono stabiliti dalla direttiva G1 (Direttiva gas) della SSIGA. Tale direttiva serve da standard alle imprese di approvvigionamento per la valutazione di installazioni esistenti e di nuovi progetti di installazione.

Nel settore del **gas liquido**, la direttiva CFSL 6517 e la Guida L1 del Circolo di lavoro GPL stabiliscono i requisiti relativi agli impianti. Il Circolo di lavoro GPL si occupa di sicurezza nel campo degli impianti a gas liquido. Gli aspetti trattati comprendono la formazione, la progettazione, l'installazione, il controllo, lo stoccaggio, il trasbordo, la gestione e l'uso di gas liquido in ambito professionale, aziendale e privato. L'obiettivo primario dell'associazione è quello di garantire il funzionamento sicuro di impianti e attrezzature per lo stoccaggio e l'utilizzo di gas liquido (impianti a gas liquido).



## 2 Leggi, norme e direttive

Tutti i componenti dell'impianto devono essere progettati, utilizzati e sottoposti a manutenzione in conformità alla Direttiva per gli impianti di acqua potabile W3 e alla Direttiva per installazioni a gas naturale G1 della SSIGA.

### 2.1 Norme SIA 385/1 e 385/2

Le due norme riguardano gli impianti per acqua potabile calda negli edifici. La norma SIA 385/1 contiene i relativi principi e requisiti. A novembre 2020 è entrata in vigore una versione rielaborata della norma. La norma SIA 385/2 descrive i metodi di calcolo relativi alla progettazione di impianti di acqua calda. Le norme accompagnano i lavori di progettazione e disciplinano il riscaldamento dell'acqua, l'accumulo e la distribuzione di acqua calda efficienti a livello energetico e ineccepibili sotto l'aspetto igienico.

### 2.2 W3 della SSIGA

La direttiva W3 della SSIGA illustra i requisiti degli impianti di acqua potabile dalla condotta di allacciamento interna all'abitazione – dal bordo interno del punto di entrata nell'edificio o dal contatore dell'acqua – fino ai punti di presa e agli apparecchi allacciati.

Vi sono inoltre quattro complementi:

- **Direttiva W3/C1 della SSIGA**

Il complemento 1 «Protezione contro il riflusso negli impianti sanitari» descrive le misure cautelari da adottare per evitare il riflusso di acqua non potabile dagli impianti domestici nella rete di approvvigionamento di acqua potabile, in modo da garantire una qualità costante dell'acqua potabile.

- **Direttiva W3/C2 della SSIGA**

Il complemento 2 «Esercizio e manutenzione di impianti sanitari» stabilisce i requisiti per l'esercizio e la manutenzione di impianti idrosanitari negli edifici.

- **Direttiva W3/C3 della SSIGA**

Il complemento 3 «Igiene negli impianti di acqua potabile» descrive le misure per assicurare la buona prassi procedurale prevista dalla legge, in particolare per il rispetto delle buone prassi igieniche e di fabbricazione, al fine di garantire acqua potabile calda e fredda di qualità ineccepibile negli impianti di acqua potabile. Dal 1° settembre 2020, la prima edizione del 2018 è stata sostituita da una nuova versione che contiene misure e requisiti ancora più dettagliati per tutte le fasi nel ciclo di vita di un impianto di acqua potabile, dalla progettazione fino all'esercizio. Tutti gli edifici con licenza di costruzione a partire da tale data devono essere realizzati secondo la nuova direttiva. Anche i futuri risanamenti dovranno essere progettati sulla base di questa direttiva. Nella nuova versione della direttiva, le prescrizioni relative alla prova di pressione, al primo riempimento e al lavaggio sono rimaste invariate.

- **Direttiva W3/C4 della SSIGA**

Il complemento 4 «Autocontrollo basato sul rischio negli impianti di acqua potabile negli edifici» è entrato in vigore il 1° marzo 2021. Contiene prescrizioni dettagliate per la garanzia della qualità da parte dei proprietari/gestori.

### 2.3 Direttiva W4 della SSIGA

La Direttiva W4 della SSIGA descrive i requisiti relativi alla pianificazione, alla progettazione nonché alla costruzione, all'esercizio e alla manutenzione di impianti di approvvigionamento di acqua potabile all'esterno degli edifici.

### 2.4 Norme SIA 384/1 e SIA 384/2

Le due norme riguardano gli impianti di riscaldamento negli edifici. La norma SIA 384/1 (2009) sostituisce la raccomandazione SIA 384/1 (1991) Riscaldamenti centrali. Rispetto alla raccomandazione precedente, la nuova norma 384/1 si basa su una corrispondente norma europea.

La norma SIA 384/1 definisce i requisiti relativi alla progettazione e all'esecuzione di impianti di riscaldamento.

La norma SIA 384/2 specifica le procedure per il calcolo del carico termico di dimensionamento statico per casi standard in condizioni di dimensionamento.

## 2.5 Direttiva G1 della SSIGA per installazioni a gas naturale negli edifici (Direttiva gas)

La Direttiva G1 della SSIGA si applica alla progettazione, alla realizzazione, alla modifica, all'esercizio e alla manutenzione tecnica di installazioni a gas naturale. Descrive i requisiti relativi alle installazioni a gas naturale a valle della valvola d'arresto principale o dalla parete interna dell'edificio fino al raccordo degli apparecchi. Stabilisce inoltre i requisiti riguardanti il luogo d'installazione degli apparecchi a gas, alla protezione antincendio e agli impianti per gas di scarico.

## 2.6 Direttiva CFSL 6517

Questa direttiva si applica a impianti e installazioni per lo stoccaggio o l'uso di gas liquido («impianti a gas liquefatto») nel settore industriale, commerciale e aziendale nonché, per analogia, come regola della buona tecnica nel settore privato. Essa riguarda le fasi di progettazione, installazione, equipaggiamento, esercizio, gestione, controllo e manutenzione tecnica di impianti a gas liquido nonché le prescrizioni relative alla qualifica professionale di installatori, controllori e personale.

## 2.7 Guida L1 Circolo di lavoro GPL

La Guida L1 si applica alla progettazione, alla costruzione, alla modifica risp. all'ampliamento, all'esercizio, alla manutenzione tecnica e al controllo degli impianti a gas liquido. Descrive i requisiti relativi agli impianti a gas liquido, dal serbatoio del gas fino al raccordo degli apparecchi. Stabilisce inoltre i requisiti relativi al luogo d'installazione degli apparecchi a gas, alla protezione antincendio e agli impianti per gas di scarico. Tale Guida comprende le prescrizioni e i regolamenti principali, illustra soluzioni pratiche che permettano di raggiungere gli obiettivi di sicurezza e definisce le regole della tecnica.

## 3 Dimensionamento di sistemi di condutture per impianti idrosanitari

### 3.1 Principi e requisiti

#### 3.1.1 Termini, definizioni, unità

Termine	Simbolo	Definizione	Unità
Portata / portata volumetrica	$V$	Volume del medio trasportato nell'arco dell'unità temporale attraverso una sezione prestabilita	l/s m <sup>3</sup> /h
Portata dei rubinetti di presa	$Q_A$	Portata calcolata per un dispositivo di presa aperto	l/s
Flusso cumulativo	$Q_T$	Somma di tutte le portate dei rubinetti di presa	l/s
Flusso massimo	$Q_D$	Portata determinante per il calcolo idraulico, tenendo conto del probabile prelievo simultaneo di acqua durante l'esercizio	l/s
Differenza di pressione, perdita di pressione	$\Delta p$	Differenza di pressione tra due punti nell'impianto di acqua potabile, provocata dall'attrito all'interno dei tubi e da singole resistenze	Pa
Coefficiente di perdita di pressione, valore Zeta	$\zeta$	Rapporto tra la differenza di pressione idrostatica e la pressione idrodinamica (grandezza adimensionale)	–
Lunghezza del tubo equivalente	$l'$	Rapporto tra la differenza di pressione di un pezzo speciale o di una rubinetteria e la differenza di pressione di un tubo dritto di 1 m	m
Valore di carico (loading unit)	LU	Indica la portata messa a disposizione nel punto di allacciamento a monte del punto di presa in funzione dell'impiego e della durata di utilizzo. Il valore di carico corrisponde a una portata dei rubinetti di presa di 0.1 l/s.	1

#### 3.1.2 Requisiti di sistema secondo SIA 385/1

Requisiti principali per la progettazione di impianti scaldacqua:

- L'approvvigionamento di acqua calda deve essere progettato in modo da raggiungere le seguenti temperature:
  - $\geq +60$  °C all'uscita dello scaldacqua ad accumulo
  - $\geq +55$  °C nelle condutture mantenute calde
  - $+50$  °C in corrispondenza dei punti di presa (anche in presenza di pompe di calore e collettori solari)
- Questi requisiti non valgono per gli scaldacqua a flusso continuo se l'acqua calda non permane per oltre 24 ore nel sistema di circolazione a temperature comprese tra 25 e 50 °C.
- Deve essere progettato un volume d'accumulo dell'acqua calda appena sufficiente.
- Le condutture dell'acqua fredda vanno installate in modo da evitare un riscaldamento tramite condutture dell'acqua calda o condutture di riscaldamento parallele e da evitare che possano raggiungere temperature superiori ai 25 °C. La temperatura ottimale dell'acqua fredda è  $\leq 20$  °C.

### 3.1.3 Velocità di flusso

Conduttura	Velocità di flusso
Condutture di erogazione (impianto a punto di presa singolo)	max. 4.0 m/s
Gruppo di apparecchi / distribuzione ai piani (dalla valvola d'arresto al piano, installazione dei pezzi a T)	max. 3.0 m/s
Condutture di distribuzione (distribuzione in cantina / tratto montante)	max. 2.0 m/s
Conduttura di allacciamento all'abitazione	max. 2.0 m/s
Conduttura di allacciamento all'abitazione con installazioni della protezione antincendio tecnica	max. 2.0 m/s

Tabella 1: Velocità di flusso (matematiche) ammesse nel tubo secondo la direttiva W3:2013 2.1.3 della SSIGA

### 3.1.4 Condizioni di pressione

Pressione statica nel punto di presa	max. 500 kPa (5.0 bar)
Pressione statica nei punti di presa in giardino e in garage nonché impianti di irrigazione	max. 1'000 kPa (10 bar)
Pressione di flusso minima nel punto di presa	min. 100 kPa (1.0 bar)

Tabella 2: Condizioni di pressione negli impianti di acqua potabile in conformità alla direttiva W3:2013 2.1.4 della SSIGA

Generalmente è necessario un impianto di pressurizzazione domestico nel caso in cui non sia possibile garantire la pressione di flusso minima di 100 kPa (1 bar) in tutti i punti di presa.

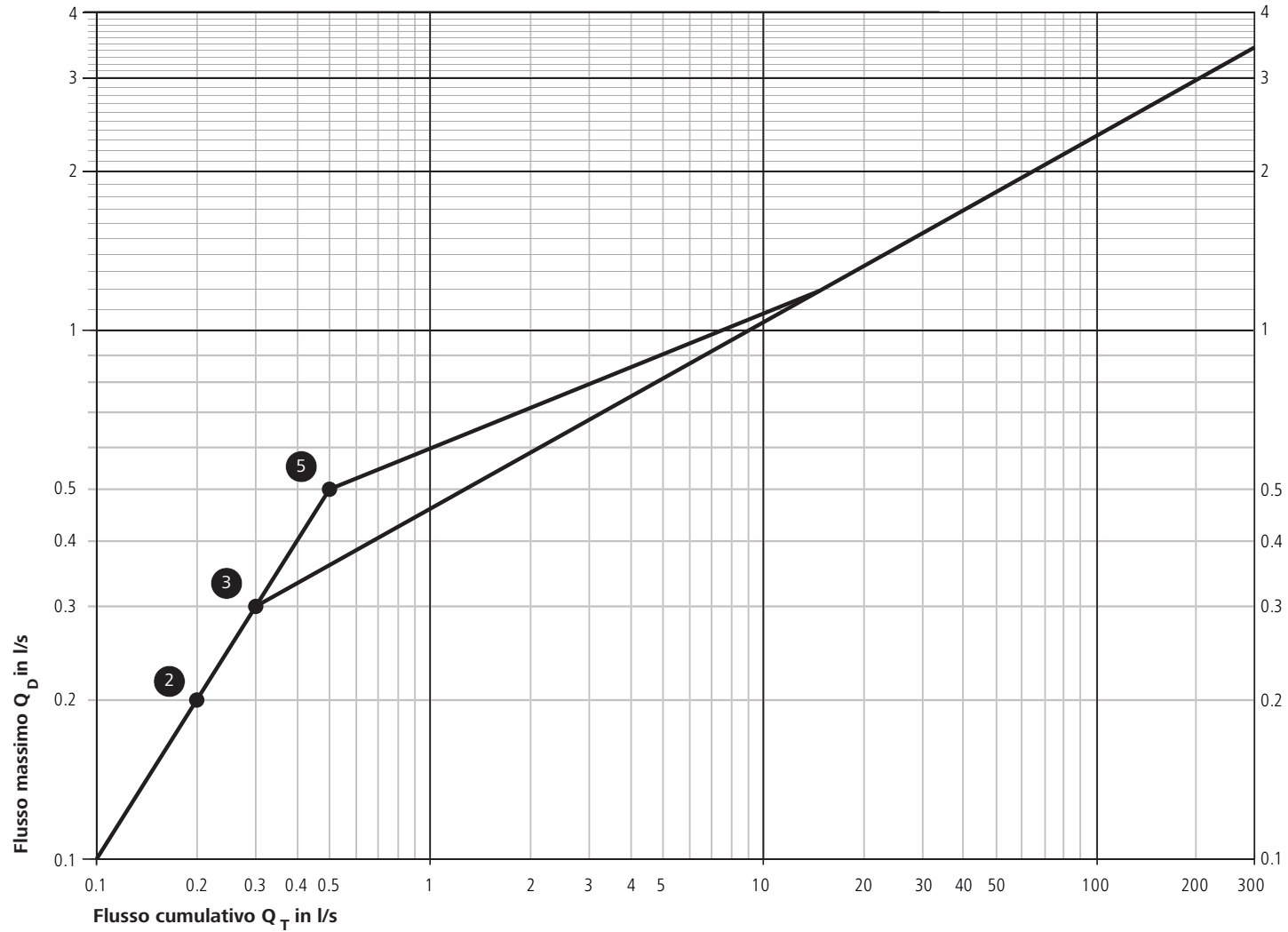


### 3.1.5 Flusso massimo in l/s in funzione del flusso cumulativo

#### Diagramma 1 (simultaneità)

Equazione funzionale flusso cumulativo 0.3-300 l/s:  $Q_D = Q_T^{0.353} \times 0.459$

Equazione funzionale flusso cumulativo 0.3-15 l/s:  $Q_D = Q_T^{0.257} \times 0.598$



● Massimo raccordo singolo collegato di una rubinetteria o di un apparecchio

### 3.1.6 Tempi di erogazione e perdita di pressione

Il tempo di erogazione è il lasso di tempo che intercorre fino al raggiungimento della temperatura di utilizzo (40 °C) nel punto di presa. Tempi di erogazione ridotti soddisfano l'esigenza di comfort dell'utenza e favoriscono un consumo parsimonioso dell'energia.

I seguenti parametri influenzano il tempo di erogazione:

- Tecnica di posa della distribuzione di acqua calda
- Disposizione degli apparecchi idrosanitari
- Dimensione dei tubi e lunghezza delle condutture
- Temperatura dell'acqua calda
- Portata volumetrica

Apparecchio idrosanitario	Tempo di erogazione senza mantenimento del calore	Tempo di erogazione con mantenimento del calore
Lavabo, lavandino, bidet, impianto per doccia, vasca da bagno	15 s	10 s

Tempi di erogazione in secondi secondo SIA 385/2 considerando la perdita di pressione in kPa secondo W3 per tubi Optiflex:

Valori di carico LU						1							
Portata volumetrica $\dot{V}$					[l/s]	0.1							
Acqua calda					[°C]	55							
Viscosità cinematica $\nu$					[m <sup>2</sup> /s]	5.12*10 <sup>-7</sup>							
Misura del tubo					[mm]	16	16	20	25				
Diametro nominale DN						10	12	15	20				
Misura interna del tubo					[mm]	8.4	11.6	14.4	19.6				
Velocità di scorrimento max.					[m/s]	1.80	0.9462	0.61	0.33				
Volume per metro di tubo V					[l/m]	0.0554	0.1057	0.1629	0.3017				
<b>L<sub>max</sub>: SIA 385/2 + W3</b>						SIA [s]	W3 [kPa]	SIA [s]	W3 [kPa]	SIA [s]	W3 [kPa]	SIA [s]	W3 [kPa]
Lunghezza del tubo in m	9 m	4 m	3 m	1 m	1	1.11	4.6	2.11	1.0	3.26	0.4	6.03	0.1
					2	2.22	9.2	4.23	2.0	6.51	0.7	12.07	0.2
					3	3.33	13.8	6.34	3.0	9.77	1.1	18.10	0.2
					4	4.43	18.4	8.45	4.0	13.03	1.4	24.14	0.3
					5	5.54	23.0	10.57	5.0	16.29	1.8	30.17	0.4
					6	6.65	27.6	12.68	6.0	19.54	2.1	36.21	0.5
					7	7.76	32.3	14.80	7.0	22.80	2.5	42.24	0.6
					8	8.87	36.9	16.91	8.0	26.06	2.8	48.27	0.7
					9	9.98	41.5	19.02	9.0	29.31	3.2	54.31	0.7
					10	11.08	46.1	21.14	9.9	32.57	3.6	60.34	0.8
					11	12.19	50.7	23.25	10.9	35.83	3.9	66.38	0.9
					12	13.30	55.3	25.36	11.9	39.09	4.3	72.41	1.0

- Tempo d'erogazione con mantenimento al caldo
- Tempo d'erogazione senza mantenimento al caldo
- Tempo d'erogazione > 15 s
- Perdita di carico per metri di tubo (< 100 kPa)
- Perdita di carico per metri di tubo (> 100 kPa)

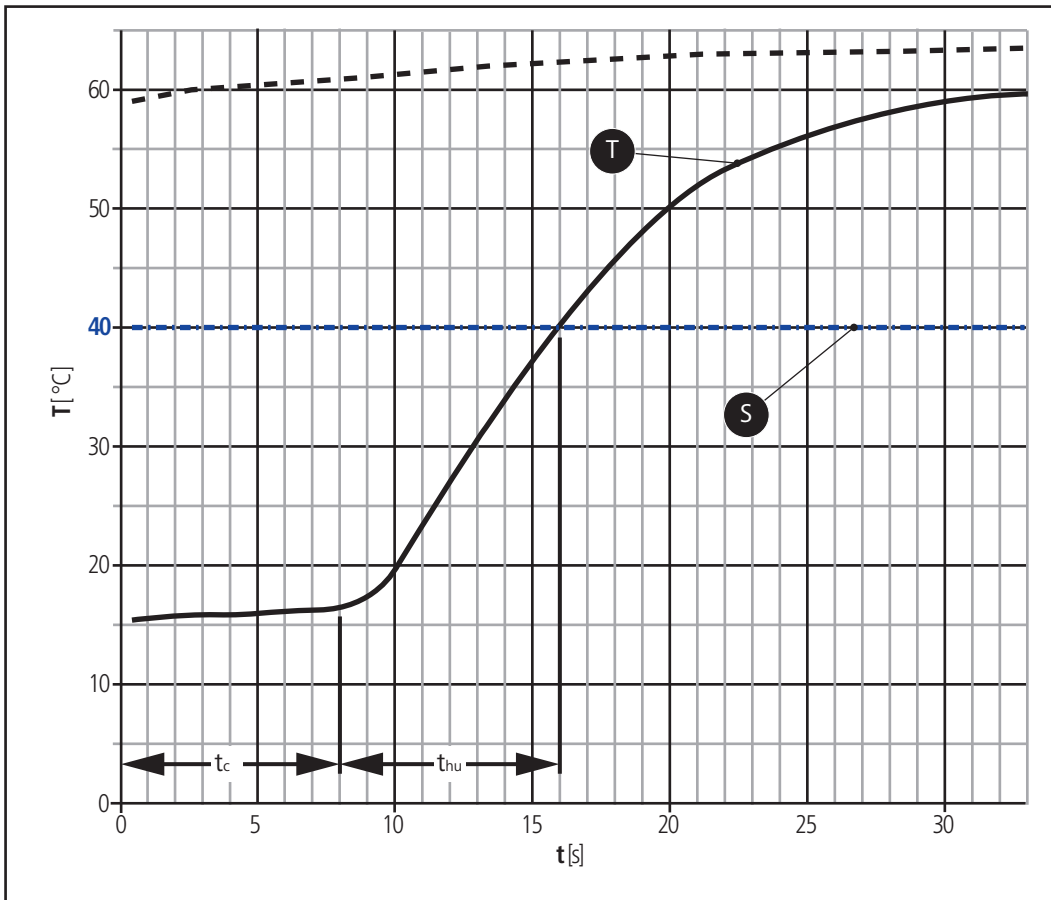
Valori di carico LU		2											
Portata volumetrica $\dot{V}$ [l/s]	[l/s]	0.2											
Aqua calda	[°C]	55											
Viscosità cinematica $\nu$	[m <sup>2</sup> /s]	5.12*10 <sup>-7</sup>											
Misura del tubo	[mm]	16	16	20	25								
Diametro nominale DN		10	12	15	20								
Misura interna del tubo	[mm]	8.4	11.6	14.4	19.6								
Velocità di scorrimento max.	[m/s]	3.61	1.89	1.23	0.66								
Volume per metro di tubo $V$	[l/m]	0.0554	0.1057	0.1629	0.3017								
$L_{max}$ : SIA 385/2 + W3						SIA [s]	W3 [kPa]	SIA [s]	W3 [kPa]	SIA [s]	W3 [kPa]	SIA [s]	W3 [kPa]
		Ø 16 x 3.8	Ø 16 x 2.2	Ø 20 x 2.8	Ø 25 x 2.7	[m]							
Lunghezza del tubo in m	6 m	9 m	6 m	3 m	1	0.55	15.5	1.06	3.3	1.63	1.2	3.02	0.3
					2	1.11	31.0	2.11	6.7	3.26	2.4	6.03	0.6
					3	1.66	46.5	3.17	10.0	4.89	3.6	9.05	0.8
					4	2.22	62.0	4.23	13.4	6.51	4.8	12.07	1.1
					5	2.77	77.5	5.28	16.7	8.14	6.0	15.09	1.4
					6	3.33	93.0	6.34	20.1	9.77	7.2	18.10	1.7
					7	3.88	108.5	7.40	23.4	11.40	8.4	21.12	1.9
					8	4.43	124.0	8.45	26.8	13.03	9.6	24.14	2.2
					9	4.99	139.5	9.51	30.1	14.66	10.8	27.15	2.5
					10	5.54	155.0	10.57	33.5	16.29	12.0	30.17	2.8
					11	6.10	170.5	11.63	36.8	17.91	13.2	33.19	3.0
					12	6.65	186.0	12.68	40.1	19.54	14.4	36.21	3.3

- Tempo d'erogazione con mantenimento al caldo
- Tempo d'erogazione senza mantenimento al caldo
- Tempo d'erogazione > 15 s
- Perdita di carico per metri di tubo (< 100 kPa)
- Perdita di carico per metri di tubo (> 100 kPa)

Valori di carico LU		3											
Portata volumetrica $\dot{V}$ [l/s]	[l/s]	0.3											
Aqua calda	[°C]	55											
Viscosità cinematica $\nu$	[m <sup>2</sup> /s]	5.12*10 <sup>-7</sup>											
Misura del tubo	[mm]	16	16	20	25								
Diametro nominale DN		10	12	15	20								
Misura interna del tubo	[mm]	8.4	11.6	14.4	19.6								
Velocità di scorrimento max.	[m/s]	5.41	2.84	1.84	0.99								
Volume per metro di tubo $V$	[l/m]	0.0554	0.1057	0.1629	0.3017								
$L_{max}$ : SIA 385/2 + W3						SIA [s]	W3 [kPa]	SIA [s]	W3 [kPa]	SIA [s]	W3 [kPa]	SIA [s]	W3 [kPa]
		Ø 16 x 3.8	Ø 16 x 2.2	Ø 20 x 2.8	Ø 25 x 2.7	[m]							
Lunghezza del tubo in m	3 m	12 m	9 m	4 m	1	0.37	31.5	0.70	6.8	1.09	2.4	2.01	0.6
					2	0.74	63.0	1.41	13.6	2.17	4.9	4.02	1.1
					3	1.11	94.5	2.11	20.4	3.26	7.3	6.03	1.7
					4	1.48	126.1	2.82	27.2	4.34	9.7	8.05	2.3
					5	1.85	157.6	3.52	34.0	5.43	12.2	10.06	2.8
					6	2.22	189.1	4.23	40.8	6.51	14.6	12.07	3.4
					7	2.59	220.6	4.93	47.6	7.60	17.0	14.08	3.9
					8	2.96	252.1	5.64	54.4	8.69	19.5	16.09	4.5
					9	3.33	283.6	6.34	61.2	9.77	21.9	18.10	5.1
					10	3.69	315.1	7.05	68.0	10.86	24.4	20.11	5.6
					11	4.06	346.6	7.75	74.8	11.94	26.8	22.13	6.2
					12	4.43	378.2	8.45	81.6	13.03	29.2	24.14	6.8

- Tempo d'erogazione con mantenimento al caldo
- Tempo d'erogazione senza mantenimento al caldo
- Tempo d'erogazione > 15 s
- Perdita di carico per metri di tubo (< 100 kPa)
- Perdita di carico per metri di tubo (> 100 kPa)

### 3.1.6.1 Andamento della temperatura e tempo di erogazione



$t_c$  = Fase fredda: La temperatura dell'acqua nel punto di presa è prossima alla temperatura ambiente.

$t_{hu}$  = Fase di riscaldamento: La temperatura dell'acqua nel punto di presa sale fino a 40 °C.

**T** = Andamento della temperatura: temperatura misurata nel punto di presa per tubi Optiflex

**S** = Prelievo di acqua effettivo: dopo il tempo di erogazione, vale a dire dopo avere raggiunto una temperatura di 40 °C nel punto di presa

### 3.1.6.2 Calcolo del tempo di erogazione

Per tubi più grandi e per lunghezze diverse dei tubi è possibile calcolare il tempo di erogazione in base alla seguente formula:

$$\Delta t = \frac{V \cdot L}{\dot{V}} \cdot 2$$

**$\Delta t$**  = tempi di erogazione [s]

**V** = volume per metro di tubo [l/m]

**L** = lunghezza del tubo [m]

**$\dot{V}$**  = portata volumetrica [l/s]

**2** = Fattore dovuto alla fase di riscaldamento



### 3.1.7 Basi del dimensionamento ai sensi della direttiva W3, edizione 2013

A causa delle diverse forme di fitting si verificano differenti perdite di pressione nei sistemi di distribuzione di acqua potabile. Per la determinazione del diametro dei tubi ai sensi della direttiva W3 2013 si devono considerare i corretti valori Zeta dei componenti impiegati.

Il **valore Zeta (ζ)** o coefficiente di perdita di pressione di un fitting è una grandezza adimensionale della perdita di pressione attesa in un componente attraversato da un flusso. Fornisce un'indicazione sulla grandezza della resistenza di flusso di un fitting e viene calcolato in modo empirico.

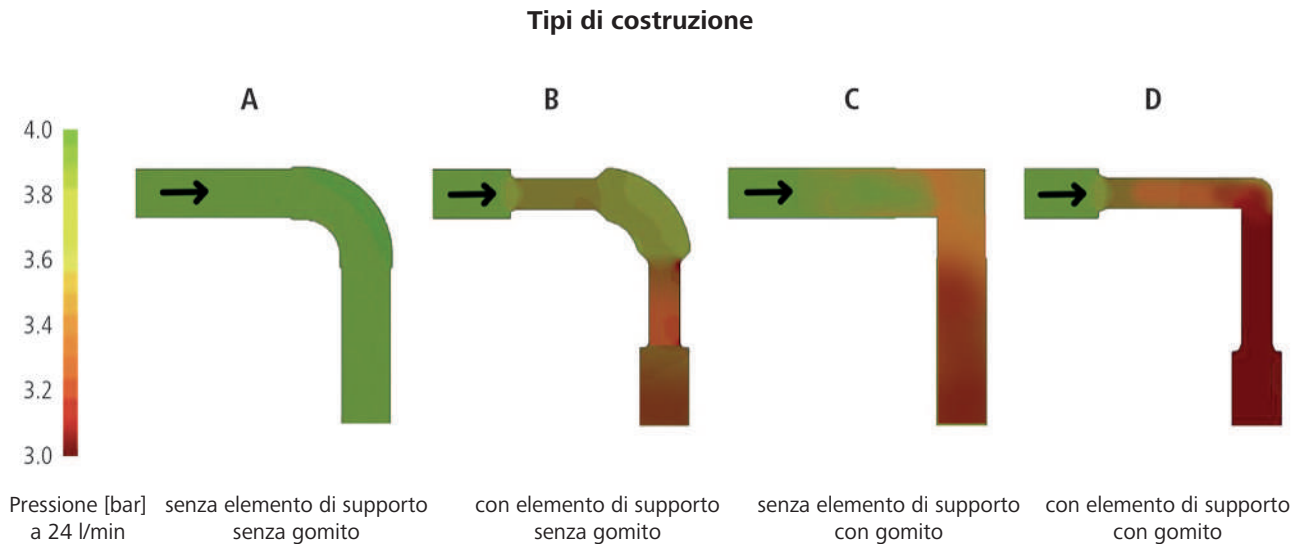


Fig. 1: Perdite di pressione in diverse forme di fitting nei sistemi di distribuzione di acqua potabile

Le perdite di pressione causate da resistenze singole influiscono sul dimensionamento delle reti di condutture. I componenti che favoriscono il passaggio dei fluidi consentono l'utilizzo di tubi di dimensioni inferiori e contribuiscono a una maggiore igiene ed economicità dell'impianto.

Il **valore Kv** è un'ulteriore grandezza determinante per il dimensionamento della rubinetteria.

Il valore Kv è denominato anche fattore di portata o coefficiente di portata. È una misura della portata di un liquido o di un gas attraverso una valvola ed è necessario ai fini della selezione e del dimensionamento delle valvole. Il valore Kv corrisponde al flusso d'acqua attraverso una valvola (in m<sup>3</sup>/h) in presenza di una differenza di pressione di 1 bar e di una temperatura dell'acqua di 5-30 °C. Il valore Kv vale soltanto per la rispettiva corsa (grado di apertura) di una valvola (K<sub>v</sub>). Alla corsa nominale (grado di apertura 100 del %), il valore Kv viene indicato con **Kvs**. Il valore Kvs permette di calcolare la massima portata possibile di una valvola. Per il dimensionamento di una valvola si dovrebbe considerare per il valore Kvs un margine di progettazione tra il 20 % e il 30 %.

Per i liquidi, il valore Kv può essere calcolato in funzione della portata volumetrica, della densità e della perdita di pressione.

Considerando come valori di partenza 1 bar e la densità dell'acqua di 1'000 kg/m<sup>3</sup> a una temperatura di 20 °C, il valore Kv di una valvola può essere rappresentato nel modo seguente:

$$K_v = Q \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p \cdot 1000}}$$

- Q** = portata volumetrica di flusso [m<sup>3</sup>/h]
- Δ p** = perdita di pressione [bar]
- K<sub>v</sub>** = valore Kv della valvola [m<sup>3</sup>/h]
- ρ** = densità del medio [kg/m<sup>3</sup>]

Tenendo conto del valore Kvs, la perdita di pressione per la portata volumetrica attesa può essere calcolata nel modo seguente:

$$\Delta p_2 = \frac{\Delta p_1 \cdot V_2^2}{V_1^2}$$

$\Delta p_1$  = 1'000 mbar = 1 bar (secondo la definizione del valore Kvs)

$V_1$  = portata volumetrica di partenza [m<sup>3</sup>/h]

$V_2$  = portata volumetrica attesa [m<sup>3</sup>/h]

$\Delta p_2$  = perdita di pressione con  $V_2$  [bar]

Tra il valore Kv e il valore Zeta sussiste la seguente correlazione:

$$\zeta = \frac{d^4}{625.439 \cdot K_v^2}$$

Valore approssimativo:

$$\zeta = \left( \frac{0.05 \cdot A}{K_v} \right)^2$$

$\zeta$  = valore Zeta

$d$  = diametro del flusso [mm]

$K_v$  = valore Kv della valvola [m<sup>3</sup>/h]

**625.439** = fattore di proporzionalità

**A** = sezione del flusso [mm<sup>2</sup>]

### 3.1.7.1 Conversione in lunghezza equivalente del tubo

La lunghezza equivalente del tubo di un pezzo speciale può essere calcolata attraverso il rapporto tra il valore Zeta del pezzo speciale e il valore Zeta di un tubo diritto con lunghezza 1 m:

**lunghezza equivalente del tubo l' [m] = valore Zeta pezzo speciale / valore zeta tubo 1 m**

### 3.1.7.2 Dispositivo di calcolo della pressione

Per agevolare il calcolo della pressione d' esercizio e della perdita di pressione di un oggetto, la Nussbaum mette a disposizione un relativo modulo.

Il modulo «Dispositivo di pressione» può essere scaricato all'indirizzo [www.nussbaum.ch/strumenti](http://www.nussbaum.ch/strumenti)

**Dispositivo di calcolo della pressione**

Progetto:

Autore:

Data:

**NUSSBAUM<sub>RN</sub>**

---

**Calcolo della pressione d'esercizio a valle del contatore d'acqua (necessario solo se la pressione di alimentazione non è nota)**

Altezza serbatoio del gestore della rete di distribuzione (troppo pieno)  $h_1$   m s.l.m.

Altezza conduttura di allacciamento all'abitazione in corrispondenza della batteria di distribuzione  $h_2$   m s.l.m.

Differenza di altezza serbatoio-batteria di distribuzione  $h_1 - h_2$   m s.l.m.

$P_{in1} = \frac{100 \text{ m}}{1000 \text{ kg}} \cdot \frac{9.81 \text{ m}}{\text{s}^2} = 0.981 \text{ kPa}$

Variazioni di pressione nel serbatoio e nella conduttura di alimentazione  $\Delta P_{V1}$   kPa (0.30 bar)

Pressione di alimentazione:  $SP = P_{in1} + \Delta P_{V1}$   $SP$   kPa (9.51 bar)

Perdita di pressione conduttura di allacciamento all'abitazione (potesi)  $\Delta P_{V2}$   kPa (0.30 bar)

Perdita di pressione contatore d'acqua con  $Q_b$   $\Delta P_{W2}$   kPa (0.30 bar)

Pressione d' esercizio a valle del contatore d'acqua  $OP_{W2}$   kPa (8.91 bar)

---

**Riduttore di pressione, best practice**

In presenza di una pressione di alimentazione superiore a 450 kPa (4.5 bar), la Nussbaum raccomanda sempre l'installazione di un riduttore di pressione. (protezione dell'impianto da sovraccarico e colpi d'ariete dalla rete)

Di norma, il riduttore di pressione va impostato a 400 kPa (4.0 bar, impostazione di fabbrica). In questo modo viene garantito anche il perfetto funzionamento delle valvole di sicurezza, impostate di fabbrica a 600 kPa (6.0 bar).

---

**Calcolo della perdita di pressione disponibile**

Pressione statica a valle del riduttore di pressione; impostazione standard 400 kPa (4.0 bar)  $P_{inM}$   kPa (4.00 bar)

Perdita di pressione riduttore di pressione a  $Q_{max}$  (secondo il diagramma di prestazione Nussbaum)  $\Delta P_{RM}$   kPa (0.40 bar)

Perdita di pressione dovuta a installazione di apparecchiature come depuratori dell'acqua potabile  $\Delta P_{RUP}$   kPa (0.00 bar)

Differenza di altezza tra la batteria di distribuzione e il punto di presa più alto  m

$P_{in2} = \frac{10 \text{ m}}{1000 \text{ kg}} \cdot \frac{9.81 \text{ m}}{\text{s}^2} = 0.0981 \text{ kPa}$

Pressione di flusso punto di presa più alto  $P_{minM}$   kPa (1.00 bar)

**Pressione disponibile**  $\Delta P_L$   kPa (1.62 bar)

---

**Determinazione del diametro dei tubi, best practice**

Di norma, il diametro dei tubi può essere determinato tramite il metodo semplificato. Le seguenti condizioni generali si applicano per ciascun tratto: portate non superiori a quelle indicate nella tabella 3; lunghezza di sviluppo della conduttura <50m (conduttura di distribuzione <35m e distribuzione ai piani <15m); pressione disponibile  $\Delta P_L$  >150 kPa (1.5 bar)

Nel caso di immobili particolari in cui è necessario ricorrere al metodo di calcolo, negli strumenti per la progettazione vanno considerati i valori Zeta corretti dei prodotti utilizzati. Come con il metodo semplificato, anche con il metodo di calcolo si consiglia di progettare l'impianto idraulico con una perdita di pressione massima di 150 kPa (1.5 bar).

Fig. 2: Modulo Dispositivo di pressione

In presenza di una pressione di alimentazione superiore a 450 kPa (4.5 bar), la Nussbaum raccomanda sempre l'installazione di un **riduttore di pressione** per proteggere l'impianto da eventuali sovraccarichi e colpi d'ariete nella rete. Di norma, il riduttore di pressione va impostato a 400 kPa (4 bar; impostazione di fabbrica). Ciò permette di garantire in ogni momento un funzionamento ineccepibile anche delle valvole di sicurezza con un'impostazione di fabbrica di 600 kPa (6 bar).

## 3.2 Metodi di determinazione del diametro dei tubi

Lo scopo della determinazione del diametro dei tubi è quello di fornire agli utenti acqua potabile ineccepibile a livello igienico in quantità sufficiente e in condizioni di pressione ottimali.

Nel calcolo occorre tenere conto di circostanze quali l'ubicazione dell'edificio, requisiti igienici, energetici e acustici, le diverse tecniche di posa ecc.

Si distingue tra due metodi di determinazione del diametro dei tubi:

- Metodo semplificato
- Metodo di calcolo

### 3.2.1 Condizioni operative in cui viene applicato il metodo semplificato

Il metodo semplificato può essere applicato soltanto per le cosiddette «installazioni normali». Tutti gli altri oggetti sono considerati «installazioni speciali» e devono essere dimensionati in base al metodo di calcolo differenziato.

L'80 % degli edifici abitativi soddisfa le condizioni di un'installazione normale.

Il metodo semplificato può essere applicato alle seguenti condizioni:

- Il valore LU in corrispondenza di un singolo punto di presa non deve essere superiore a 5 (si veda la tabella seguente).
- Non deve essere superato il flusso massimo come da diagramma 1 in considerazione della simultaneità.
- La somma di tutti i valori LU per ciascun tratto deve essere inferiore a 150.
- La lunghezza massima di sviluppo delle condutture per ogni tratto deve essere inferiore a 50 m, mentre la lunghezza massima delle condutture nella distribuzione ai piani non deve superare i 15 m e le condutture di distribuzione non devono superare i 35 m.
- Per l'intero sistema con condutture deve essere disponibile, in base al dispositivo di calcolo della pressione, una perdita di pressione di almeno 150 kPa (1.5 bar).

### 3.2.2 Condizioni operative in cui viene applicato il metodo di calcolo

Gli edifici di dimensioni superiori alla media sono considerati «installazioni speciali» e devono essere dimensionati in base al metodo di calcolo differenziato.

Tale metodo di calcolo si applica alle seguenti condizioni operative:

- Installazioni che non soddisfano le condizioni per l'applicazione del metodo semplificato.
- Edifici con lunghezza di sviluppo delle condutture > 50 m.
- Condizioni operative che soddisfano una delle seguenti condizioni:
  - Prelievo simultaneo elevato: L'utilizzo contemporaneo dei punti di presa collegati è superiore al flusso massimo di cui al diagramma 1 e si registrano orari di picco, ad esempio nel caso di impianti sportivi (docce), alberghi, imprese commerciali e industriali.
  - Prelievo continuo: Punti di presa che rimangono aperti per oltre 15 minuti, ad esempio raccordi per l'acqua di raffreddamento, fontane, impianti di irrigazione per giardini o riempimenti di piscine.
  - Picchi d'erogazione: Portate o raccordi maggiori rispetto ai valori riportati nella tabella «Valore di carico (LU)», vale a dire > 0.5 l/s o raccordi da ¾", ad esempio docce con erogazione a getto, lavastoviglie industriali ecc.
  - Condizioni operative combinate: Il diametro dei tubi viene determinato sia attraverso il metodo semplificato sia tramite il metodo di calcolo.



### 3.3 Determinazione del diametro dei tubi

#### 3.3.1 Conduttura di allacciamento all'abitazione

Il diametro della tubazione viene generalmente determinato dal gestore della rete di distribuzione in base alla Tabella 5 della direttiva W3 o in base alla massima velocità di flusso consentita e alla perdita di pressione. Tenendo conto delle lunghezze equivalenti dei tubi per i pezzi speciali e la rubinetteria, la perdita di pressione dalla conduttura di alimentazione al contatore dell'acqua non deve superare i 40 kPa (0.4 bar).

La perdita di pressione massima su cui si basa la tabella corrisponde a una velocità di flusso di max. 2.0 m/s. I valori delle lunghezze dei tubi nella tabella rappresentano valori medi per tutti i materiali.

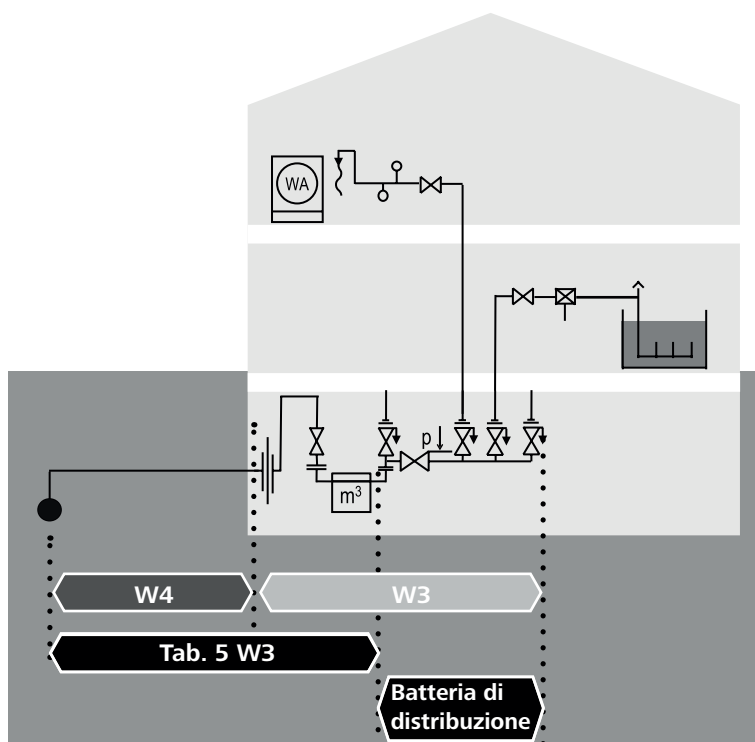


Fig. 3: Schema conduttura di allacciamento all'abitazione

Tabella dei valori indicativi indipendenti dal materiale					
Lunghezza lineare max. [m]	10	20	30	40	50
Valore di carico (LU)	DN	DN	DN	DN	DN
60	25	32	32	32	40
90	25	32	32	40	40
120	32	32	32	40	40
150	32	32	40	40	40
300	32	40	40	40	50
600	40	40	50	50	50

Tabella 3: Tabella dei valori di carico, Tabella 5 W3

### 3.3.2 Batteria di distribuzione

Valore di carico (LU)	$Q_D$ [l/s]	$Q_D$ [l/min]	DN
25	0.76	45	25
60	0.95	57	32
90	1.05	63	32
120	1.13	68	32
150	1.20	72	40
300	1.52	91	40
600	1.95	117	50
1500	2.69	161	50
3000	3.44	206	65
—	5.00	300	65
—	6.67	400	80
—	8.33	500	80
—	10.00	600	80
—	11.67	700	100
—	13.33	800	100
—	15.00	900	100

Tabella 4: Flusso massimo, tabella Nussbaum

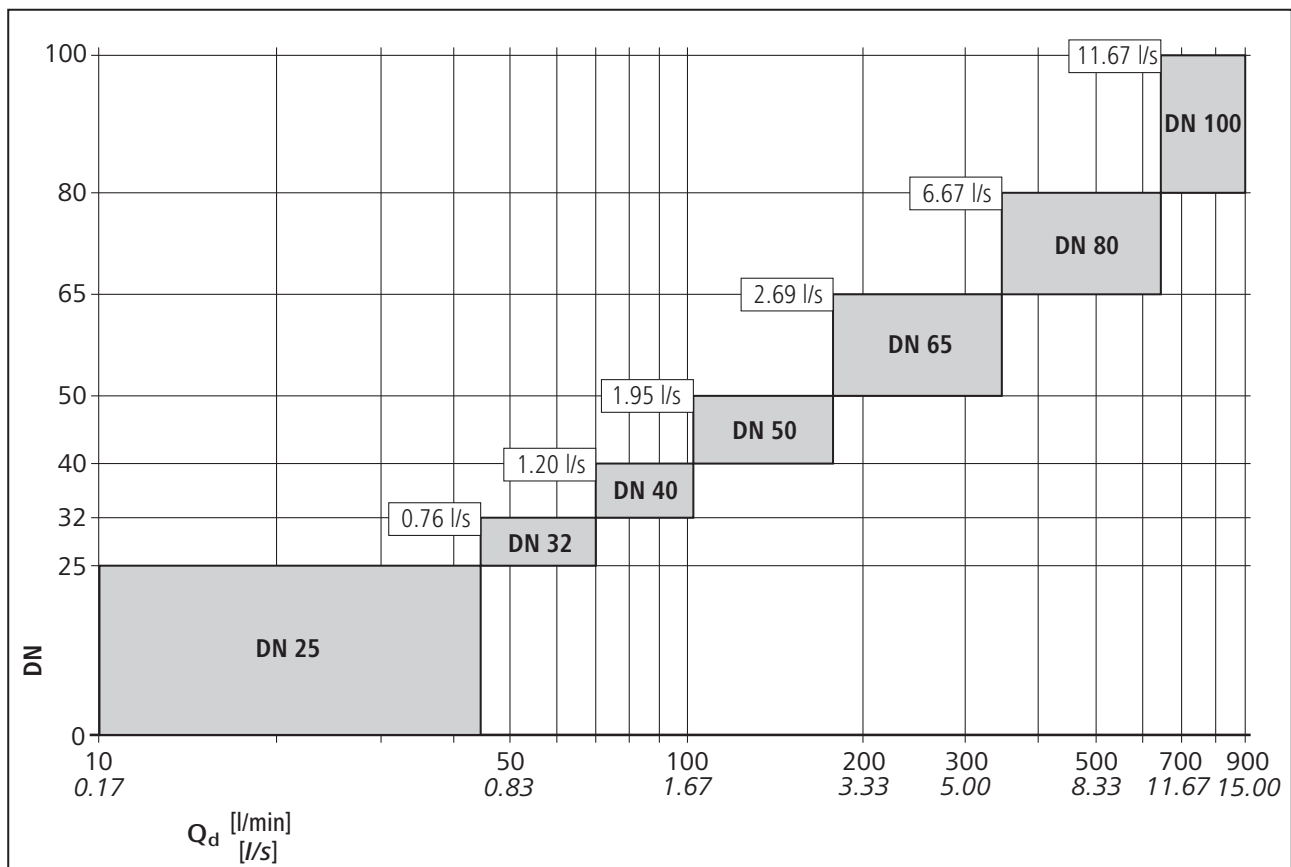


Fig. 4: Diagramma Nussbaum

### 3.3.3 Metodo semplificato

#### 3.3.3.1 Nuovi valori di carico

Con il nuovo regolamento W3 sono stati attribuiti nuovi valori di carico (LU) alle utenze. LU (loading unit) è il valore che considera il flusso di prelievo minimo della rubinetteria, la durata di utilizzo e la frequenza di utilizzo.

Impiego: raccordi DN 15 (1/2")	Q <sub>A</sub>	Q <sub>A</sub>	LU	LU
	[l/s]	[l/s]	freddo	caldo
Cassetta di scarico WC, distributore automatico di bibite	0.1	–	1	–
Lavabo, lavello a canale, bidet, doccia per parrucchiere	0.1	0.1	1	1
Lavastoviglie domestica	0.1	–	1	–
Lavatrice domestica	0.2	–	2	–
Rubinetto di presa per balcone*	0.2	–	2	–
Doccia, lavello, vasca di lavaggio, lavatoio, vuotatoio su gambe e da parete	0.2	0.2	2	2
Sciacquone automatico per orinatoio	0.3	–	3	–
Vasca da bagno	0.3	0.3	3	3
Rubinetto di presa per giardino e garage	0.5	–	5	–

\* Rubinetti da giardino antigelo con limitatore di portata: 40060, 40070, 40200, 40210 (innesti: 40064, 40074, 40204, 40214)

Tabella 5: Valore di carico (LU)

- Le valvole per riempimento del riscaldamento non vanno considerate per la determinazione del diametro dei tubi.
- Le utenze con raccordi > 1/2" e/o portate speciali vanno sempre calcolate secondo le istruzioni del produttore in base alla perdita di pressione.

### 3.3.3.2 Determinazione del diametro dei tubi nella distribuzione di acqua calda Optipress

Per spiegare la determinazione del diametro delle condutture di distribuzione si fa riferimento a un esempio che illustra, passo dopo passo, come giungere alla determinazione definitiva del diametro. La raffigurazione isometrica mostra la struttura dell'esempio. Viene determinato il diametro dei tubi dell'impianto di acqua calda.

Prima di iniziare a determinare il diametro dei tubi è necessario assegnare i valori di carico alle utenze. Le informazioni sui valori di carico sono consultabili al capitolo «Nuovi valori di carico» nella tabella «Valore di carico (LU)», ☞ «Nuovi valori di carico», pagina 19.

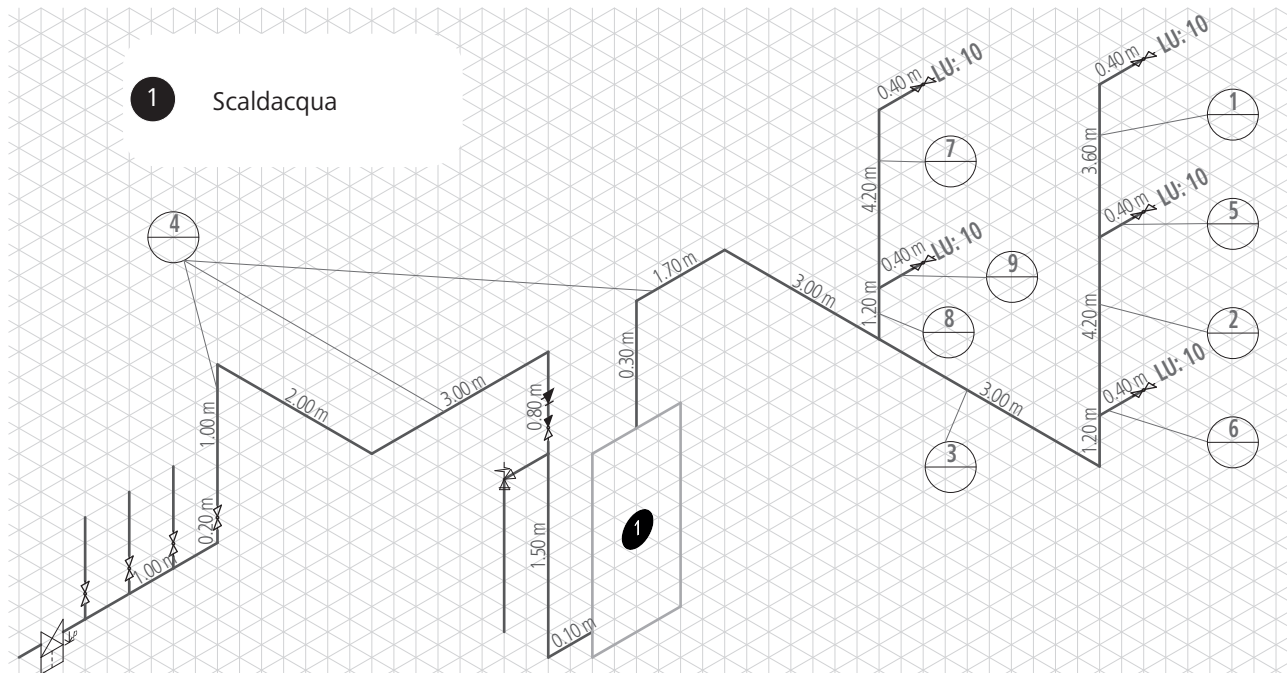


Fig. 5: Isometria della distribuzione di acqua calda Optipress

Per la determinazione del diametro dei tubi, i segmenti sono numerati da 1 a 9. Quale linea di prodotti si opta per Optipress-Aquaplus.

n.	Materiale	Osservazione	Lunghezza [m]	Valore di carico (LU)	Dimensioni
1	Optipress 1.4521	↑			
2	Optipress 1.4521	↑			
3	Optipress 1.4521	→			
4	Optipress 1.4521	→			
5	Optipress 1.4521	↑			
6	Optipress 1.4521	↑			
7	Optipress 1.4521	↑			
8	Optipress 1.4521	↑			
9	Optipress 1.4521	↑			

→ Distribuzione in cantina

↑ Tratto montante

Per il dimensionamento del **segmento 1** è necessario conoscere il valore LU (10 LU) a esso associato e la distanza fino al contatore dell'acqua o fino al riduttore di pressione centrale. Per ottenere tale distanza si sommano i segmenti ( $\Delta S$ ) da 1 a 4.


$$\Delta S1 + \Delta S2 + \Delta S3 + \Delta S4^* = 27.0 \text{ m}$$

\* incl. base di distribuzione

$$\text{Lunghezza} = 27 \text{ m}$$

$$\text{LU} = 10$$

Il diametro dei tubi può essere ricavato dalla tabella sottostante. La misura di 27 m rientra nel campo di applicazione fino a max. 35 m.

Tabelle delle unità di carico:		Optipress – Tubi in acciaio inossidabile					
Sistema di distribuzione:		Installazione con pezzi a Ti (cambiamento di direzione con raccordi)					
Produttore:		R. Nussbaum SA, Olten					
Certificato SSIGA n°:		0209-4548					
Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]		5	10	15	20	35	Conduttura di distribuzione Velocità max. 2 m/s
Unità di carico (LU)		$d_e \times s$	$d_e \times s$	$d_e \times s$	$d_e \times s$	$d_e \times s$	
1		15 × 1	15 × 1	15 × 1	15 × 1	15 × 1	
2		15 × 1	15 × 1	15 × 1	18 × 1	18 × 1	
3		18 × 1	18 × 1	18 × 1	18 × 1	22 × 1.2	
4		18 × 1	18 × 1	18 × 1	22 × 1.2	22 × 1.2	
6		18 × 1	18 × 1	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	
8		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	
10		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	28 × 1.2	
15		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	28 × 1.2	
20		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	
30		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	
40		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	
50		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	
70		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	
90		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	35 × 1.5	
120		35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	
150		35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	
Tubo $d_e \times s$ [mm]		15 × 1	18 × 1	22 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	
Tubo $d_i$ [mm]		13.0	16.0	19.6	25.6	32.0	
Rubinetteria		½"	½"	¾"	1"	1¼"	

$d_e$  [mm] = diametro esterno

$d_i$  [mm] = diametro interno

$s$  [mm] = spessore della parete del tubo

n.	Materiale	Osservazione	Lunghezza [m]	Valore di carico (LU)	Dimensioni
1	Optipress 1.4521	↑	27	10	28 × 1.2

Tabella 6: Dimensionamento segmento 1

### Segmenti 2, 3 e 4:

La lunghezza si ricava dalla distanza tra l'utenza e il contatore dell'acqua o il riduttore di pressione centrale.

Per il valore LU vengono sommati i valori di carico risultanti fino al rispettivo segmento.

Lunghezza = 27 m

LU<sub>2</sub> = 20

LU<sub>3</sub> = 30

LU<sub>4</sub> = 50

Da questi dati si possono ricavare i diametri dei tubi della tabella. Anch'essi rientrano nel campo di applicazione fino a max. 35 m.

Tabelle delle unità di carico:		Optipress – Tubi in acciaio inossidabile					
Sistema di distribuzione		Installazione con pezzi a Ti (cambiamento di direzione con raccordi)					
Produttore:		R. Nussbaum SA, Olten					
Certificato SSIGA n°:		0209-4548					
Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]		5	10	15	20	35	Condotture di distribuzione Velocità max. 2 m/s
Unità di carico (LU)		d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	
1		15 × 1	15 × 1	15 × 1	15 × 1	15 × 1	
2		15 × 1	15 × 1	15 × 1	18 × 1	18 × 1	
3		18 × 1	18 × 1	18 × 1	18 × 1	22 × 1.2	
4		18 × 1	18 × 1	18 × 1	22 × 1.2	22 × 1.2	
6		18 × 1	18 × 1	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	
8		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	
10		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	28 × 1.2	
15		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	28 × 1.2	
20		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	
30		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	
40		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	
50		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	
70		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	
90		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	35 × 1.5	
120		35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	
150		35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	
Tubo d <sub>e</sub> × s [mm]		15 × 1	18 × 1	22 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	
Tubo d <sub>i</sub> [mm]		13.0	16.0	19.6	25.6	32.0	
Rubinetteria		½"	½"	¾"	1"	1¼"	

d<sub>e</sub> [mm] = diametro esterno

d<sub>i</sub> [mm] = diametro interno

s [mm] = spessore della parete del tubo

n.	Materiale	Osservazione	Lunghezza [m]	Valore di carico (LU)	Dimensioni
2	Optipress 1.4521	↑	27	20	28 × 1.2
3	Optipress 1.4521	→	27	30	28 × 1.2
4	Optipress 1.4521	→	27	50	35 × 1.5

Tabella 7: Dimensionamento segmenti 2, 3 e 4

## Segmento 5:

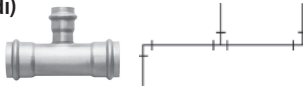
La lunghezza si ricava dalla distanza tra il gruppo di apparecchi collegato e l'allacciamento domestico.

Il valore LU corrisponde al valore LU associato al segmento.

Lunghezza = 23.4 m

LU = 10

Da questi dati si può ricavare il valore dalla tabella. Anche in questo caso rientra nel campo di applicazione fino a max. 35 m.

Tabelle delle unità di carico:		Optipress – Tubi in acciaio inossidabile					
Sistema di distribuzione:		Installazione con pezzi a Ti (cambiamento di direzione con raccordi)					
Produttore:		R. Nussbaum SA, Olten					
Certificato SSIGA n°:		0209-4548					
Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]		5	10	15	20	35	Conduttura di distribuzione Velocità max. 2 m/s
Unità di carico (LU)		d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	
1		15 × 1	15 × 1	15 × 1	15 × 1	15 × 1	
2		15 × 1	15 × 1	15 × 1	18 × 1	18 × 1	
3		18 × 1	18 × 1	18 × 1	18 × 1	22 × 1.2	
4		18 × 1	18 × 1	18 × 1	22 × 1.2	22 × 1.2	
6		18 × 1	18 × 1	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	
8		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	
10		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	28 × 1.2	
15		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	28 × 1.2	
20		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	
30		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	
40		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	
50		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	
70		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	
90		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	35 × 1.5	
120		35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	
150		35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	
Tubo d <sub>e</sub> × s [mm]		15 × 1	18 × 1	22 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	
Tubo d <sub>i</sub> [mm]		13.0	16.0	19.6	25.6	32.0	
Rubinetteria		½"	½"	¾"	1"	1¼"	

d<sub>e</sub> [mm] = diametro esterno

d<sub>i</sub> [mm] = diametro interno

s [mm] = spessore della parete del tubo

n.	Materiale	Osservazione	Lunghezza [m]	Valore di carico (LU)	Dimensioni
5	Optipress 1.4521	↑	23.4	10	28 × 1.2

Tabella 8: Dimensionamento segmento 5

### Segmento 6:

La lunghezza si ricava dalla distanza tra il gruppo di apparecchi collegato e l'allacciamento domestico.

Il valore LU corrisponde al valore LU associato al segmento.

Lunghezza = 19.2 m

LU = 10

Da questi dati si può ricavare il valore dalla tabella. Il valore rientra nel campo di applicazione fino a 20 m.

Tabelle delle unità di carico:		Optipress – Tubi in acciaio inossidabile					
Sistema di distribuzione:		Installazione con pezzi a Ti (cambiamento di direzione con raccordi)					
Produttore:		R. Nussbaum SA, Olten					
Certificato SSIGA n°:		0209-4548					
Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]		5	10	15	20	35	Condotture di distribuzione Velocità max. 2 m/s
Unità di carico (LU)		d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	
1		15 × 1	15 × 1	15 × 1	15 × 1	15 × 1	
2		15 × 1	15 × 1	15 × 1	18 × 1	18 × 1	
3		18 × 1	18 × 1	18 × 1	18 × 1	22 × 1.2	
4		18 × 1	18 × 1	18 × 1	22 × 1.2	22 × 1.2	
6		18 × 1	18 × 1	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	
8		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	
10		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	28 × 1.2	
15		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	28 × 1.2	
20		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	
30		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	
40		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	
50		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	
70		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	
90		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	35 × 1.5	
120		35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	
150		35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	
Tubo d <sub>e</sub> × s [mm]		15 × 1	18 × 1	22 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	
Tubo d <sub>i</sub> [mm]		13.0	16.0	19.6	25.6	32.0	
Rubinetteria		½"	½"	¾"	1"	1¼"	

d<sub>e</sub> [mm] = diametro esterno

d<sub>i</sub> [mm] = diametro interno

s [mm] = spessore della parete del tubo

n.	Materiale	Osservazione	Lunghezza [m]	Valore di carico (LU)	Dimensioni
6	Optipress 1.4521	↑	19.2	10	22 × 1.2

Tabella 9: Dimensionamento segmento 6



**Segmenti 7 e 8:**

Determinante per la lunghezza è la distanza tra il raccordo del gruppo di apparecchi in corrispondenza di 7 e il riduttore di pressione centrale.

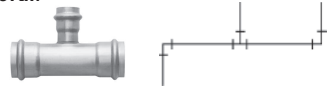
Per il valore LU vengono sommati i valori di carico risultanti fino al rispettivo segmento.

Lunghezza = 20.4 m

LU<sub>7</sub> = 10

LU<sub>8</sub> = 20

Da questi dati si può ricavare il valore dalla tabella. Anche in questo caso rientra nel campo di applicazione fino a max. 35 m.

<b>Tabelle delle unità di carico:</b>	<b>Optipress – Tubi in acciaio inossidabile</b>					
<b>Sistema di distribuzione:</b>	<b>Installazione con pezzi a Ti (cambiamento di direzione con raccordi)</b>					
<b>Produttore:</b>	<b>R. Nussbaum SA, Olten</b>					
<b>Certificato SSIGA n°:</b>	<b>0209-4548</b>					
Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]	5	10	15	20	35	Conduttura di distribuzione Velocità max. 2 m/s
Unità di carico (LU)	d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	
1	15 × 1	15 × 1	15 × 1	15 × 1	15 × 1	
2	15 × 1	15 × 1	15 × 1	18 × 1	18 × 1	
3	18 × 1	18 × 1	18 × 1	18 × 1	22 × 1.2	
4	18 × 1	18 × 1	18 × 1	22 × 1.2	22 × 1.2	
6	18 × 1	18 × 1	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	
8	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	
10	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	28 × 1.2	
15	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	28 × 1.2	
20	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	
30	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	
40	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	
50	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	
70	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	
90	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	35 × 1.5	
120	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	
150	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	
Tubo d <sub>e</sub> × s [mm]	15 × 1	18 × 1	22 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	
Tubo d <sub>i</sub> [mm]	13.0	16.0	19.6	25.6	32.0	
Rubinetteria	½"	½"	¾"	1"	1¼"	

d<sub>e</sub> [mm] = diametro esterno

d<sub>i</sub> [mm] = diametro interno

s [mm] = spessore della parete del tubo

n.	Materiale	Osservazione	Lunghezza [m]	Valore di carico (LU)	Dimensioni
7	Optipress 1.4521	↑	20.4	10	28 × 1.2
8	Optipress 1.4521	↑	20.4	20	28 × 1.2

Tabella 10: Dimensionamento segmenti 7 e 8

### Segmento 9:

La lunghezza si ricava dalla distanza tra il gruppo di apparecchi collegato e il riduttore di pressione centrale.  
Il valore LU corrisponde al valore LU associato al segmento.

Lunghezza = 16.2 m

LU = 10

Da questi dati si può ricavare il valore dalla tabella. Essendo il segmento superiore a 15 m ma inferiore a 20 m viene utilizzata la colonna per la lunghezza lineare massima di 20 m.

Tabelle delle unità di carico:		Optipress – Tubi in acciaio inossidabile					
Sistema di distribuzione:		Installazione con pezzi a Ti (cambiamento di direzione con raccordi)					
Produttore:		R. Nussbaum SA, Olten					
Certificato SSIGA n°:		0209-4548					
Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]		5	10	15	20	35	Condotture di distribuzione Velocità max. 2 m/s
Unità di carico (LU)		d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	d <sub>e</sub> × s	
1		15 × 1	15 × 1	15 × 1	15 × 1	15 × 1	
2		15 × 1	15 × 1	15 × 1	18 × 1	18 × 1	
3		18 × 1	18 × 1	18 × 1	18 × 1	22 × 1.2	
4		18 × 1	18 × 1	18 × 1	22 × 1.2	22 × 1.2	
6		18 × 1	18 × 1	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	
8		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	
10		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	28 × 1.2	
15		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	28 × 1.2	
20		22 × 1.2	22 × 1.2	22 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	
30		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	
40		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	
50		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	
70		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	
90		28 × 1.2	28 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	35 × 1.5	
120		35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	
150		35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	35 × 1.5	
Tubo d <sub>e</sub> × s [mm]		15 × 1	18 × 1	22 × 1.2	28 × 1.2	35 × 1.5	
Tubo d <sub>i</sub> [mm]		13.0	16.0	19.6	25.6	32.0	
Rubinetteria		½"	½"	¾"	1"	1¼"	

d<sub>e</sub> [mm] = diametro esterno

d<sub>i</sub> [mm] = diametro interno

s [mm] = spessore della parete del tubo

n.	Materiale	Osservazione	Lunghezza [m]	Valore di carico (LU)	Dimensioni
9	Optipress 1.4521	↑	16.2	10	22 × 1.2

Tabella 11: Dimensionamento segmento 9

Dimensionamento dei segmenti da **1** a **9**:

n.	Materiale	Osservazione	Lunghezza [m]	Valore di carico (LU)	Dimensioni
1	Optipress 1.4521	↑	27	10	28 × 1.2
2	Optipress 1.4521	↑	27	20	28 × 1.2
3	Optipress 1.4521	→	27	30	28 × 1.2
4	Optipress 1.4521	→	27	50	35 × 1.5
5	Optipress 1.4521	↑	23.4	10	28 × 1.2
6	Optipress 1.4521	↑	19.2	10	22 × 1.2
7	Optipress 1.4521	↑	20.4	10	28 × 1.2
8	Optipress 1.4521	↑	20.4	20	28 × 1.2
9	Optipress 1.4521	↑	16.2	10	22 × 1.2

➔ Distribuzione in cantina

↑ Tratto montante

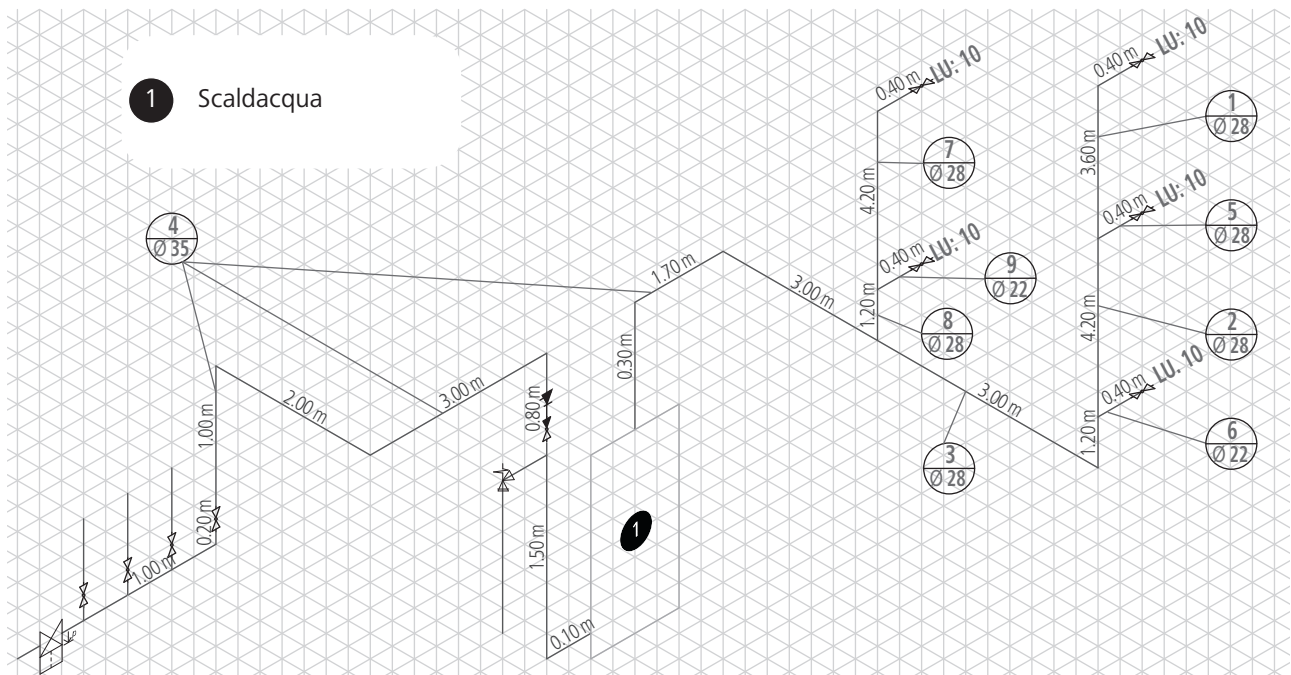


Fig. 6: Soluzione per la determinazione del diametro dei tubi di distribuzione di acqua calda Optipress

### 3.3.3.3 Determinazione del diametro dei tubi nella distribuzione ai piani

#### Distribuzione ai piani di acqua calda con condutture di erogazione in Optiflex-Profix

Questo esempio mostra come determinare il diametro della conduttura dell'acqua calda in relazione a una distribuzione ai piani.

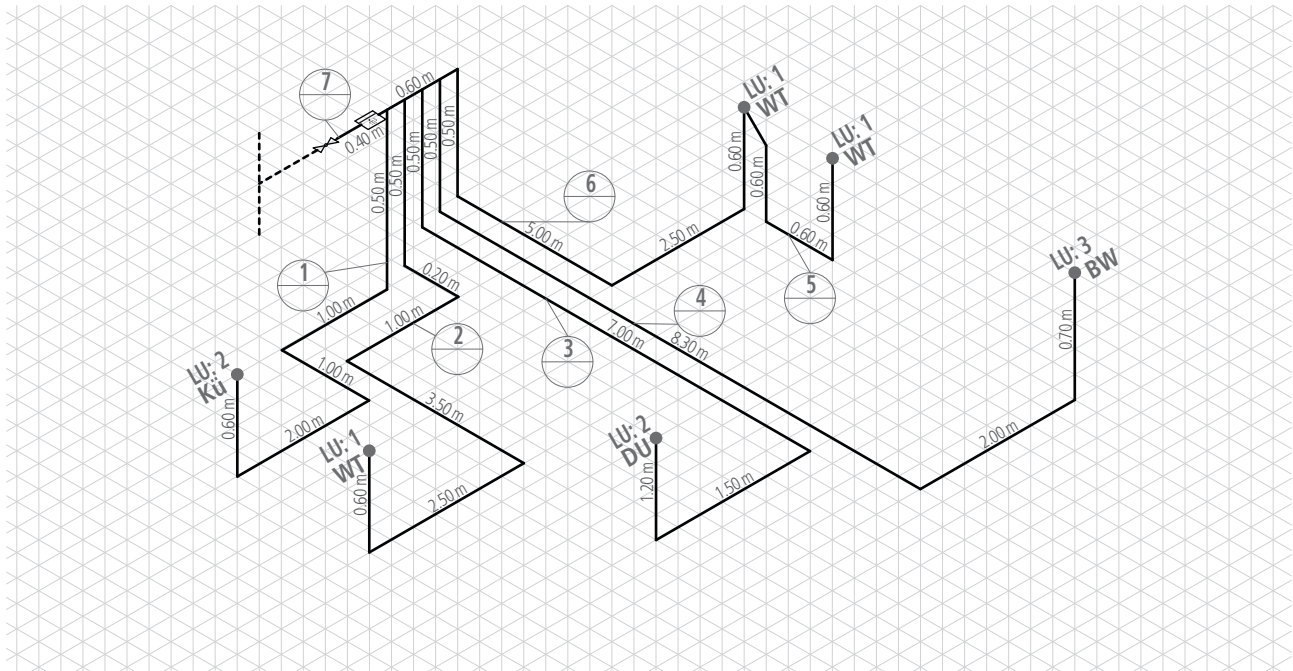


Fig. 7: Isometria della distribuzione di acqua calda al piano con condutture di erogazione in Optiflex-Profix

Kü = Cucina  
WT = Lavabo

BW = Vasca da bagno  
DU = Doccia

Prima di iniziare a determinare il diametro dei tubi è necessario assegnare i valori di carico alle utenze. Le informazioni sui valori di carico sono consultabili al capitolo «Nuovi valori di carico» nella tabella «Valore di carico (LU)», ☞ «Nuovi valori di carico», pagina 19.

Per la determinazione del diametro dei tubi, i segmenti sono numerati da 1 a 7. Quale linea di prodotti si opta per Optiflex-Profix.

#### Segmenti da 1 a 4:

LU = valore di carico associato al segmento (2 LU, 1 LU, 2 LU, 3 LU)

n.	Materiale	Osservazione	Lunghezza [m]	Valore di carico (LU)	Dimensioni
1	Optiflex-Profix	■▶		2	
2	Optiflex-Profix	■▶		1	
3	Optiflex-Profix	■▶		2	
4	Optiflex-Profix	■▶		3	

Tabella 12: Valori di carico segmenti 1-4

■▶ Conduttura di erogazione

**Segmenti 5, 6 e 7:**

LU = somma dei valori di carico delle utenze collegate (1 LU, 2 LU, 10 LU)

n.	Materiale	Osservazione	Lunghezza [m]	Valore di carico (LU)	Dimensioni
5	Optiflex-Profix	<b>T</b>		1	
6	Optiflex-Profix	<b>T</b>		2	
7	Optiflex-Profix	<b>T</b>		10	

Tabella 13: Valori di carico segmenti 5, 6 e 7

**T** Distribuzione con pezzi a T

Oltre al valore di carico, per determinare il diametro dei tubi si determina la lunghezza della condotta dalla valvola di chiusura al piano fino all'utenza.

**Segmenti da 1 a 4:**

Lunghezza = distanza tra la rispettiva utenza e la valvola di chiusura al piano

**Segmenti 5 e 6:**

Lunghezza = distanza tra l'utenza più lontana e la valvola di chiusura al piano

**Segmento 7:**


Lunghezza = distanza tra l'utenza più lontana e la valvola di chiusura al piano (tuttavia max. 15 m)

In questo esempio, la lunghezza equivale al segmento 4 (12.5 m).

n.	Materiale	Osservazione	Lunghezza [m]	Valore di carico (LU)	Dimensioni
1	Optiflex-Profix	⇒	6.1	2	
2	Optiflex-Profix	⇒	9.3	1	
3	Optiflex-Profix	⇒	11.2	2	
4	Optiflex-Profix	⇒	12.5	3	
5	Optiflex-Profix	<b>T</b>	11.4	1	
6	Optiflex-Profix	<b>T</b>	11.4	2	
7	Optiflex-Profix	<b>T</b>	12.5	10	

Tabella 14: Valori di carico e lunghezze dei segmenti da 1 a 7

Da questi dati si può ricavare il diametro della condotta del **segmento 1** nella tabella specifica per il prodotto. In questo esempio viene mostrato un piano **con** contatore dell'acqua. Viene utilizzata la colonna 10 m poiché la lunghezza di 6.1 m è superiore a 5 m ma inferiore a 10 m.

<b>Tabelle delle unità di carico:</b>		<b>Optiflex-Profix – Tubi in materiale sintetico PE-Xc / PE-RT</b>					
<b>Sistema di distribuzione:</b>		<b>Installazione con condotta di prelievo (cambiamento di direzione con curvatura)</b>					
<b>Produttore:</b>		<b>R. Nussbaum SA, Olten</b>					
<b>Certificato SSIGA n°:</b>		<b>0901-5482 / 1507-6398</b>					
Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]	5		10		15		Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani Velocità max. 4 m/s
Contatore d'acqua	senza	con	senza	con	senza	con	
Unità di carico (LU)	$d_e \times s$	$d_e \times s$	$d_e \times s$	$d_e \times s$	$d_e \times s$	$d_e \times s$	
1	16 × 3.8	16 × 3.8	16 × 3.8	16 × 3.8	16 × 3.8	16 × 2.2	
2	16 × 2.2	16 × 2.2	16 × 2.2	16 × 2.2	16 × 2.2	16 × 2.2	
3	16 × 2.2	16 × 2.2	16 × 2.2	20 × 2.8	20 × 2.8	20 × 2.8	
4	16 × 2.2	16 × 2.2	20 × 2.8	20 × 2.8	20 × 2.8	20 × 2.8	
5	20 × 2.8	nessun contatore	20 × 2.8	nessun contatore	–	–	
Tubo $d_e \times s$ [mm]	16 × 3.8	16 × 2.2	20 × 2.8				
Tubo $d_i$ [mm]	8.4	11.4	14.4				
Rubinetteria	½"	½"	½"				
Valvola diritta ¾" e collettore ¾" sono considerati nel modello di calcolo							

$d_e$  [mm] = diametro esterno

$d_i$  [mm] = diametro interno

$s$  [mm] = spessore della parete del tubo

n.	Materiale	Osservazione	Lunghezza [m]	Valore di carico (LU)	Dimensioni
1	Optiflex-Profix	▶▶▶	6.1	2	16 × 2.2

Tabella 15: Dimensionamento segmento 1

Per il **segmento 5** sono determinanti i valori 1 LU e 11.4 m.

Per il **segmento 6** sono determinanti i valori 2 LU e 11.4 m.

Per il **segmento 7** sono determinanti i valori 10 LU e 12.5 m.

Per i segmenti 5 e 6 va utilizzata la tabella Installazione con pezzi a T poiché ciascuna scatola doppia corrisponde a un pezzo a T.

Nel segmento 7, il distributore corrisponde a più pezzi a T disposti in fila. Anche in questo caso si utilizza conseguentemente la tabella con pezzi a T.

Tabelle delle unità di carico:		Optiflex-Profix – Tubi in materiale sintetico PB / PE-RT				
Sistema di distribuzione:		Installazione con pezzi a Ti (cambiamento di direzione con raccordi)				
Produttore:		R. Nussbaum SA, Olten				
Certificato SSIGA n°:		0908-5605 / 1507-6398				
Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]	5		10		15	
Contatore d'acqua	senza	con	senza	con	senza	con
Unità di carico (LU)	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s
1	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 2.2	16 x 2.2
2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2
3	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8
4	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8
5	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8
6	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7
8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7
10	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7
12	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7
15	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7
Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani Velocità max. 3 m/s						
Tubo de x s [mm]	16 x 3.8	16 x 2.2	20 x 2.8	25 x 2.7		
Tubo di [mm]	8.4	11.4	14.4	19.6		
Rubineria	½"	½"	½"	¾"		

d<sub>e</sub> [mm] = diametro esterno

d<sub>i</sub> [mm] = diametro interno

s [mm] = spessore della parete del tubo

n.	Materiale	Osservazione	Lunghezza [m]	Valore di carico (LU)	Dimensioni
5	Optiflex-Profix	<b>T</b>	11.4	1	16 x 2.2
6	Optiflex-Profix	<b>T</b>	11.4	2	16 x 2.2
7	Optiflex-Profix	<b>T</b>	12.5	10	25 x 2.7

Tabella 16: Dimensionamento segmenti da 5 a 7

Dimensionamento dei segmenti da **1** a **7**:

n.	Materiale	Osservazione	Lunghezza [m]	Valore di carico (LU)	Dimensioni
1	Optiflex-Profix	▬▶	6.1	2	16 × 2.2
2	Optiflex-Profix	▬▶	9.3	1	16 × 3.8
3	Optiflex-Profix	▬▶	11.2	2	16 × 2.2
4	Optiflex-Profix	▬▶	12.5	3	20 × 2.8
5	Optiflex-Profix	T	11.4	1	16 × 2.2
6	Optiflex-Profix	T	11.4	2	16 × 2.2
7	Optiflex-Profix	T	12.5	10	25 × 2.7

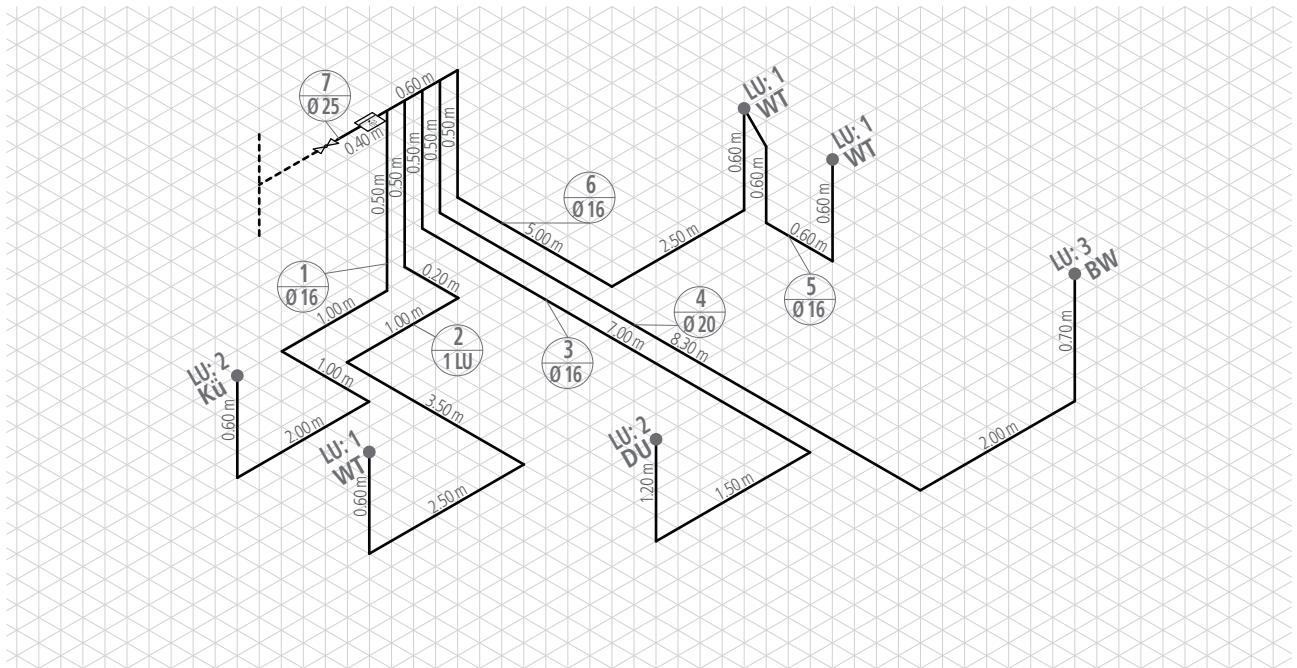


Fig. 8: Soluzione per la determinazione del diametro dei tubi dell'acqua calda al piano con condutture di erogazione Optiflex-Profix



**Distribuzione ai piani di acqua fredda, pezzo a T con pezzi speciali in Optiflex-Profix**

Questo esempio mostra come determinare il diametro della conduttura dell'acqua fredda in relazione a una distribuzione ai piani.

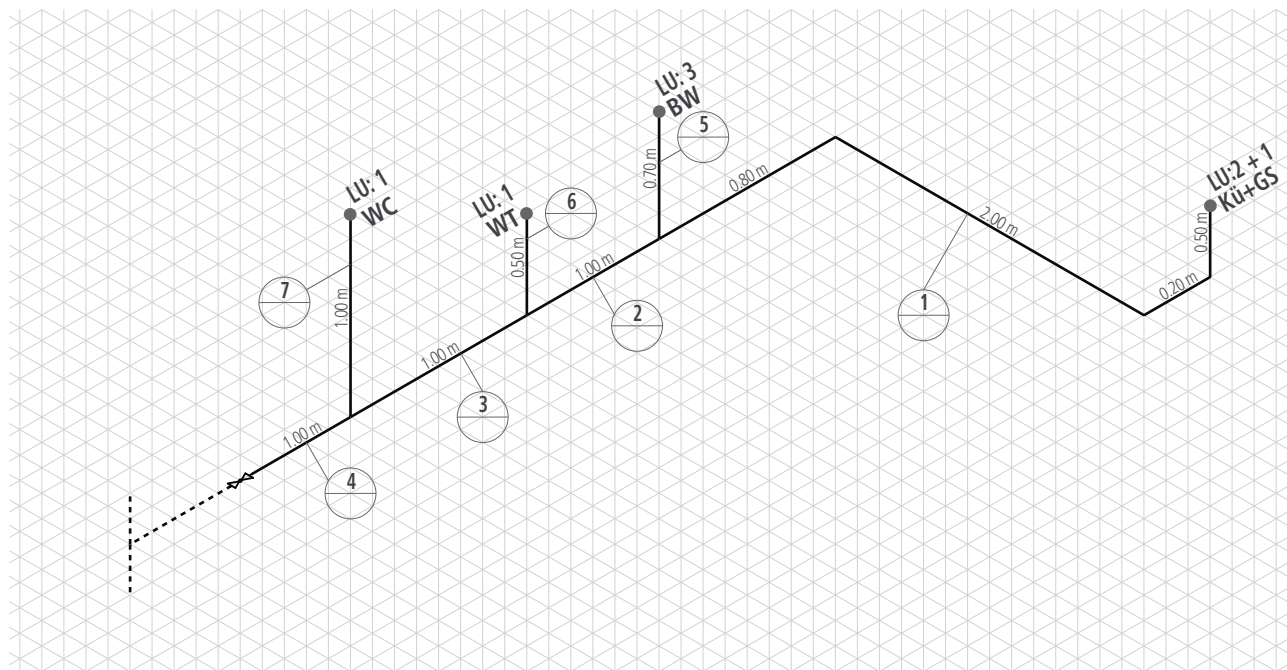


Fig. 9: Isometria della distribuzione ai piani di acqua fredda / pezzo a T con pezzi speciali in Optiflex-Profix

Kü = Cucina  
WT = Lavabo

BW = Vasca da bagno  
GS = Lavastoviglie

Prima di iniziare a determinare il diametro dei tubi è necessario assegnare i valori di carico alle utenze. Le informazioni sui valori di carico sono consultabili al capitolo «Nuovi valori di carico» nella tabella «Valore di carico (LU)», ☞ «Nuovi valori di carico», pagina 19.

**Segmento 1:**

LU = valore di carico associato al segmento (3 LU)

**Segmenti da 2 a 4:**

LU = somma dei valori di carico delle utenze collegate (6 LU, 7 LU, 8 LU)

**Segmenti da 5 a 7:**

LU = solo i valori di carico delle utenze collegate direttamente (3 LU, 1 LU, 1 LU)

n.	Materiale	Osservazione	Lunghezza [m]	Valore di carico (LU)	Dimensioni
1	Optiflex-Profix	⇒		3	
2	Optiflex-Profix	⇒		6	
3	Optiflex-Profix	⇒		7	
4	Optiflex-Profix	⇒		8	
5	Optiflex-Profix	⇒		3	
6	Optiflex-Profix	⇒		1	
7	Optiflex-Profix	⇒		1	

Tabella 17: Valori di carico segmenti da 1 a 7

⇒ Distribuzione ai piani

Oltre al valore di carico, per determinare il diametro dei tubi si determina la lunghezza dalla valvola di chiusura al piano fino all'utenza.

### Segmenti da 1 a 4:

Lunghezza = distanza tra l'utenza più lontana e la valvola di chiusura al piano (tuttavia max. 15 m)

Lunghezza = 6.5 m

### Segmenti 5, 6 e 7:

Lunghezza = distanza tra la rispettiva utenza e la valvola di chiusura al piano

n.	Materiale	Osservazione	Lunghezza [m]	Valore di carico (LU)	Dimensioni
1	Optiflex-Profix	⇒	6.5	3	
2	Optiflex-Profix	⇒	6.5	6	
3	Optiflex-Profix	⇒	6.5	7	
4	Optiflex-Profix	⇒	6.5	8	
5	Optiflex-Profix	⇒	3.7	3	
6	Optiflex-Profix	⇒	2.5	1	
7	Optiflex-Profix	⇒	2.0	1	

Tabella 18: Valori di carico e lunghezze dei segmenti da 1 a 7

Da questi dati si possono ricavare i diametri dei tubi della tabella specifica per il prodotto. In questo esempio viene mostrato un piano **senza** contatore dell'acqua.

Essendo la lunghezza di 6.5 m del **segmento 1** superiore a 5 m ma inferiore a 10 m viene utilizzata la colonna per la lunghezza lineare massima di 10 m (senza contatore dell'acqua).

Esempio per il segmento 1:

<b>Tabelle delle unità di carico:</b>		<b>Optiflex-Profix – Tubi in materiale sintetico PE-Xc / PE-RT</b>					
<b>Sistema di distribuzione:</b>		<b>Installazione con pezzi a Ti (cambiamento di direzione con raccordi)</b>					
<b>Produttore:</b>		<b>R. Nussbaum SA, Olten</b>					
<b>Certificato SSIGA n°:</b>		<b>0901-5482 / 1507-6398</b>					
Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]	5		10		15		Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani Velocità max. 3 m/s
Contatore d'acqua	senza	con	senza	con	senza	con	
Unità di carico (LU)	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	
1	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 2.2	16 x 2.2	
2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
3	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
4	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
5	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
6	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	–	
8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	–	
10	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	–	–	–	
12	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	–	–	–	
15	–	–	–	–	–	–	
Tubo de x s [mm]	16 x 3.8	16 x 2.2	20 x 2.8				
Tubo di [mm]	8.4	11.4	14.4				
Rubinetteria	½"	½"	½"				

$d_e$  [mm] = diametro esterno

$d_i$  [mm] = diametro interno

$s$  [mm] = spessore della parete del tubo

n.	Materiale	Osservazione	Lunghezza [m]	Valore di carico (LU)	Dimensioni
1	Optiflex-Profix	⇒	6.5	3	16 × 2.2

Tabella 19: Dimensionamento segmento 1

Per il dimensionamento dei restanti segmenti si procede allo stesso modo:

n.	Materiale	Osservazione	Lunghezza [m]	Valore di carico (LU)	Dimensioni
1	Optiflex-Profix	⇒	6.5	3	16 × 2.2
2	Optiflex-Profix	⇒	6.5	6	20 × 2.8
3	Optiflex-Profix	⇒	6.5	7	20 × 2.8
4	Optiflex-Profix	⇒	6.5	8	20 × 2.8
5	Optiflex-Profix	⇒	3.7	3	16 × 2.2
6	Optiflex-Profix	⇒	2.5	1	16 × 3.8
7	Optiflex-Profix	⇒	2.0	1	16 × 3.8

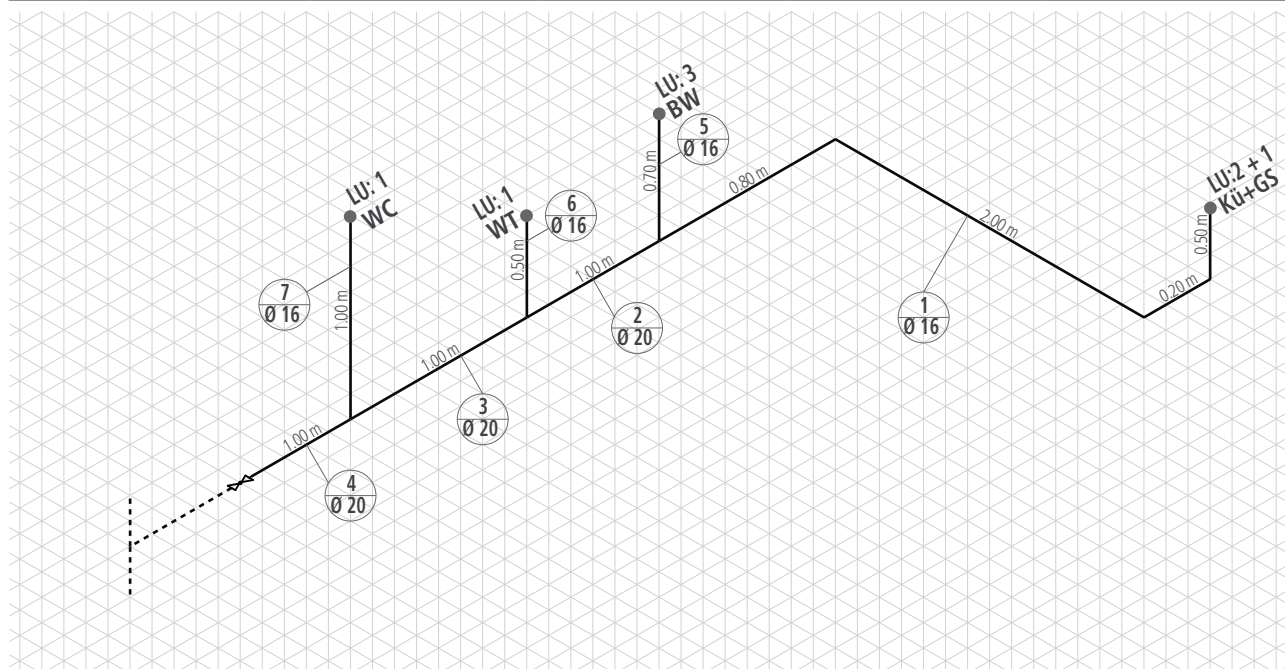


Fig. 10: Soluzione per la determinazione del diametro dei tubi per la distribuzione ai piani di acqua fredda, pezzo a T con pezzi speciali in Optiflex-Profix

### 3.3.4 Metodo di calcolo

Con il metodo di calcolo è possibile dimensionare con precisione le reti di condutture.

Un'importante misura nella meccanica dei fluidi nonché parametro determinante per il dimensionamento delle reti di condutture è il valore Zeta. Valori Zeta elevati in presenza di pezzi speciali e di raccordo si traducono in maggiori diametri dei tubi e quantità di acqua più elevate nei sistemi di distribuzione. Al contrario, la presenza di componenti che favoriscono il passaggio dei fluidi o valori Zeta inferiori consentono l'utilizzo di tubi con diametri ridotti. Susiste pertanto una stretta correlazione tra valori Zeta, sicurezza ed economicità da un lato e impianti di acqua potabile ottimizzati contro le perdite di pressione dall'altro.

I valori Zeta permettono di calcolare e verificare l'intero impianto.

#### 3.3.4.1 Ausili per il calcolo della perdita di pressione

La Nussbaum mette a disposizione online all'indirizzo [www.nussbaum.ch/strumenti](http://www.nussbaum.ch/strumenti) alcuni strumenti Excel per il calcolo della perdita di pressione:

- Calcolo della perdita di pressione per impianti di acqua potabile
- Calcolo della perdita di pressione per impianti a gas

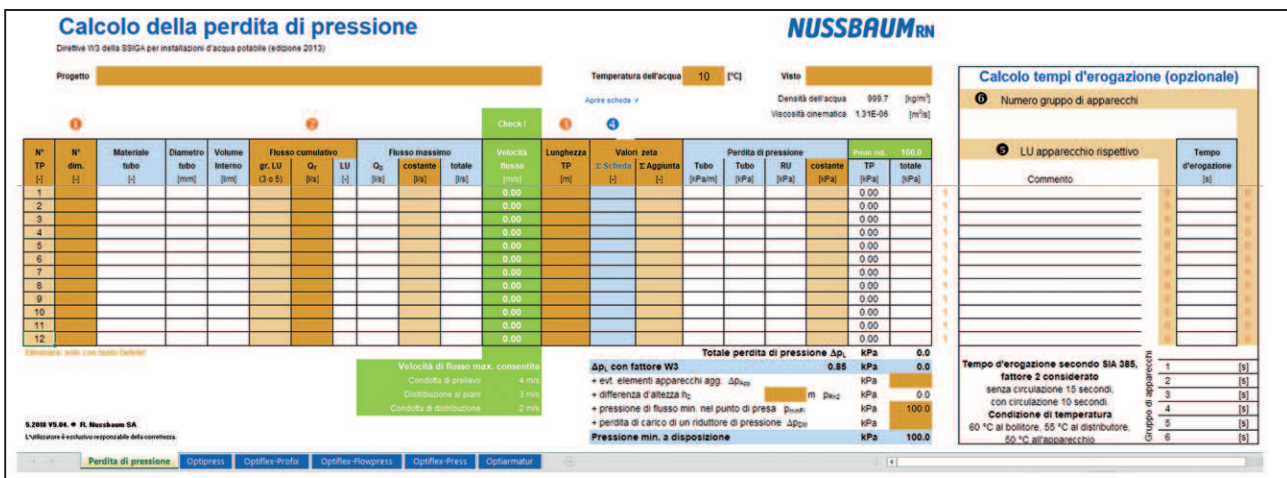


Fig. 11: Strumento Excel per il calcolo della perdita di pressione per impianti di acqua potabile

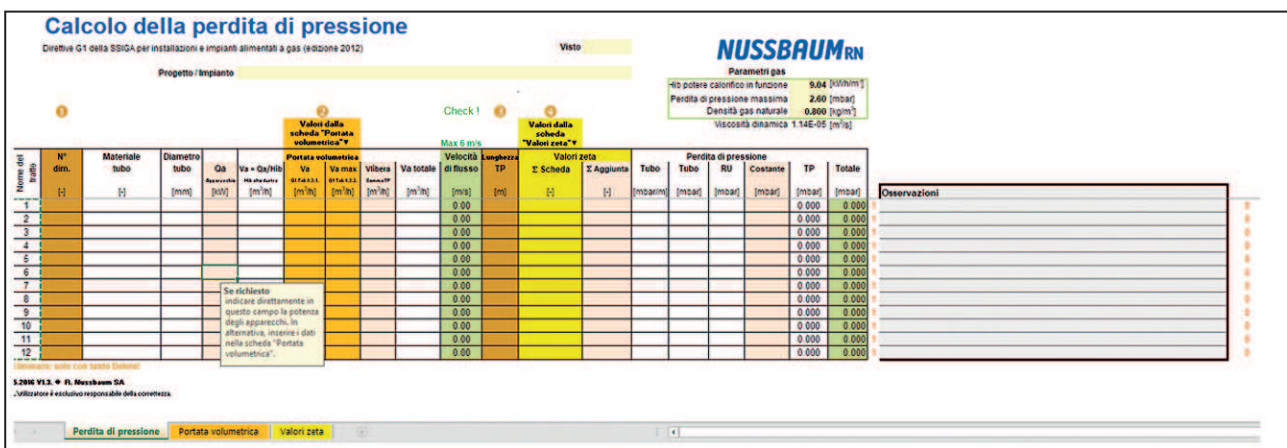


Fig. 12: Strumento Excel per il calcolo della perdita di pressione per impianti a gas

### 3.3.4.2 Formule per il calcolo della perdita di pressione in presenza di fitting

Per il calcolo della perdita di pressione in presenza di fitting vengono, tra l'altro, applicate le seguenti formule:

$\dot{V} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$	Portata volumetrica <b>V</b> [l/s]	Per portata volumetrica si intende la quantità ( $\Delta V$ ) di un medio che attraversa una sezione nell'arco di un'unità temporale ( $\Delta t$ ). In un sistema chiuso (senza differenze di volume tra afflussi e deflussi), la portata volumetrica è costante.
$v = \frac{\dot{V}}{A}$	Velocità di flusso <b>v</b> [m/s]	La velocità di flusso dipende dalla sezione (A) e può essere ricavata dalla portata volumetrica (V). A fronte di una portata volumetrica costante, la velocità di flusso aumenta o diminuisce se l'area della sezione (A) viene ridotta o ingrandita.
$\Delta p = \zeta \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$	Perdita di pressione <b><math>\Delta p</math></b> [Pa]	Il prodotto della moltiplicazione tra il coefficiente di perdita di pressione $\zeta^*$ (Zeta), la densità $\rho^{**}$ del medio che scorre attraverso il sistema o il componente e l'energia cinetica $v^2/2$ equivale alla perdita di pressione.

\* indipendentemente dal medio impiegato

\*\* ad es. densità dell'acqua a 20 °C: 998 kg/m<sup>3</sup>

### 3.3.4.3 Diagrammi e tabelle dei valori Zeta



I valori zeta vengono costantemente aggiornati nell'Online-Shop sul sito [www.nussbaum.ch](http://www.nussbaum.ch).



La Nussbaum mette a disposizione sul proprio sito web uno strumento software per il predimensionamento dei tubi per impianti di acqua fredda: [www.nussbaum.ch/strumenti](http://www.nussbaum.ch/strumenti)

### Diagramma della perdita di pressione per tubi in acciaio inossidabile Optipress

Perdita di pressione per attrito nei tubi R [hPa/m] in funzione della portata volumetrica [l/s] (o portata di massa [kg/h]) e della velocità di flusso  $v$  [m/s].

Rugosità del tubo  $k = 0.0015$  mm

Temperatura di riferimento  $t = 10$  °C

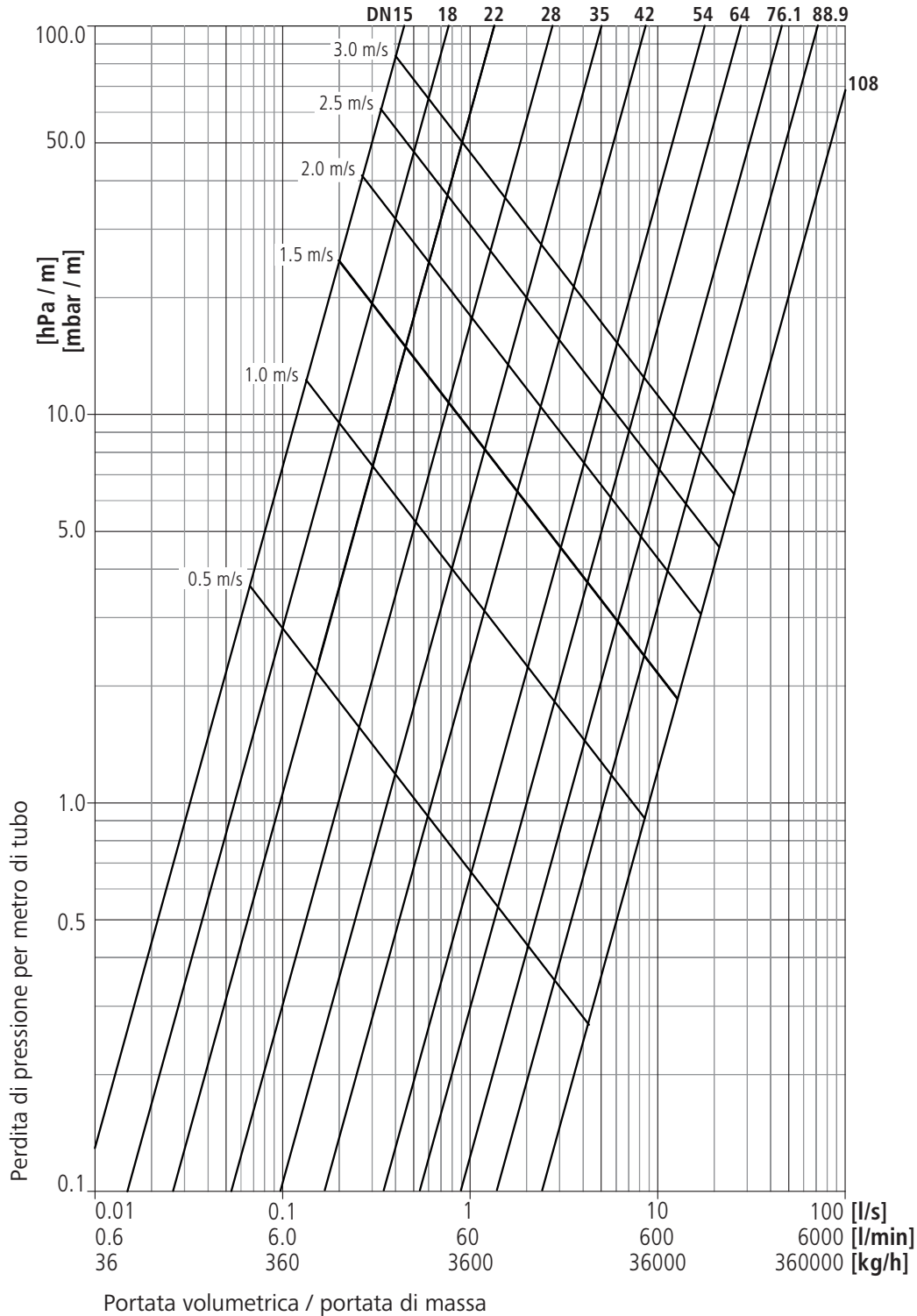


Fig. 13: Diagramma della perdita di pressione per tubi in acciaio inossidabile Optipress

**Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optipress in bronzo e rubinetteria**

Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optipress in bronzo e per rubinetteria alla massima portata volumetrica.









Tipo di fitting / tipo di rubinetteria		Valore Zeta $\zeta$						
Materiale: bronzo		Lunghezze equivalenti dei tubi [m]						
Simbolo	Diametro esterno $d_e$	15	18	22	28	35	42	54
	Diametro nominale DN	12	15	20	25	32	40	50
	Gomito	1.6	1.6	1.6				
		1.1	1.3	1.6				
	Collegamento	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
		0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3
	Collegamento per accoppiamento rapido			0.2				
				0.2				
	Accoppiamento rapido con dado			0.2				
				0.2				
	Valvola inclinata	2.3	2.1	1.7	1.4	1.2	1.6	1.5
		1.5	1.7	1.7	1.9	2.0	3.3	3.9
	Valvola diritta sotto muro	6.5	5.7	7.4	7.1			
		4.4	4.7	4.6	9.4			
	Valvola diritta sotto muro			10.5				
				10.5				
	Valvola diritta			10.5				
				10.5				

Tabella 20: Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optipress in bronzo e per rubinetteria

I valori Zeta per tubi in acciaio inossidabile Optipress alla massima portata volumetrica possono essere ricavati dalla tabella seguente:


Tipo di tubo		Valore Zeta $\zeta$ per m di tubo						
Materiale: acciaio inossidabile								
Simbolo	Diametro esterno $d_e$	15	18	22	28	35	42	54
	Diametro nominale DN	12	15	20	25	32	40	50
	Tubo	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4
	1.4401/1.4520/1.4521							

Tabella 21: Valori Zeta tubo in acciaio inossidabile

**Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optipress in acciaio inossidabile e rubinetteria**

Tipo di fitting / tipo di rubinetteria		Valore Zeta $\zeta$										
Materiale: acciaio inossidabile 1.4401		Lunghezze equivalenti dei tubi [m]										
Simbolo	Diametro esterno $d_e$	15	18	22	28	35	42	54	64	76.1	88.9	108
	Diametro nominale DN	12	15	20	25	32	40	50	60	65	80	100
	Gomito	1.6	2.0	1.6	1.3							
		1.1	1.7	1.7	1.7							
	Pezzo a T uguale – deviazione	1.3	1.2	1.1	1.1	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6
		0.9	1.0	1.2	1.5	1.4	1.7	2.3	2.4	2.8	2.9	3.2
	Pezzo a T uguale – portata	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		0.2	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	Curva 90°	0.8	0.5	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
		0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.5	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
	Curva 45°	0.5	0.5	0.7	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
		0.3	0.4	0.7	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.7	0.7
	Valvola inclinata	2.3	2.1	1.7	1.4	1.2	1.6	1.5				
		1.5	1.7	1.7	1.9	2.0	3.3	3.9				

Tabella 22: Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optipress in acciaio inossidabile e per rubinetteria alla massima portata volumetrica.

I valori Zeta per tubi in acciaio inossidabile Optipress alla massima portata volumetrica possono essere ricavati dalla tabella seguente:

Tipo di tubo		Valore Zeta $\zeta$ per m di tubo										
Materiale: acciaio inossidabile												
Simbolo	Diametro esterno $d_e$	15	18	22	28	35	42	54	64	76.1	88.9	108
	Diametro nominale DN	12	15	20	25	32	40	50	60	65	80	100
	Tubo 1.4401/1.4520/1.4521	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2

Tabella 23: Valori Zeta tubo in acciaio inossidabile



**Diagramma della perdita di pressione per tubi in materiale sintetico Optiflex flessibili e multistabili**

Perdita di pressione per attrito nei tubi R [hPa/m] in funzione della portata volumetrica [l/s] e della velocità di flusso v [m/s] per tubi in materiale sintetico.

Rugosità del tubo  $k = 0.007 \text{ mm}$

Temperatura di riferimento  $t = 10 \text{ °C}$

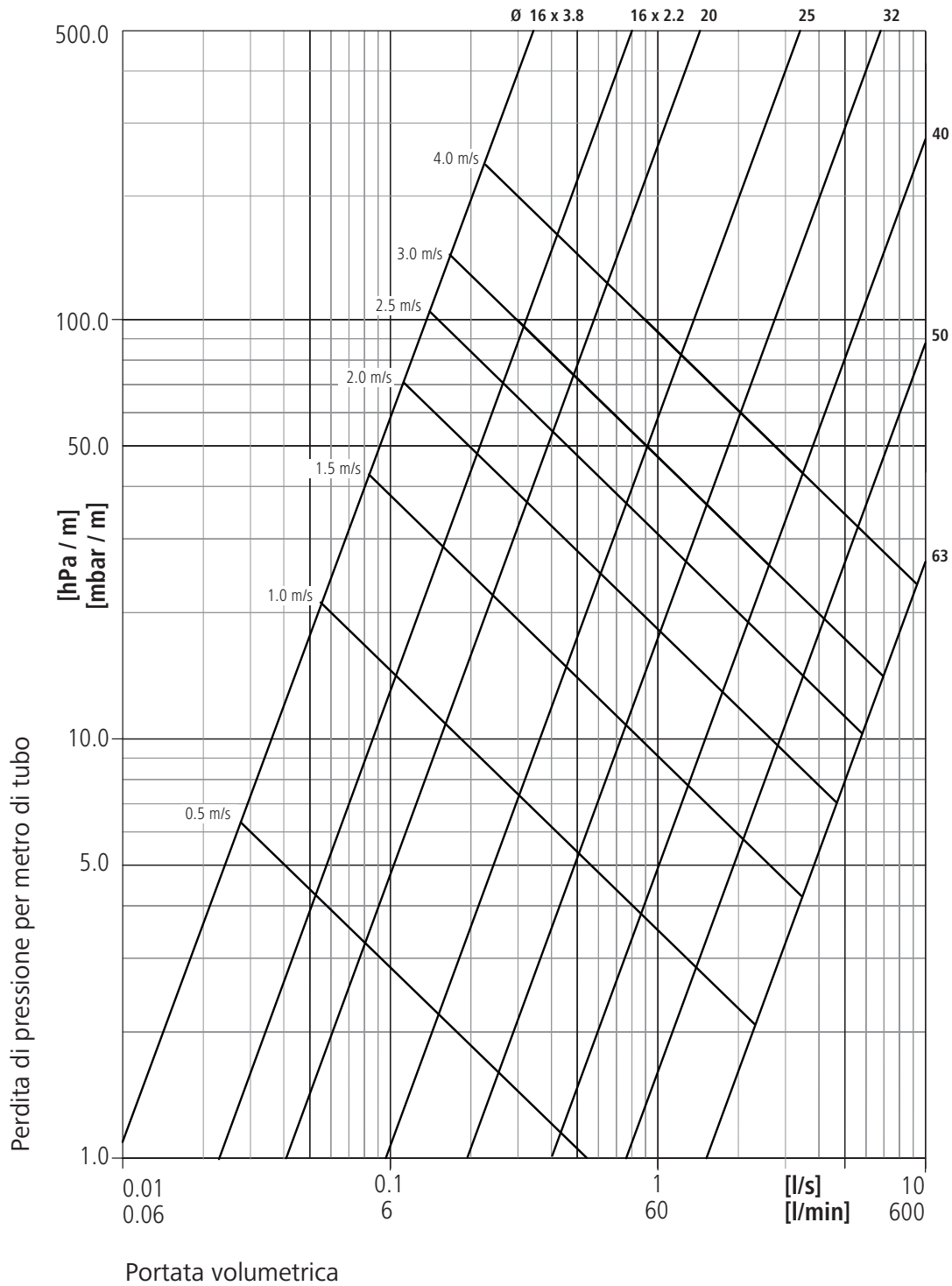


Fig. 14: Diagramma della perdita di pressione per tubi in materiale sintetico Optiflex

**Valori Zeta per tubi in materiale sintetico Optiflex flessibili e multistabili**














Tipo di tubo		Valore Zeta $\zeta$ per m di tubo							
Materiale: PE-Xc / PB / *PE-RT									
Simbolo	Diametro esterno $d_e$	16*	16	20	25	32	40	50	63
	Diametro nominale DN	10	12	15	20	25	32	40	50
	Tubi flessibili/multistabili	3.2	2.0	1.6	1.1	0.8	0.6	0.4	0.3

Tabella 24: Valori Zeta per tubi in materiale sintetico Optiflex flessibili e multistabili alla massima portata volumetrica

**Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optiflex-Flowpress e rubinetteria in bronzo**

Tipo di fitting / tipo di rubinetteria		Valore Zeta $\zeta$						
Materiale: bronzo		Lunghezze equivalenti dei tubi [m]						
Simbolo	Diametro esterno $d_e$	16	20	25	32	40	50	63
	Diametro nominale DN	12	15	20	25	30	40	50
	Scatola 90°	4.0	2.9					
		2.0	1.8					
	Gomito	2.1	1.7					
		1.0	1.1					
	Scatola doppia – deflusso	4.1	3.9					
		2.0	2.4					
	Scatola doppia – portata	2.4	2.7					
		1.2	1.7					
	Gomito doppio – deflusso	3.9	2.9					
		1.9	1.8					
	Gomito doppio portata	2.8	2.3					
		1.4	1.4					
	Pezzo a T uguale – deviazione	2.3	1.8	1.4	1.5	1.1	1.0	0.8
		1.1	1.1	1.3	1.9	1.8	2.5	2.6
	Pezzo a T uguale – portata	0.8	1.0	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
		0.4	0.6	0.5	0.6	0.8	1.2	1.6
	Curva 90°	1.7	1.5	1.2	1.2	0.9	0.8	0.8
		0.8	0.9	1.1	1.5	1.5	2.0	2.6
	Curva 45°			0.6	0.7	0.7	0.6	0.5
				0.5	0.9	1.2	1.5	1.6
	Innesto	0.7	0.8	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3
		0.3	0.5	0.5	0.6	0.8	1.0	1.0
	Collegamento	0.8	0.9	0.6	0.6	0.6	0.4	
		0.4	0.6	0.5	0.7	1.0	1.0	





















Tipo di fitting / tipo di rubinetteria Materiale: bronzo		Valore Zeta $\zeta$						
		Lunghezze equivalenti dei tubi [m]						
Simbolo	Diametro esterno $d_e$	16	20	25	32	40	50	63
	Diametro nominale DN	12	15	20	25	30	40	50
 	Distributore – deviazione	I valori del distributore vengono calcolati in corrispondenza dei collegamenti.						
 	Distributore – portata							
	Distributore con collegamento a innesto dritto	3.4						
		1.1						
	Distributore con collegamento a innesto dritto	2.4	1.9					
		1.2	1.2					
	Distributore con collegamento a innesto a gomito	3.5						
		1.1						
	Distributore con collegamento a innesto a gomito	2.5	3.4					
		1.2	2.1					
 	Collegamento	0.8	0.9					
		0.4	0.6					
 	Collegamento per accoppiamento rapido			0.3				
				0.3				
 	Accoppiamento rapido con dado			0.3				
				0.3				
	Chiusura/misurazione con contatore a capsula			24.2				
				22.0				
	Chiusura/misurazione con tappo di chiusura			14.9				
				13.5				
 	Valvola dritta sotto muro			10.5				
				9.5				
 	Valvola dritta			10.5				
				9.5				

Tabella 25: Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optiflex-Flowpress e per rubinetteria alla massima portata volumetrica

**Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per Optiflex-Profix**

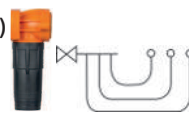
Tipo di fitting / tipo di rubinetteria		Valore Zeta $\zeta$			
Materiale: bronzo / materiale sintetico		Lunghezze equivalenti dei tubi [m]			
Simbolo	Diametro esterno $d_e$	16	16	20	25
	Diametro nominale DN	10	12	15	20
	Scatola 90° + gomito	<b>1.8</b>	<b>1.4</b>	<b>1.4</b>	
		0.6	0.7	0.9	
	Scatola doppia – deflusso	<b>2.0</b>	<b>1.3</b>	<b>2.1</b>	
		0.6	0.7	1.3	
	Scatola doppia – portata	<b>2.0</b>	<b>1.2</b>	<b>1.5</b>	
		0.6	0.6	0.9	
	Curva 90°	<b>1.4</b>	<b>0.5</b>	<b>0.6</b>	<b>0.5</b>
		0.4	0.3	0.4	0.5
	Innesto, manicotto, collegamento	<b>1.0</b>	<b>0.3</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>
		0.3	0.1	0.2	0.1
	Pezzo a T uguale – deviazione	<b>2.0</b>	<b>0.9</b>	<b>0.9</b>	<b>1.1</b>
		0.6	0.4	0.6	0.1
	Pezzo a T uguale – portata	<b>1.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0.3</b>	<b>0.2</b>
		0.4	0.2	0.2	0.2
	Distributore – portata	I valori del distributore vengono calcolati in corrispondenza dei collegamenti.			
	Distributore – deviazione				
	Distributore con collegamento a innesto dritto	<b>1.9</b>	<b>1.9</b>	<b>1.4</b>	
		0.9	0.9	0.9	
	Distributore con collegamento a innesto a gomito	<b>1.8</b>	<b>1.8</b>	<b>2.5</b>	
		0.9	0.9	1.6	
	Collegamento per accoppiamento rapido			<b>0.8</b>	
				0.5	
	Accoppiamento rapido con dado			<b>0.8</b>	
				0.5	
	Chiusura/misurazione con contatore a capsula			<b>24.2</b>	
				22.0	
	Chiusura/misurazione con tappo di chiusura			<b>14.9</b>	
				13.5	
	Valvola dritta sotto muro			<b>10.5</b>	
				9.5	
	Valvola dritta			<b>10.5</b>	
				9.5	

Tabella 26: Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per Optiflex-Profix e per rubinetteria alla massima portata volumetrica

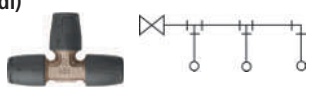
3.3.4.4 Tabelle dei valori di carico Nussbaum

Materiale	Sistema di distribuzione
Tubi in materiale sintetico Optiflex-Profix PE-Xc/PE-RT	☞ «Installazione con condotta di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)», pagina 46
	☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 46
	☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 47
Tubi in acciaio resistenti alla corrosione Optipress	☞ «Installazione con condotta di erogazione (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 47
	☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 48
	☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 48
Tubi in materiale sintetico Optiflex-Profix PB/PE-RT	☞ «Installazione con condotta di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)», pagina 49
	☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 49
	☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 50
Tubi in materiale sintetico Optiflex-Flowpress PE-Xc	☞ «Installazione con condotta di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)», pagina 50
	☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 51
	☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 51
Tubi in materiale sintetico Optiflex-Flowpress PB	☞ «Installazione con condotta di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)», pagina 52
	☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 52
	☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 53
Tubi in materiale sintetico Optiflex-Flowpress PE-Xc/Al/PE-X	☞ «Installazione con condotta di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)», pagina 53
	☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 54
	☞ «Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)», pagina 54


**Installazione con conduttura di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)**

<b>Tabelle delle unità di carico:</b>		<b>Optiflex-Profix – Tubi in materiale sintetico PE-Xc / PE-RT</b>					
<b>Sistema di distribuzione:</b>		<b>Installazione con condotta di prelievo (cambiamento di direzione con curvatura)</b>					
<b>Produttore:</b>		<b>R. Nussbaum SA, Olten</b>					
<b>Certificato SSIGA n°:</b>		<b>0901-5482 / 1507-6398</b>					
Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]	5		10		15		Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani Velocità max. 4 m/s
Contatore d'acqua	senza	con	senza	con	senza	con	
Unità di carico (LU)	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	
1	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 2.2	
2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
3	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
4	16 x 2.2	16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
5	20 x 2.8	nessun contatore	20 x 2.8	nessun contatore	–	–	
Tubo de x s [mm]	16 x 3.8	16 x 2.2	20 x 2.8				
Tubo di [mm]	8.4	11.4	14.4				
Rubinetteria	½"	½"	½"				
Valvola diritta ¾" e collettore ¾" sono considerati nel modello di calcolo							

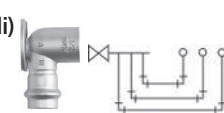
**Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

<b>Tabelle delle unità di carico:</b>		<b>Optiflex-Profix – Tubi in materiale sintetico PE-Xc / PE-RT</b>					
<b>Sistema di distribuzione:</b>		<b>Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi)</b>					
<b>Produttore:</b>		<b>R. Nussbaum SA, Olten</b>					
<b>Certificato SSIGA n°:</b>		<b>0901-5482 / 1507-6398</b>					
Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]	5		10		15		Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani Velocità max. 3 m/s
Contatore d'acqua	senza	con	senza	con	senza	con	
Unità di carico (LU)	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	
1	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 2.2	16 x 2.2	
2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
3	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
4	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
5	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
6	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	–	
8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	–	
10	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	–	–	–	
12	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	–	–	–	
15	–	–	–	–	–	–	
Tubo de x s [mm]	16 x 3.8	16 x 2.2	20 x 2.8				
Tubo di [mm]	8.4	11.4	14.4				
Rubinetteria	½"	½"	½"				

**Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

Tabelle delle unità di carico:		<b>Optiflex-Profix – Tubi in materiale sintetico PE-Xc</b>					
Sistema di distribuzione:		<b>Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi)</b>					
Produttore:		<b>R. Nussbaum SA, Olten</b>					
Certificato SSIGA n°:		<b>0901-5482</b>					
Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]		5	10	15	20	35	Conduttura di distribuzione Velocità max. 2 m/s
Unità di carico (LU)		de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	
1		16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
2		16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	-	
3		20 x 2.8	-	-	-	-	
4		20 x 2.8	-	-	-	-	
6		-	-	-	-	-	
8		-	-	-	-	-	
10		-	-	-	-	-	
15		-	-	-	-	-	
20		-	-	-	-	-	
30		-	-	-	-	-	
40		-	-	-	-	-	
50		-	-	-	-	-	
70		-	-	-	-	-	
90		-	-	-	-	-	
120		-	-	-	-	-	
150		-	-	-	-	-	
Tubo de x s [mm]		16 x 2.2	20 x 2.8				
Tubo di [mm]		11.6	14.4				
Rubinetteria		½"	½"				

**Installazione con conduttura di erogazione (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

Tabelle delle unità di carico:		<b>Optipress – Tubi in acciaio inossidabile</b>						
Sistema di distribuzione:		<b>Installazione con condotta di prelievo (cambiamento di direzione con raccordi)</b>						
Produttore:		<b>R. Nussbaum SA, Olten</b>						
Certificato SSIGA n°:		<b>0209-4548</b>						
Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]		5		10		15		Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani Velocità max. 4 m/s
Contatore d'acqua		senza	con	senza	con	senza	con	
Unità di carico (LU)		de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	
1		15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	
2		15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	
3		15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	18 x 1	
4		15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	18 x 1	18 x 1	
5		15 x 1	nessun contatore	18 x 1	nessun contatore	18 x 1	nessun contatore	
Tubo de x s [mm]		15 x 1	18 x 1					
Tubo di [mm]		13.0	16.0					
Rubinetteria		½"	½"					
Valvola diritta ¾" e collettore ¾" sono considerati nel modello di calcolo								

### Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)


<b>Tabelle delle unità di carico:</b>	<b>Optipress – Tubi in acciaio inossidabile</b>					
<b>Sistema di distribuzione:</b>	<b>Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi)</b>					
<b>Produttore:</b>	<b>R. Nussbaum SA, Olten</b>					
<b>Certificato SSIGA n°:</b>	<b>0209-4548</b>					
Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]	5		10		15	
Contatore d'acqua	senza	con	senza	con	senza	con
Unità di carico (LU)	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s
1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1
2	15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1
3	15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	18 x 1
4	15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	18 x 1	18 x 1
5	15 x 1	15 x 1	15 x 1	18 x 1	18 x 1	18 x 1
6	15 x 1	15 x 1	18 x 1	18 x 1	18 x 1	18 x 1
8	18 x 1	18 x 1	18 x 1	18 x 1	18 x 1	18 x 1
10	18 x 1	18 x 1	18 x 1	18 x 1	18 x 1	18 x 1
12	18 x 1	18 x 1	18 x 1	18 x 1	18 x 1	18 x 1
15	18 x 1	18 x 1	18 x 1	18 x 1	18 x 1	22 x 1.2
	Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani Velocità max. 3 m/s					
Tubo de x s [mm]	15 x 1	18 x 1	22 x 1.2			
Tubo di [mm]	13.0	16.0	19.6			
Rubinetteria	½"	½"	¾"			

### Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)


<b>Tabelle delle unità di carico:</b>	<b>Optipress – Tubi in acciaio inossidabile</b>					
<b>Sistema di distribuzione:</b>	<b>Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi)</b>					
<b>Produttore:</b>	<b>R. Nussbaum SA, Olten</b>					
<b>Certificato SSIGA n°:</b>	<b>0209-4548</b>					
Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]	5	10	15	20	35	
Unità di carico (LU)	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	
1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	15 x 1	
2	15 x 1	15 x 1	15 x 1	18 x 1	18 x 1	
3	18 x 1	18 x 1	18 x 1	18 x 1	22 x 1.2	
4	18 x 1	18 x 1	18 x 1	22 x 1.2	22 x 1.2	
6	18 x 1	18 x 1	22 x 1.2	22 x 1.2	22 x 1.2	
8	22 x 1.2	22 x 1.2	22 x 1.2	22 x 1.2	22 x 1.2	
10	22 x 1.2	22 x 1.2	22 x 1.2	22 x 1.2	28 x 1.2	
15	22 x 1.2	22 x 1.2	22 x 1.2	22 x 1.2	28 x 1.2	
20	22 x 1.2	22 x 1.2	22 x 1.2	28 x 1.2	28 x 1.2	
30	28 x 1.2	28 x 1.2	28 x 1.2	28 x 1.2	28 x 1.2	
40	28 x 1.2	28 x 1.2	28 x 1.2	28 x 1.2	28 x 1.2	
50	28 x 1.2	28 x 1.2	28 x 1.2	28 x 1.2	35 x 1.5	
70	28 x 1.2	28 x 1.2	28 x 1.2	28 x 1.2	35 x 1.5	
90	28 x 1.2	28 x 1.2	28 x 1.2	35 x 1.5	35 x 1.5	
120	35 x 1.5	35 x 1.5	35 x 1.5	35 x 1.5	35 x 1.5	
150	35 x 1.5	35 x 1.5	35 x 1.5	35 x 1.5	35 x 1.5	
	Conduttura di distribuzione Velocità max. 2 m/s					
Tubo de x s [mm]	15 x 1	18 x 1	22 x 1.2	28 x 1.2	35 x 1.5	
Tubo di [mm]	13.0	16.0	19.6	25.6	32.0	
Rubinetteria	½"	½"	¾"	1"	1¼"	



## Installazione con condotta di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)

Tabelle delle unità di carico:		Optiflex-Profix – Tubi in materiale sintetico PB / PE-RT					
Sistema di distribuzione:		Installazione con condotta di prelievo (cambiamento di direzione con curvatura)					
Produttore:		R. Nussbaum SA, Olten					
Certificato SSIGA n°:		0908-5605 / 1507-6398					
Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]	5		10		15		Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani Velocità max. 4 m/s
Contatore d'acqua	senza	con	senza	con	senza	con	
Unità di carico (LU)	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	
1	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 2.2	
2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
3	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
4	16 x 2.2	16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
5	20 x 2.8	nessun contatore	20 x 2.8	nessun contatore	–	–	
Tubo de x s [mm]	16 x 3.8	16 x 2.2	20 x 2.8				
Tubo di [mm]	8.4	11.4	14.4				
Rubinetteria	½"	½"	½"				
Valvola diritta ¾" e collettore ¾" sono considerati nel modello di calcolo							

## Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)

Tabelle delle unità di carico:		Optiflex-Profix – Tubi in materiale sintetico PB / PE-RT					
Sistema di distribuzione		Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi)					
Produttore:		R. Nussbaum SA, Olten					
Certificato SSIGA n°:		0908-5605 / 1507-6398					
Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]	5		10		15		Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani Velocità max. 3 m/s
Contatore d'acqua	senza	con	senza	con	senza	con	
Unità di carico (LU)	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	
1	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 3.8	16 x 2.2	16 x 2.2	
2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
3	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
4	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
5	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
6	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7	
8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7	
10	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
12	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
15	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
Tubo de x s [mm]	16 x 3.8	16 x 2.2	20 x 2.8	25 x 2.7			
Tubo di [mm]	8.4	11.4	14.4	19.6			
Rubinetteria	½"	½"	½"	¾"			

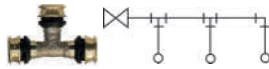
### Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)

<b>Tabelle delle unità di carico:</b>	<b>Optiflex-Profix – Tubi in materiale sintetico PB</b>					
<b>Sistema di distribuzione:</b>	<b>Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi)</b>					
<b>Produttore:</b>	<b>R. Nussbaum SA, Olten</b>					
<b>Certificato SSIGA n°:</b>	<b>0908-5605</b>					
Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]	5	10	15	20	35	Conduttura di distribuzione Velocità max. 2 m/s
Unità di carico (LU)	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	
1	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
2	16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7	
3	20 x 2.8	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
4	20 x 2.8	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
6	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
8	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	–	
10	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	–	
15	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	–	–	
20	25 x 2.7	25 x 2.7	–	–	–	
30	–	–	–	–	–	
40	–	–	–	–	–	
50	–	–	–	–	–	
70	–	–	–	–	–	
90	–	–	–	–	–	
120	–	–	–	–	–	
150	–	–	–	–	–	
Tubo de x s [mm]	16 x 2.2	20 x 2.8	25 x 2.7			
Tubo di [mm]	11.6	14.4	19.6			
Rubinetteria	½"	½"	¾"			


### Installazione con conduttura di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)

<b>Tabelle delle unità di carico:</b>	<b>Optiflex-Flowpress – Tubi in materiale sintetico PE-Xc</b>						
<b>Sistema di distribuzione:</b>	<b>Installazione con condotta di prelievo (cambiamento di direzione con curvatura)</b>						
<b>Produttore:</b>	<b>R. Nussbaum SA, Olten</b>						
<b>Certificato SSIGA n°:</b>	<b>1506-6381</b>						
Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]	5		10		15		Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani Velocità max. 4 m/s
Contatore d'acqua	senza	con	senza	con	senza	con	
Unità di carico (LU)	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	
1	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
3	16 x 2.2	16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
4	16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
5	20 x 2.8	nessun contatore	20 x 2.8	nessun contatore	–	–	
Tubo de x s [mm]	16 x 2.2	20 x 2.8					
Tubo di [mm]	11.4	14.4					
Rubinetteria	½"	½"					
Valvola diritta ¾" e collettore ¾" sono considerati nel modello di calcolo							

**Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

Tabelle delle unità di carico:		Optiflex-Flowpress – Tubi in materiale sintetico PE-Xc					
Sistema di distribuzione:		Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi)					
Produttore:		R. Nussbaum SA, Olten					
Certificato SSIGA n°:		1506-6381					
							
Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]	5		10		15		Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani Velocità max. 3 m/s
Contatore d'acqua	senza	con	senza	con	senza	con	
Unità di carico (LU)	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	
1	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
3	16 x 2.2	16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
4	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	–	
5	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	–	
6	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	–	–	–	
8	20 x 2.8	20 x 2.8	–	–	–	–	
10	20 x 2.8	–	–	–	–	–	
12	–	–	–	–	–	–	
15	–	–	–	–	–	–	
Tubo de x s [mm]	16 x 2.2	20 x 2.8					
Tubo di [mm]	11.4	14.4					
Rubinetteria	½"	½"					

**Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

Tabelle delle unità di carico:		Optiflex-Flowpress – Tubi in materiale sintetico PE-Xc				
Sistema di distribuzione:		Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi)				
Produttore:		R. Nussbaum SA, Olten				
Certificato SSIGA n°:		1506-6381				
						
Lunghezza max. di sviluppo della conduttura [m]	5	10	15	20	35	Conduttura di distribuzione Velocità max. 2 m/s
Unità di carico (LU)	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	
1	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	–	–	
3	–	–	–	–	–	
4	–	–	–	–	–	
6	–	–	–	–	–	
8	–	–	–	–	–	
10	–	–	–	–	–	
15	–	–	–	–	–	
20	–	–	–	–	–	
30	–	–	–	–	–	
40	–	–	–	–	–	
50	–	–	–	–	–	
70	–	–	–	–	–	
90	–	–	–	–	–	
120	–	–	–	–	–	
150	–	–	–	–	–	
Tubo de x s [mm]	16 x 2.2	20 x 2.8				
Tubo di [mm]	11.6	14.4				
Rubinetteria	½"	½"				


### Installazione con condotta di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)

<b>Tabelle delle unità di carico:</b>		<b>Optiflex-Flowpress – Tubi in materiale sintetico PB</b>					
<b>Sistema di distribuzione:</b>		<b>Installazione con condotta di prelievo (cambiamento di direzione con curvatura)</b>					
<b>Produttore:</b>		<b>R. Nussbaum SA, Olten</b>					
<b>Certificato SSIGA n°:</b>		<b>1509-6418</b>					
Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]	5		10		15		Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani Velocità max. 4 m/s
Contatore d'acqua	senza	con	senza	con	senza	con	
Unità di carico (LU)	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	
1	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
3	16 x 2.2	16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
4	16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
5	20 x 2.8	nessun contatore	20 x 2.8	nessun contatore	–	–	
Tubo de x s [mm]	16 x 2.2	20 x 2.8					
Tubo di [mm]	11.4	14.4					
Rubinetteria	½"	½"					
Valvola diritta ¾" e collettore ¾" sono considerati nel modello di calcolo							

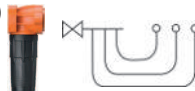
### Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)

<b>Tabelle delle unità di carico:</b>		<b>Optiflex-Flowpress – Tubi in materiale sintetico PB</b>					
<b>Sistema di distribuzione:</b>		<b>Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi)</b>					
<b>Produttore:</b>		<b>R. Nussbaum SA, Olten</b>					
<b>Certificato SSIGA n°:</b>		<b>1509-6418</b>					
Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]	5		10		15		Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani Velocità max. 3 m/s
Contatore d'acqua	senza	con	senza	con	senza	con	
Unità di carico (LU)	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	
1	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
3	16 x 2.2	16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
4	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7	
5	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7	
6	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
10	20 x 2.8	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
12	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
15	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
Tubo de x s [mm]	16 x 2.2	20 x 2.8	25 x 2.7				
Tubo di [mm]	11.4	14.4	19.6				
Rubinetteria	½"	½"	¾"				

**Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

Tabelle delle unità di carico:		<b>Optiflex-Flowpress – Tubi in materiale sintetico PB</b>					
Sistema di distribuzione		<b>Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi)</b>					
Produttore:		<b>R. Nussbaum SA, Olten</b>					
Certificato SSIGA n°:		<b>1509-6418</b>					
Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]		5	10	15	20	35	Conduttura di distribuzione Velocità max. 2 m/s
Unità di carico (LU)		de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	
1		16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
2		20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7	25 x 2.7	
3		25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
4		25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
6		25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
8		25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	32 x 3.2	32 x 3.2	
10		25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	32 x 3.2	32 x 3.2	
15		25 x 2.7	32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	
20		32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	
30		32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	
40		32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	40 x 3.5	
50		32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	40 x 3.5	40 x 3.5	
70		32 x 3.2	32 x 3.2	40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	
90		40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	
120		40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	
150		40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	
Tubo de x s [mm]		16 x 2.2	20 x 2.8	25 x 2.7	32 x 3.2	40 x 3.5	
Tubo di [mm]		11.6	14.4	19.6	25.6	33.0	
Rubinetteria		½"	½"	¾"	1"	1¼"	

**Installazione con conduttura di erogazione (cambiamento di direzione con tubi curvati)**

Tabelle delle unità di carico:		<b>Optiflex-Flowpress – Tubi in materiale sintetico PE-Xc/Al/PE-X</b>						
Sistema di distribuzione:		<b>Installazione con condotta di prelievo (cambiamento di direzione con curvatura)</b>						
Produttore:		<b>R. Nussbaum SA, Olten</b>						
Certificato SSIGA n°:		<b>1507-6391</b>						
Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]		5		10		15		Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani Velocità max. 4 m/s
Contatore d'acqua		senza	con	senza	con	senza	con	
Unità di carico (LU)		de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	
1		16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
2		16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
3		16 x 2.2	16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
4		16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
5		20 x 2.8	nessun contatore	20 x 2.8	nessun contatore	–	–	
Tubo de x s [mm]		16 x 2.2	20 x 2.8					
Tubo di [mm]		11.4	14.4					
Rubinetteria		½"	½"					
Valvola diritta ¾" e collettore ¾" sono considerati nel modello di calcolo								

**Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

<b>Tabelle delle unità di carico:</b>	<b>Optiflex-Flowpress – Tubi in materiale sintetico PE-Xc/Al/PE-X</b>						
<b>Sistema di distribuzione:</b>	<b>Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi)</b>						
<b>Produttore:</b>	<b>R. Nussbaum SA, Olten</b>						
<b>Certificato SSIGA n°:</b>	<b>1507-6391</b>						
Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]	5		10		15		Gruppo di elementi / Distribuzione ai piani Velocità max. 3 m/s
Contatore d'acqua	senza	con	senza	con	senza	con	
Unità di carico (LU)	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	
1	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
3	16 x 2.2	16 x 2.2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	
4	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7	
5	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7	
6	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
10	20 x 2.8	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
12	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
15	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
Tubo de x s [mm]	16 x 2.2	20 x 2.8	25 x 2.7				
Tubo di [mm]	11.4	14.4	19.6				
Rubinetteria	½"	½"	¾"				

**Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con pezzi speciali)**

<b>Tabelle delle unità di carico:</b>	<b>Optiflex-Flowpress – Tubi in materiale sintetico PE-Xc/Al/PE-X</b>					
<b>Sistema di distribuzione:</b>	<b>Installazione con pezzi a T (cambiamento di direzione con raccordi)</b>					
<b>Produttore:</b>	<b>R. Nussbaum SA, Olten</b>					
<b>Certificato SSIGA n°:</b>	<b>1507-6391</b>					
Lunghezza max. di sviluppo della condotta [m]	5	10	15	20	35	Conduttura di distribuzione Velocità max. 2 m/s
Unità di carico (LU)	de x s	de x s	de x s	de x s	de x s	
1	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	16 x 2.2	
2	20 x 2.8	20 x 2.8	20 x 2.8	25 x 2.7	25 x 2.7	
3	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
4	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
6	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	
8	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	32 x 3.2	32 x 3.2	
10	25 x 2.7	25 x 2.7	25 x 2.7	32 x 3.2	32 x 3.2	
15	25 x 2.7	32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	
20	32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	
30	32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	
40	32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	40 x 3.5	
50	32 x 3.2	32 x 3.2	32 x 3.2	40 x 3.5	40 x 3.5	
70	32 x 3.2	32 x 3.2	40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	
90	40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	
120	40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	
150	40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	40 x 3.5	
Tubo de x s [mm]	16 x 2.2	20 x 2.8	25 x 2.7	32 x 3.2	40 x 3.5	
Tubo di [mm]	11.6	14.4	19.6	25.6	33.0	
Rubinetteria	½"	½"	¾"	1"	1¼"	

## 4 Dimensionamento di sistemi di condutture per impianti di riscaldamento

### 4.1 Principi e requisiti

#### 4.1.1 Termini, definizioni, unità

Termine	Simbolo	Definizione	Unità
Portata di massa	$\dot{m}$	Massa del medio trasportato nell'arco dell'unità temporale attraverso una sezione prestabilita.	kg/h
Potenza calorifica netta	$Q_{\text{netto}}$	Potenza calorifica dei radiatori	[kJ/s = kW]
Potenza calorifica lorda	$Q_{\text{lordo}}$	Somma della potenza calorifica netta e della maggiorazione per perdite di calore	[kJ/s = kW]
Capacità termica specifica	$c$	L'energia termica che deve essere assorbita da 1 kg di un determinato medio affinché la sua temperatura aumenti di 1 K.	[J/(kg·K)]
Portata volumetrica pompa	$v_p$	Somma delle portate di massa / portate volumetriche di tutti i segmenti	l/s m <sup>3</sup> /h
Prevalenza della pompa	$\Delta p_{\text{ges}}$	Pressione di convogliamento necessaria per superare tutte le resistenze nell'impianto di riscaldamento e alimentare i radiatori con acqua calda.	[Pa]

#### 4.1.2 Parametri per il calcolo delle reti di tubazioni in impianti di riscaldamento

L'energia di spinta che produce il convogliamento dell'acqua negli impianti di riscaldamento è la pressione di pompaggio. Quest'ultima dipende dalla perdita di pressione nella rete di tubazioni che comprende anche tutte le singole resistenze di fitting, rubinetteria ecc. Il diametro dei tubi influisce sull'impianto nel modo seguente:

- Diametro minore dei tubi
  - Rete di tubazioni economicamente conveniente
  - Costi d'esercizio più elevati a causa di velocità di flusso e perdite di pressione maggiori
- Diametro maggiore dei tubi
  - Costi d'impianto più elevati
  - Costi d'esercizio inferiori

#### 4.1.3 Velocità di flusso raccomandate

Conduttura	Velocità di flusso
Distribuzione in cantina	max. 0.8 [m/s]
Condutture montanti	max. 0.8 [m/s]
Collegamento radiatore	max. 0.3 [m/s]

Tabella 27: Velocità di flusso raccomandate

## 4.2 Determinazione del diametro dei tubi

La determinazione del diametro dei tubi prevede i seguenti passaggi:

1. Determinazione della potenza calorifica netta  $Q_{\text{netto}}$  dei radiatori.
2. Calcolo della maggiorazione per perdite di calore. **5-15 %** a seconda delle dimensioni della rete di tubazioni e della quantità di condutture non isolate.
3. Aggiunta di questa maggiorazione alla potenza calorifica netta  $Q_{\text{netto}}$ . Come risultato si ottiene la potenza calorifica lorda  $Q_{\text{lordo}}$ .
4. Conversione della potenza calorifica lorda  $Q_{\text{lordo}}$  in portate di massa  $\dot{m}$  applicando la formula, ☞ «Conversione della potenza calorifica lorda in portata di massa», pagina 56.
5. Denominazione di tutti i segmenti e aggiunta delle portate di massa  $\dot{m}$ .
6. Selezione della resistenza di attrito nei tubi  $R$  [Pa/m]. Raccomandazione per il predimensionamento: **50-80 Pa/m** Tanto maggiore è la resistenza  $R$  selezionata quanto più elevati sono la pressione di pompaggio e, di conseguenza, il consumo di corrente (costi d'esercizio).
7. Selezione del diametro dei tubi in base alle tabelle di perdita di pressione tenendo conto della portata di massa  $\dot{m}$  e della resistenza di attrito nei tubi  $R$ . Infine inserimento dei valori nella tabella corrispondente.
8. Verifica delle velocità di flusso, ☞ «Velocità di flusso raccomandate», pagina 55.

### 4.2.1 Conversione della potenza calorifica lorda in portata di massa

$$\dot{m} = \frac{Q_{\text{brutto}} \cdot 3600}{c \cdot \Delta T}$$

$\dot{m}$	=	portata di massa [kg/h]
$Q_{\text{lordo}}$	=	potenza calorifica [kJ/s = kW]
$c$	=	capacità termica specifica [kJ/(kg·K)]
$\Delta T$	=	differenza di temperatura [K]

## 4.3 Determinazione della pompa di circolazione

Per determinare la pompa di circolazione sono necessari i seguenti parametri:

- Portata volumetrica della pompa  $V_p$
- Prevalenza della pompa  $\Delta p_{\text{ges}}$

### 4.3.1 Calcolo della portata volumetrica della pompa

Per calcolare la portata volumetrica della pompa  $V_p$  è necessario sommare le portate di massa  $\dot{m}$  di tutti i segmenti. Durante il predimensionamento è possibile bypassare il passaggio della conversione della densità nella portata volumetrica corrispondente:

$$\dot{m} \text{ [kg/h]} = V_p \text{ [m}^3\text{/h]}$$



### 4.3.2 Determinazione della prevalenza della pompa

Per determinare la prevalenza della pompa  $\Delta p_{ges}$  è determinante soltanto la perdita di pressione del tratto più sfavorevole (solitamente il tratto più lungo dalla caldaia al radiatore più lontano). La perdita di pressione si suddivide in resistenze di attrito nei tubi e in resistenze singole. Per determinare la perdita di pressione delle resistenze di attrito nei tubi è necessario conoscere le lunghezze delle condutture dei segmenti. Una volta calcolate le perdite di pressione si possono determinare le singole resistenze **Z**.

La perdita di pressione  $\Delta p$  di un segmento può essere calcolata con la formula seguente:

$$\Delta p_{segmento} = R \cdot l$$

- $\Delta p_{segmento}$  = perdita di pressione segmento [Pa]
- R** = resistenza di attrito nei tubi [Pa/m]
- l** = lunghezza delle condutture [m]

In fase di progetto, le singole resistenze non vengono, in genere, calcolate separatamente. Il calcolo viene eseguito con i seguenti valori di riferimento:

$$Z = \Delta p_{segmento} \cdot 1.0 \dots 2.0$$

- Z** = resistenza singola [Pa]
- $\Delta p_{segmento}$  = perdita di pressione segmento [Pa]



Nel calcolo devono essere inoltre considerate singole resistenze speciali **Z** quali caldaia, scambiatore di calore a piastre, valvole di regolazione ecc.

Per determinare la prevalenza della pompa  $\Delta p_{ges}$  vengono sommate le perdite di pressione dei segmenti incluse le singole resistenze. La prevalenza della pompa  $\Delta p_{ges}$  viene determinata nel calcolo generale attraverso la seguente formula:

$$\Delta p_{ges} = \sum \Delta p_{segmento} + \sum Z$$

- $\Delta p_{ges}$  = prevalenza della pompa [Pa]
- $\Delta p_{segmento}$  = perdita di pressione segmento [Pa]
- Z** = resistenza singola [Pa]

## 4.4 Tabelle di perdita di pressione per tubi Optipress-Therm in acciaio zincato

Esempio di lettura: Per acqua a +40 °C con dimensione dei tubi di 22 mm e perdita di pressione  $R = 50 \text{ Pa/m}$ , dalla tabella si ricavano:

- Portata di massa dell'acqua  $\dot{m}$ : 238 kg/h
- Velocità di flusso dell'acqua  $v$ : 0.23 m/s
- Pressione dinamica  $P_{\text{dyn}}$ : 26.9 Pa

### 4.4.1 Medio: acqua a 40 °C

Densità: 992 kg/m<sup>3</sup>

Viscosità: 0.0007 Pa·s

Rugosità superficiale: 0.0015 mm

$d_e$	15			18			22			28		
DN	12			15			20			25		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{\text{dyn}}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{\text{dyn}}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{\text{dyn}}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{\text{dyn}}$ [Pa]
25	52	0.12	6.7	93	0.14	9.1	160	0.16	12.2	340	0.19	18.1
30	58	0.13	8.3	103	0.15	11.2	178	0.17	15.0	377	0.21	22.3
35	63	0.14	9.9	112	0.16	13.4	194	0.19	17.9	412	0.23	26.6
40	68	0.15	11.5	121	0.18	15.6	210	0.20	20.8	445	0.25	31.0
45	72	0.16	13.2	129	0.19	17.9	224	0.22	23.8	476	0.27	35.4
50	77	0.17	14.8	137	0.20	20.1	<b>238</b>	<b>0.23</b>	<b>26.9</b>	505	0.28	40.0
55	81	0.18	16.6	145	0.21	22.5	251	0.25	30.0	534	0.30	44.6
60	85	0.19	18.3	153	0.22	24.8	264	0.26	33.1	561	0.31	49.2
65	89	0.20	20.0	160	0.23	27.2	277	0.27	36.3	587	0.33	53.9
70	93	0.21	21.8	167	0.24	29.6	289	0.28	39.5	612	0.34	58.7
75	97	0.22	23.6	173	0.25	32.0	300	0.29	42.7	637	0.36	63.5
80	101	0.23	25.4	180	0.26	34.5	312	0.30	46.0	661	0.37	68.4
85	104	0.23	27.2	186	0.27	36.9	322	0.32	49.3	684	0.38	73.3
90	108	0.24	29.1	192	0.28	39.4	333	0.33	52.6	707	0.40	78.2
95	111	0.25	30.9	198	0.29	41.9	344	0.34	56.0	729	0.41	83.2
100	114	0.26	32.8	204	0.30	44.5	354	0.35	59.4	751	0.42	88.2
110	121	0.27	36.6	216	0.32	49.6	374	0.37	66.2	793	0.45	98.4
120	127	0.29	40.4	227	0.33	54.8	393	0.38	73.1	833	0.47	108.7
130	133	0.30	44.2	237	0.35	60.0	411	0.40	80.2	872	0.49	119.1
140	139	0.31	48.2	248	0.36	65.3	429	0.42	87.2	910	0.51	129.6
150	144	0.32	52.1	258	0.38	70.7	446	0.44	94.4	947	0.53	140.2
160	150	0.34	56.1	267	0.39	76.1	463	0.45	101.6	982	0.55	151.0
170	155	0.35	60.1	277	0.41	81.6	479	0.47	108.9	1017	0.57	161.8
180	160	0.36	64.2	286	0.42	87.1	495	0.48	116.3	1051	0.59	172.7
190	165	0.37	68.3	295	0.43	92.6	511	0.50	123.7	1084	0.61	183.7
200	170	0.38	72.4	304	0.44	98.2	526	0.51	131.1	1116	0.63	194.8
220	180	0.40	80.7	321	0.47	109.5	555	0.54	146.2	1178	0.66	217.3
240	189	0.42	89.1	337	0.49	121.0	584	0.57	161.5	1238	0.70	240.0
260	198	0.44	97.7	353	0.52	132.5	611	0.60	177.0	1296	0.73	263.0

<b>d<sub>e</sub></b>	<b>15</b>			<b>18</b>			<b>22</b>			<b>28</b>		
<b>DN</b>	<b>12</b>			<b>15</b>			<b>20</b>			<b>25</b>		
<b>R</b> [Pa/m]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]
<b>280</b>	206	0.46	106.3	368	0.54	144.3	637	0.62	192.6	1352	0.76	286.2
<b>300</b>	214	0.48	115.0	383	0.56	156.1	663	0.65	208.4	1407	0.79	309.7
<b>350</b>	234	0.53	137.2	418	0.61	186.2	724	0.71	248.6	1536	0.86	369.3
<b>400</b>	253	0.57	159.8	451	0.66	216.9	781	0.76	289.6	1658	0.93	430.2
<b>450</b>	270	0.61	182.9	483	0.71	248.1	836	0.82	331.3	1773	1.00	492.2
<b>500</b>	287	0.64	206.3	512	0.75	279.8	888	0.87	373.7	1884	1.06	555.2
<b>550</b>	303	0.68	230.0	541	0.79	312.1	937	0.92	416.7	1989	1.12	619.1
<b>600</b>	319	0.72	254.0	569	0.83	344.7	985	0.96	460.3	2090	1.17	683.8
<b>650</b>	333	0.75	278.4	595	0.87	377.7	1031	1.01	504.3	2188	1.23	749.3
<b>700</b>	348	0.78	303.0	621	0.91	411.1	1076	1.05	548.9	2283	1.28	815.6
<b>750</b>	362	0.81	327.8	646	0.95	444.8	1119	1.09	594.0	2375	1.33	882.5
<b>800</b>	375	0.84	352.9	670	0.98	478.9	1161	1.14	639.4	2464	1.38	950.0
<b>850</b>	389	0.87	378.3	694	1.02	513.2	1202	1.18	685.3	2551	1.43	1018.2
<b>900</b>	402	0.90	403.8	717	1.05	547.9	1242	1.21	731.6	2635	1.48	1086.9
<b>950</b>	414	0.93	429.5	740	1.08	582.8	1281	1.25	778.2	2718	1.53	1156.2
<b>1000</b>	426	0.96	455.5	762	1.12	618.0	1319	1.29	825.2	2799	1.57	1226.0
<b>1100</b>	450	1.01	507.9	804	1.18	689.1	1393	1.36	920.1	3082	1.73	1486
<b>1200</b>	473	1.06	561.0	845	1.24	761.1	1464	1.43	1016.3	3219	1.81	1622
<b>1300</b>	495	1.11	614.7	885	1.30	834.0	1532	1.50	1113.7	3350	1.88	1757
<b>1400</b>	517	1.16	669.0	923	1.35	907.7	1599	1.56	1212.1	3477	1.95	1892
<b>1500</b>	538	1.21	723.9	960	1.41	982.2	1663	1.63	1311.6	3599	2.02	2027
<b>1600</b>	558	1.25	779.3	996	1.46	1057.4	1726	1.69	1412.0	3717	2.09	2162
<b>1700</b>	578	1.30	835.3	1031	1.51	1133.3	1786	1.75	1513.3	3831	2.15	2297
<b>1800</b>	597	1.34	891.6	1065	1.56	1209.8	1846	1.80	1615.4	3942	2.21	2432
<b>1900</b>	615	1.38	948.5	1099	1.61	1286.9	1904	1.86	1718.4	4050	2.28	2568
<b>2000</b>	634	1.42	1005.7	1132	1.66	1364.6	1960	1.92	1822.1	4156	2.33	2703
<b>2100</b>	652	1.46	1063.4	1164	1.71	1442.8	2016	1.97	1926.6	4258	2.39	2838
<b>2200</b>	669	1.50	1121.5	1195	1.75	1521.6	2070	2.02	2031.8	4359	2.45	2973
<b>2300</b>	686	1.54	1179.9	1226	1.80	1600.9	2123	2.08	2137.7	4456	2.50	3108
<b>2400</b>	703	1.58	1238.7	1256	1.84	1680.7	2175	2.13	2244.2	4552	2.56	3243
<b>2500</b>	720	1.62	1297.9	1285	1.88	1760.9	2227	2.18	2351.4	4646	2.61	3378

Tabella 28: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress-Therm in acciaio zincato con medio acqua 40 °C, DN 12...25

Densità: 992 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0007 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

d <sub>e</sub>	35			42			54			64		
DN	32			40			50			60		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]
25	656	0.23	25.6	1128	0.26	34.0	2341	0.32	50.0	3582.10	0.35	62.49
30	728	0.25	31.5	1252	0.29	41.9	2598	0.35	61.5	3975.43	0.39	76.96
35	795	0.28	37.6	1367	0.32	50.0	2838	0.38	73.4	4341.49	0.43	91.79
40	858	0.30	43.8	1476	0.34	58.2	3063	0.42	85.5	4685.73	0.46	106.92
45	918	0.32	50.1	1578	0.37	66.6	3276	0.44	97.8	5011.96	0.50	122.33
50	975	0.34	56.5	1676	0.39	75.1	3479	0.47	110.3	5322.98	0.53	137.98
55	1029	0.36	63.0	1770	0.41	83.8	3674	0.50	123.0	5620.92	0.56	153.86
60	1082	0.37	69.5	1860	0.43	92.5	3861	0.52	135.9	5907.46	0.59	169.95
65	1132	0.39	76.2	1948	0.45	101.4	4042	0.55	148.9	6183.94	0.61	186.23
70	1181	0.41	82.9	2032	0.47	110.3	4217	0.57	162.0	6451.43	0.64	202.68
75	1229	0.43	89.7	2113	0.49	119.4	4386	0.59	175.3	6710.86	0.66	219.31
80	1275	0.44	96.6	2193	0.51	128.5	4551	0.62	188.8	6962.97	0.69	236.10
85	1320	0.46	103.5	2270	0.53	137.8	4712	0.64	202.3	7208.41	0.71	253.04
90	1364	0.47	110.5	2346	0.54	147.0	4868	0.66	216.0	7447.74	0.74	270.12
95	1406	0.49	117.6	2419	0.56	156.4	5021	0.68	229.7	7681.43	0.76	287.34
100	1448	0.50	124.7	2491	0.58	165.9	5170	0.70	243.6	7909.91	0.78	304.69
110	1529	0.53	139.0	2631	0.61	185.0	5460	0.74	271.6	8352.66	0.83	339.75
120	1607	0.56	153.6	2765	0.64	204.3	5738	0.78	300.0	8778.45	0.87	375.27
130	1683	0.58	168.3	2894	0.67	223.9	6006	0.81	328.8	9189.29	0.91	411.22
140	1755	0.61	183.1	3019	0.70	243.6	6266	0.85	357.8	9586.79	0.95	447.56
150	1826	0.63	198.2	3141	0.73	263.6	6518	0.88	387.2	9972.30	0.99	484.28
160	1894	0.66	213.3	3259	0.76	283.8	6763	0.92	416.8	10346.93	1.03	521.35
170	1961	0.68	228.6	3373	0.78	304.2	7002	0.95	446.7	10711.66	1.06	558.76
180	2026	0.70	244.1	3485	0.81	324.7	7234	0.98	476.9	11067.30	1.10	596.48
190	2090	0.72	259.6	3595	0.83	345.4	7461	1.01	507.3	11804	1.17	679
200	2152	0.75	275.3	3702	0.86	366.3	7683	1.04	537.9	12111	1.20	714
220	2273	0.79	307.0	3909	0.91	408.4	8427	1.14	647	12702	1.26	786
240	2388	0.83	339.1	4108	0.95	451.1	8801	1.19	706	13267	1.31	857
260	2500	0.87	371.6	4301	1.00	494.3	9161	1.24	765	13809	1.37	929
280	2608	0.90	404.4	4487	1.04	538.0	9506	1.29	824	14330	1.42	1000
300	2713	0.94	437.6	4887	1.13	638	9840	1.33	882	14833	1.47	1071
350	2963	1.03	521.9	5278	1.23	745	10629	1.44	1029	16021	1.59	1250
400	3198	1.11	607.9	5643	1.31	851	11362	1.54	1176	17128	1.70	1429
450	3421	1.18	695.5	5985	1.39	957	12052	1.63	1324	18167	1.80	1607
500	3633	1.26	784.5	6309	1.46	1064	12703	1.72	1471	19149	1.90	1786
550	3994	1.38	948	6617	1.54	1170	13324	1.81	1618	20084	1.99	1964
600	4172	1.44	1034	6911	1.60	1277	13916	1.89	1765	20977	2.08	2143
650	4342	1.50	1121	7193	1.67	1383	14484	1.96	1912	21833	2.16	2321
700	4506	1.56	1207	7465	1.73	1489	15031	2.04	2059	22658	2.25	2500

<b>d<sub>e</sub></b>	<b>35</b>			<b>42</b>			<b>54</b>			<b>64</b>		
<b>DN</b>	<b>32</b>			<b>40</b>			<b>50</b>			<b>60</b>		
<b>R</b> [Pa/m]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]
<b>750</b>	4664	1.61	1293	7727	1.79	1596	15559	2.11	2206	23453	2.32	2679
<b>800</b>	4817	1.67	1379	7980	1.85	1702	16069	2.18	2353	24222	2.40	2857
<b>850</b>	4965	1.72	1466	8226	1.91	1809	16563	2.25	2500	24968	2.47	3036
<b>900</b>	5109	1.77	1552	8464	1.96	1915	17044	2.31	2647	25691	2.55	3214
<b>950</b>	5249	1.82	1638	8696	2.02	2021	17511	2.37	2794	26395	2.62	3393
<b>1000</b>	5386	1.86	1724	8922	2.07	2128	17965	2.44	2941	27081	2.68	3571
<b>1100</b>	5649	1.96	1897	9358	2.17	2340	18842	2.55	3235	28403	2.81	3929
<b>1200</b>	5900	2.04	2069	9774	2.27	2553	19680	2.67	3529	29666	2.94	4286
<b>1300</b>	6141	2.13	2241	10173	2.36	2766	20484	2.78	3824	30877	3.06	4643
<b>1400</b>	6372	2.21	2414	10557	2.45	2979	21257	2.88	4118	32043	3.18	5000
<b>1500</b>	6596	2.28	2586	10927	2.54	3191	22003	2.98	4412	33167	3.29	5357
<b>1600</b>	6812	2.36	2759	11286	2.62	3404	22725	3.08	4706	34255	3.39	5714
<b>1700</b>	7022	2.43	2931	11633	2.70	3617	23424	3.18	5000	35309	3.50	6071
<b>1800</b>	7226	2.50	3103	11970	2.78	3830	24103	3.27	5294	36333	3.60	6429
<b>1900</b>	7424	2.57	3276	12298	2.85	4043	24764	3.36	5588	37329	3.70	6786
<b>2000</b>	7616	2.64	3448	12618	2.93	4255	25407	3.44	5882	38298	3.79	7143
<b>2100</b>	7805	2.70	3621	12929	3.00	4468	26034	3.53	6176	39244	3.89	7500
<b>2200</b>	7988	2.77	3793	13234	3.07	4681	26647	3.61	6471	40168	3.98	7857
<b>2300</b>	8168	2.83	3966	13531	3.14	4894	27246	3.69	6765	41071	4.07	8214
<b>2400</b>	8343	2.89	4138	13822	3.21	5106	27832	3.77	7059	41954	4.16	8571
<b>2500</b>	8515	2.95	4310	14107	3.27	5319	28406	3.85	7353	42819	4.24	8929

Tabella 29: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress-Therm in acciaio zincato con medio acqua 40 °C, DN 32...60

Densità: 992 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0007 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

d <sub>e</sub>	76.1			88.9			108		
DN	65			80			100		
R [Pa/m]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]
25	5898	0.40	81.2	9190	0.45	102.60	15942	0.53	137.10
30	6545	0.45	100.1	10200	0.50	126.37	17692	0.58	168.86
35	7148	0.49	119.3	11139	0.55	150.71	19321	0.64	201.39
40	7715	0.53	139.0	12022	0.59	175.56	20853	0.69	234.60
45	8252	0.57	159.0	12859	0.64	200.86	22305	0.74	268.40
50	8764	0.60	179.4	13657	0.68	226.56	23689	0.78	302.75
55	9255	0.64	200.0	14421	0.71	252.63	25015	0.82	337.59
60	9727	0.67	220.9	15156	0.75	279.05	26290	0.87	372.88
65	10182	0.70	242.1	15866	0.79	305.78	27521	0.91	408.60
70	10622	0.73	263.5	16552	0.82	332.80	28711	0.95	444.71
75	11049	0.76	285.1	17218	0.85	360.11	29866	0.98	481.20
80	11464	0.79	307.0	17864	0.88	387.67	30988	1.02	518.03
85	11869	0.81	329.0	18494	0.92	415.48	32080	1.06	555.20
90	12263	0.84	351.2	19108	0.95	443.53	33145	1.09	592.68
95	12647	0.87	373.6	19708	0.98	471.80	34185	1.13	630.45
100	13024	0.89	396.1	20294	1.00	500.29	35202	1.16	668.52
110	13752	0.94	441.7	21430	1.06	557.86	39604	1.31	846
120	14454	0.99	487.9	22522	1.11	616.19	41365	1.36	923
130	15130	1.04	534.6	23576	1.17	675.21	43054	1.42	1000
140	15784	1.08	581.9	24596	1.22	734.89	44679	1.47	1077
150	16419	1.13	629.6	25585	1.27	795.18	46247	1.53	1154
160	17036	1.17	677.8	27835	1.38	941	47764	1.58	1231
170	17637	1.21	726.4	28692	1.42	1000	49234	1.62	1308
180	18222	1.25	775.5	29524	1.46	1059	50661	1.67	1385
190	19683	1.35	905	30333	1.50	1118	52049	1.72	1462
200	20194	1.39	952	31121	1.54	1176	53401	1.76	1538
220	21179	1.45	1048	32640	1.62	1294	56008	1.85	1692
240	22121	1.52	1143	34091	1.69	1412	58498	1.93	1846
260	23025	1.58	1238	35483	1.76	1529	60887	2.01	2000
280	23894	1.64	1333	36822	1.82	1647	63185	2.08	2154
300	24732	1.70	1429	38115	1.89	1765	65403	2.16	2308
350	26714	1.83	1667	41169	2.04	2059	70643	2.33	2692
400	28558	1.96	1905	44011	2.18	2353	75521	2.49	3077
450	30291	2.08	2143	46681	2.31	2647	80102	2.64	3462
500	31929	2.19	2381	49206	2.44	2941	84435	2.78	3846
550	33488	2.30	2619	51608	2.55	3235	88556	2.92	4231
600	34977	2.40	2857	53903	2.67	3529	92494	3.05	4615
650	36405	2.50	3095	56104	2.78	3824	96271	3.18	5000
700	37779	2.59	3333	58221	2.88	4118	99905	3.29	5385

<b>d<sub>e</sub></b>	<b>76.1</b>			<b>88.9</b>			<b>108</b>		
<b>DN</b>	<b>65</b>			<b>80</b>			<b>100</b>		
<b>R</b> [Pa/m]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]
<b>750</b>	39105	2.68	3571	60265	2.98	4412	103411	3.41	5769
<b>800</b>	40388	2.77	3810	62241	3.08	4706	106803	3.52	6154
<b>850</b>	41631	2.86	4048	64157	3.18	5000	110090	3.63	6538
<b>900</b>	42838	2.94	4286	66017	3.27	5294	113282	3.74	6923
<b>950</b>	44011	3.02	4524	67826	3.36	5588	116386	3.84	7308
<b>1000</b>	45155	3.10	4762	69588	3.44	5882	119409	3.94	7692
<b>1100</b>	47359	3.25	5238	72984	3.61	6471	125237	4.13	8462
<b>1200</b>	49465	3.39	5714	76230	3.77	7059	130806	4.31	9231
<b>1300</b>	51484	3.53	6190	79342	3.93	7647	136147	4.49	10000
<b>1400</b>	53428	3.67	6667	82338	4.07	8235	141287	4.66	10769
<b>1500</b>	55303	3.79	7143	85227	4.22	8824	146246	4.82	11538
<b>1600</b>	57117	3.92	7619	88023	4.36	9412	151042	4.98	12308
<b>1700</b>	58875	4.04	8095	90732	4.49	10000	155691	5.13	13077
<b>1800</b>	60582	4.16	8571	93362	4.62	10588	160204	5.28	13846
<b>1900</b>	62242	4.27	9048	95920	4.75	11176	164594	5.43	14615
<b>2000</b>	63859	4.38	9524	98412	4.87	11765	168870	5.57	15385
<b>2100</b>	65436	4.49	10000	100842	4.99	12353	173040	5.71	16154
<b>2200</b>	66975	4.60	10476	103216	5.11	12941	177113	5.84	16923
<b>2300</b>	68481	4.70	10952	105535	5.22	13529	181093	5.97	17692
<b>2400</b>	69954	4.80	11429	107805	5.34	14118	184988	6.10	18462
<b>2500</b>	71396	4.90	11905	110028	5.45	14706	188803	6.23	19231

Tabella 30: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress-Therm in acciaio zincato con medio acqua 40 °C, DN 65...100

#### 4.4.2 Medio: acqua a 60 °C

Densità: 983 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0005 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

d <sub>e</sub>	15			18			22			28		
DN	12			15			20			25		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]
25	54	0.12	7.4	97	0.14	10.0	167	0.17	13.4	355	0.20	19.9
30	60	0.14	9.1	107	0.16	12.4	186	0.18	16.5	394	0.22	24.5
35	66	0.15	10.9	117	0.17	14.7	203	0.20	19.7	430	0.24	29.2
40	71	0.16	12.6	126	0.19	17.2	219	0.22	22.9	464	0.26	34.0
45	76	0.17	14.5	135	0.20	19.6	234	0.23	26.2	497	0.28	38.9
50	80	0.18	16.3	143	0.21	22.1	249	0.25	29.6	527	0.30	43.9
55	85	0.19	18.2	152	0.22	24.7	262	0.26	33.0	557	0.32	49.0
60	89	0.20	20.1	159	0.24	27.3	276	0.27	36.4	585	0.33	54.1
65	93	0.21	22.0	167	0.25	29.9	289	0.28	39.9	613	0.35	59.3
70	97	0.22	24.0	174	0.26	32.5	301	0.30	43.4	639	0.36	64.5
75	101	0.23	25.9	181	0.27	35.2	313	0.31	47.0	665	0.38	69.8
80	105	0.24	27.9	188	0.28	37.9	325	0.32	50.6	690	0.39	75.2
85	109	0.25	29.9	194	0.29	40.6	337	0.33	54.2	714	0.40	80.6
90	112	0.25	32.0	201	0.30	43.4	348	0.34	57.9	738	0.42	86.0
95	116	0.26	34.0	207	0.31	46.1	359	0.35	61.6	761	0.43	91.5
100	119	0.27	36.0	213	0.32	48.9	369	0.36	65.3	784	0.44	97.0
110	126	0.29	40.2	225	0.33	54.5	390	0.38	72.8	828	0.47	108.2
120	133	0.30	44.4	237	0.35	60.2	410	0.40	80.4	870	0.49	119.5
130	139	0.31	48.6	248	0.37	66.0	429	0.42	88.1	911	0.52	130.9
140	145	0.33	52.9	258	0.38	71.8	448	0.44	95.9	950	0.54	142.5
150	151	0.34	57.3	269	0.40	77.7	466	0.46	103.8	988	0.56	154.2
160	156	0.35	61.7	279	0.41	83.7	483	0.48	111.7	1025	0.58	166.0
170	162	0.37	66.1	289	0.43	89.7	500	0.49	119.7	1061	0.60	177.9
180	167	0.38	70.6	298	0.44	95.7	517	0.51	127.8	1097	0.62	189.9
190	172	0.39	75.1	308	0.46	101.8	533	0.53	136.0	1131	0.64	202.0
200	177	0.40	79.6	317	0.47	108.0	549	0.54	144.2	1165	0.66	214.2
220	187	0.42	88.7	335	0.49	120.4	580	0.57	160.8	1230	0.70	238.9
240	197	0.45	98.0	352	0.52	133.0	609	0.60	177.6	1293	0.73	263.8
260	206	0.47	107.4	368	0.54	145.7	638	0.63	194.6	1353	0.77	289.1
280	215	0.49	116.9	384	0.57	158.6	665	0.66	211.8	1412	0.80	314.7
300	224	0.51	126.5	399	0.59	171.6	692	0.68	229.2	1468	0.83	340.5
350	244	0.55	150.9	436	0.65	204.7	756	0.75	273.3	1604	0.91	406.1
400	264	0.60	175.7	471	0.70	238.4	816	0.80	318.4	1731	0.98	473.0
450	282	0.64	201.1	504	0.74	272.8	872	0.86	364.2	1851	1.05	541.2
500	300	0.68	226.8	535	0.79	307.7	927	0.91	410.9	1966	1.11	610.4
550	316	0.72	252.9	565	0.84	343.1	978	0.97	458.1	2076	1.18	680.7
600	332	0.75	279.3	594	0.88	379.0	1028	1.01	506.0	2182	1.24	751.9
650	348	0.79	306.1	621	0.92	415.3	1076	1.06	554.5	2284	1.29	823.9



<b>d<sub>e</sub></b>	<b>15</b>			<b>18</b>			<b>22</b>			<b>28</b>		
<b>DN</b>	<b>12</b>			<b>15</b>			<b>20</b>			<b>25</b>		
<b>R</b> [Pa/m]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]
<b>700</b>	363	0.82	333.1	648	0.96	452.0	1123	1.11	603.5	2383	1.35	896.7
<b>750</b>	378	0.86	360.5	674	1.00	489.1	1168	1.15	653.0	2479	1.41	970.3
<b>800</b>	392	0.89	388.0	700	1.03	526.5	1212	1.20	703.0	2572	1.46	1044.5
<b>850</b>	406	0.92	415.9	724	1.07	564.3	1255	1.24	753.5	2662	1.51	1119.5
<b>900</b>	419	0.95	444.0	748	1.11	602.3	1296	1.28	804.3	2751	1.56	1195.0
<b>950</b>	432	0.98	472.3	772	1.14	640.7	1337	1.32	855.6	2837	1.61	1271.2
<b>1000</b>	445	1.01	500.8	795	1.18	679.4	1377	1.36	907.2	2921	1.66	1348.0
<b>1100</b>	470	1.07	558.4	839	1.24	757.6	1454	1.43	1011.7	3068	1.74	1486
<b>1200</b>	494	1.12	616.8	882	1.30	836.8	1528	1.51	1117.4	3204	1.82	1622
<b>1300</b>	517	1.17	675.9	923	1.37	917.0	1600	1.58	1224.5	3335	1.89	1757
<b>1400</b>	540	1.22	735.6	963	1.42	998.0	1669	1.65	1332.7	3461	1.96	1892
<b>1500</b>	561	1.27	795.9	1002	1.48	1079.9	1736	1.71	1442.0	3583	2.03	2027
<b>1600</b>	582	1.32	856.9	1040	1.54	1162.6	1801	1.78	1552.4	3700	2.10	2162
<b>1700</b>	603	1.37	918.3	1076	1.59	1246.0	1865	1.84	1663.8	3814	2.16	2297
<b>1800</b>	623	1.41	980.3	1112	1.65	1330.1	1926	1.90	1776.1	3925	2.22	2432
<b>1900</b>	642	1.46	1042.8	1147	1.70	1414.9	1987	1.96	1889.3	4032	2.29	2568
<b>2000</b>	662	1.50	1105.8	1181	1.75	1500.3	2046	2.02	2003.4	4137	2.34	2703
<b>2100</b>	680	1.54	1169.2	1215	1.80	1586.3	2104	2.08	2118.2	4239	2.40	2838
<b>2200</b>	699	1.58	1233.0	1247	1.84	1672.9	2161	2.13	2233.9	4339	2.46	2973
<b>2300</b>	717	1.62	1297.3	1279	1.89	1760.1	2216	2.19	2350.3	4436	2.51	3108
<b>2400</b>	734	1.66	1362.0	1311	1.94	1847.9	2271	2.24	2467.5	4532	2.57	3243
<b>2500</b>	751	1.70	1427.0	1342	1.98	1936.1	2324	2.29	2585.3	4625	2.62	3378

Tabella 31: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress-Therm in acciaio zincato con medio acqua 60 °C, DN 12...25

Densità: 983 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0005 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

d <sub>e</sub>	35			42			54			64		
DN	32			40			50			60		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]
25	685	0.24	28.1	1178	0.28	37.4	2444	0.33	54.9	3738.96	0.37	68.70
30	760	0.27	34.6	1307	0.31	46.1	2712	0.37	67.7	4149.52	0.41	84.62
35	830	0.29	41.3	1427	0.33	54.9	2962	0.41	80.7	4531.61	0.45	100.92
40	895	0.31	48.1	1540	0.36	64.0	3197	0.44	94.0	4890.92	0.49	117.56
45	958	0.33	55.0	1648	0.39	73.2	3419	0.47	107.5	5231.44	0.52	134.50
50	1017	0.36	62.1	1750	0.41	82.6	3632	0.50	121.3	5556.08	0.56	151.71
55	1074	0.38	69.2	1848	0.43	92.1	3835	0.52	135.2	5867.07	0.59	169.16
60	1129	0.39	76.5	1942	0.45	101.7	4030	0.55	149.4	6166.16	0.62	186.85
65	1182	0.41	83.8	2033	0.48	111.5	4219	0.58	163.7	6454.74	0.65	204.75
70	1233	0.43	91.2	2121	0.50	121.3	4402	0.60	178.2	6733.95	0.67	222.85
75	1283	0.45	98.7	2206	0.52	131.3	4579	0.63	192.8	7004.74	0.70	241.13
80	1331	0.46	106.2	2289	0.54	141.3	4751	0.65	207.5	7267.89	0.73	259.59
85	1378	0.48	113.8	2370	0.56	151.5	4918	0.67	222.4	7524.08	0.75	278.21
90	1423	0.50	121.5	2448	0.57	161.7	5081	0.70	237.4	7773.89	0.78	296.99
95	1468	0.51	129.3	2525	0.59	172.0	5241	0.72	252.6	8017.81	0.80	315.92
100	1512	0.53	137.1	2600	0.61	182.4	5397	0.74	267.8	8256.30	0.83	334.99
110	1596	0.56	152.9	2746	0.64	203.4	5699	0.78	298.6	8718.43	0.87	373.55
120	1678	0.59	168.8	2886	0.68	224.6	5989	0.82	329.9	9162.87	0.92	412.60
130	1756	0.61	185.0	3021	0.71	246.1	6269	0.86	361.5	9591.70	0.96	452.13
140	1832	0.64	201.4	3151	0.74	267.9	6541	0.89	393.4	10006.61	1.00	492.09
150	1906	0.67	217.9	3278	0.77	289.9	6804	0.93	425.7	10409.00	1.04	532.46
160	1977	0.69	234.6	3401	0.80	312.1	7059	0.97	458.3	10800.04	1.08	573.22
170	2047	0.72	251.4	3521	0.82	334.4	7308	1.00	491.2	11180.74	1.12	614.34
180	2115	0.74	268.4	3638	0.85	357.0	7551	1.03	524.3	11551.95	1.16	655.81
190	2181	0.76	285.5	3752	0.88	379.8	7788	1.07	557.7	11751	1.17	679
200	2246	0.78	302.7	3864	0.91	402.7	8019	1.10	591.4	12056	1.21	714
220	2372	0.83	337.5	4080	0.96	449.0	8388	1.15	647	12644	1.26	786
240	2493	0.87	372.8	4288	1.00	496.0	8761	1.20	706	13207	1.32	857
260	2610	0.91	408.5	4489	1.05	543.5	9119	1.25	765	13746	1.37	929
280	2723	0.95	444.6	4683	1.10	591.5	9463	1.29	824	14265	1.43	1000
300	2832	0.99	481.1	4865	1.14	638	9795	1.34	882	14765	1.48	1071
350	3093	1.08	573.8	5254	1.23	745	10580	1.45	1029	15949	1.59	1250
400	3338	1.17	668.4	5617	1.32	851	11311	1.55	1176	17050	1.70	1429
450	3570	1.25	764.7	5958	1.40	957	11997	1.64	1324	18084	1.81	1607
500	3792	1.32	862.6	6280	1.47	1064	12646	1.73	1471	19062	1.91	1786
550	3976	1.39	948	6587	1.54	1170	13263	1.81	1618	19993	2.00	1964
600	4153	1.45	1034	6880	1.61	1277	13853	1.89	1765	20882	2.09	2143
650	4322	1.51	1121	7161	1.68	1383	14418	1.97	1912	21734	2.17	2321
700	4485	1.57	1207	7431	1.74	1489	14963	2.05	2059	22555	2.26	2500

<b>d<sub>e</sub></b>	<b>35</b>			<b>42</b>			<b>54</b>			<b>64</b>		
<b>DN</b>	<b>32</b>			<b>40</b>			<b>50</b>			<b>60</b>		
<b>R</b> [Pa/m]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]
<b>750</b>	4643	1.62	1293	7692	1.80	1596	15488	2.12	2206	23346	2.33	2679
<b>800</b>	4795	1.68	1379	7944	1.86	1702	15996	2.19	2353	24112	2.41	2857
<b>850</b>	4943	1.73	1466	8188	1.92	1809	16488	2.26	2500	24854	2.49	3036
<b>900</b>	5086	1.78	1552	8426	1.97	1915	16966	2.32	2647	25575	2.56	3214
<b>950</b>	5225	1.83	1638	8657	2.03	2021	17431	2.38	2794	26275	2.63	3393
<b>1000</b>	5361	1.87	1724	8882	2.08	2128	17884	2.45	2941	26958	2.70	3571
<b>1100</b>	5623	1.96	1897	9315	2.18	2340	18757	2.57	3235	28274	2.83	3929
<b>1200</b>	5873	2.05	2069	9729	2.28	2553	19591	2.68	3529	29531	2.95	4286
<b>1300</b>	6113	2.14	2241	10126	2.37	2766	20391	2.79	3824	30737	3.07	4643
<b>1400</b>	6343	2.22	2414	10509	2.46	2979	21160	2.89	4118	31897	3.19	5000
<b>1500</b>	6566	2.29	2586	10878	2.55	3191	21903	3.00	4412	33017	3.30	5357
<b>1600</b>	6781	2.37	2759	11234	2.63	3404	22621	3.09	4706	34099	3.41	5714
<b>1700</b>	6990	2.44	2931	11580	2.71	3617	23318	3.19	5000	35149	3.51	6071
<b>1800</b>	7193	2.51	3103	11916	2.79	3830	23994	3.28	5294	36168	3.62	6429
<b>1900</b>	7390	2.58	3276	12242	2.87	4043	24651	3.37	5588	37159	3.72	6786
<b>2000</b>	7582	2.65	3448	12560	2.94	4255	25291	3.46	5882	38124	3.81	7143
<b>2100</b>	7769	2.71	3621	12871	3.02	4468	25916	3.54	6176	39066	3.91	7500
<b>2200</b>	7952	2.78	3793	13173	3.09	4681	26526	3.63	6471	39985	4.00	7857
<b>2300</b>	8131	2.84	3966	13469	3.16	4894	27122	3.71	6765	40884	4.09	8214
<b>2400</b>	8305	2.90	4138	13759	3.22	5106	27705	3.79	7059	41763	4.18	8571
<b>2500</b>	8477	2.96	4310	14043	3.29	5319	28277	3.87	7353	42624	4.26	8929

Tabella 32: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress-Therm in acciaio zincato con medio acqua 60 °C, DN 32...60

Densità: 983 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0005 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

d <sub>e</sub>	76.1			88.9			108		
DN	65			80			100		
R [Pa/m]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]
25	6156	0.43	89.3	9593	0.48	112.81	16640	0.55	150.74
30	6832	0.47	110.0	10646	0.53	138.94	18467	0.61	185.66
35	7461	0.52	131.2	11626	0.58	165.71	20167	0.67	221.43
40	8053	0.56	152.8	12548	0.63	193.03	21766	0.72	257.93
45	8613	0.60	174.9	13422	0.67	220.84	23282	0.77	295.10
50	9148	0.63	197.2	14255	0.71	249.10	24726	0.82	332.86
55	9660	0.67	219.9	15053	0.75	277.76	26111	0.87	371.17
60	10152	0.70	242.9	15820	0.79	306.81	27442	0.91	409.97
65	10628	0.74	266.2	16561	0.83	336.19	28726	0.96	449.25
70	11087	0.77	289.7	17277	0.86	365.91	29968	1.00	488.95
75	11533	0.80	313.5	17972	0.90	395.93	31174	1.04	529.07
80	11966	0.83	337.5	18647	0.93	426.24	32345	1.08	569.57
85	12388	0.86	361.7	19304	0.96	456.81	33485	1.11	610.43
90	12800	0.89	386.1	19945	1.00	487.65	34597	1.15	651.63
95	13201	0.91	410.7	20571	1.03	518.73	35682	1.19	693.17
100	13594	0.94	435.5	21183	1.06	550.05	36743	1.22	735.02
110	14355	0.99	485.6	22368	1.12	613.35	39424	1.31	846
120	15086	1.04	536.4	23509	1.17	677.48	41177	1.37	923
130	15793	1.09	587.8	24609	1.23	742.38	42858	1.43	1000
140	16476	1.14	639.8	25673	1.28	807.99	44476	1.48	1077
150	17138	1.19	692.2	26706	1.33	874.28	46037	1.53	1154
160	17782	1.23	745.2	27709	1.38	941	47547	1.58	1231
170	18409	1.27	798.7	28561	1.43	1000	49010	1.63	1308
180	19020	1.32	852.6	29389	1.47	1059	50431	1.68	1385
190	19593	1.36	905	30195	1.51	1118	51813	1.72	1462
200	20102	1.39	952	30979	1.55	1176	53159	1.77	1538
220	21083	1.46	1048	32491	1.62	1294	55753	1.86	1692
240	22021	1.52	1143	33936	1.69	1412	58232	1.94	1846
260	22920	1.59	1238	35322	1.76	1529	60610	2.02	2000
280	23785	1.65	1333	36655	1.83	1647	62898	2.09	2154
300	24620	1.70	1429	37942	1.89	1765	65106	2.17	2308
350	26592	1.84	1667	40982	2.05	2059	70322	2.34	2692
400	28429	1.97	1905	43811	2.19	2353	75178	2.50	3077
450	30153	2.09	2143	46469	2.32	2647	79738	2.65	3462
500	31784	2.20	2381	48982	2.45	2941	84051	2.80	3846
550	33335	2.31	2619	51373	2.57	3235	88154	2.93	4231
600	34818	2.41	2857	53658	2.68	3529	92073	3.06	4615
650	36239	2.51	3095	55848	2.79	3824	95833	3.19	5000
700	37607	2.60	3333	57957	2.89	4118	99451	3.31	5385

<b>d<sub>e</sub></b>	<b>76.1</b>			<b>88.9</b>			<b>108</b>		
<b>DN</b>	<b>65</b>			<b>80</b>			<b>100</b>		
<b>R</b> [Pa/m]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]
<b>750</b>	38927	2.70	3571	59991	3.00	4412	102941	3.43	5769
<b>800</b>	40204	2.78	3810	61958	3.09	4706	106317	3.54	6154
<b>850</b>	41441	2.87	4048	63865	3.19	5000	109589	3.65	6538
<b>900</b>	42643	2.95	4286	65717	3.28	5294	112767	3.75	6923
<b>950</b>	43811	3.03	4524	67518	3.37	5588	115857	3.86	7308
<b>1000</b>	44949	3.11	4762	69272	3.46	5882	118866	3.96	7692
<b>1100</b>	47143	3.26	5238	72653	3.63	6471	124668	4.15	8462
<b>1200</b>	49240	3.41	5714	75883	3.79	7059	130212	4.33	9231
<b>1300</b>	51250	3.55	6190	78982	3.94	7647	135528	4.51	10000
<b>1400</b>	53185	3.68	6667	81963	4.09	8235	140645	4.68	10769
<b>1500</b>	55052	3.81	7143	84840	4.24	8824	145581	4.85	11538
<b>1600</b>	56857	3.94	7619	87622	4.38	9412	150355	5.00	12308
<b>1700</b>	58607	4.06	8095	90319	4.51	10000	154983	5.16	13077
<b>1800</b>	60306	4.18	8571	92938	4.64	10588	159476	5.31	13846
<b>1900</b>	61959	4.29	9048	95484	4.77	11176	163846	5.45	14615
<b>2000</b>	63568	4.40	9524	97965	4.89	11765	168102	5.59	15385
<b>2100</b>	65138	4.51	10000	100384	5.01	12353	172254	5.73	16154
<b>2200</b>	66671	4.62	10476	102746	5.13	12941	176307	5.87	16923
<b>2300</b>	68169	4.72	10952	105055	5.25	13529	180270	6.00	17692
<b>2400</b>	69635	4.82	11429	107315	5.36	14118	184147	6.13	18462
<b>2500</b>	71071	4.92	11905	109528	5.47	14706	187944	6.26	19231

Tabella 33: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress-Therm in acciaio zincato con medio acqua 60 °C, DN 65...100

## 4.5 Tabelle di perdita di pressione Optipress 1.4520

Esempio di lettura: Per acqua a +7 °C con dimensione dei tubi 22 e perdita di pressione  $R = 50$  Pa/m, dalla tabella si ricavano:

- Portata di massa dell'acqua  $\dot{m}$ : 232 kg/h
- Velocità di flusso dell'acqua  $v$ : 0.21 m/s
- Pressione dinamica  $P_{\text{dyn}}$  22.9 Pa

### 4.5.1 Medio: acqua a 7 °C

Densità: 999.9 kg/m<sup>3</sup>

Viscosità: 0.0014 Pa·s

Rugosità superficiale: 0.0015 mm

$d_e$	15			18			22			28		
$d_i$	13			16			19.6			25.6		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{\text{dyn}}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{\text{dyn}}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{\text{dyn}}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{\text{dyn}}$ [Pa]
25	51	0.11	5.8	90	0.12	7.8	156	0.14	10.4	323	0.17	15.2
30	57	0.12	7.1	100	0.14	9.6	174	0.16	12.8	358	0.19	18.7
35	62	0.13	8.5	109	0.15	11.4	190	0.17	15.2	391	0.21	22.3
40	67	0.14	9.9	118	0.16	13.3	205	0.19	17.8	422	0.23	26.0
45	72	0.15	11.3	126	0.17	15.2	219	0.20	20.3	452	0.24	29.8
50	76	0.16	12.7	134	0.19	17.1	232	0.21	22.9	480	0.26	33.6
55	81	0.17	14.2	141	0.20	19.1	245	0.23	25.6	507	0.27	37.4
60	85	0.18	15.7	149	0.21	21.1	258	0.24	28.2	533	0.29	41.3
65	89	0.19	17.2	156	0.22	23.1	270	0.25	30.9	557	0.30	45.3
70	92	0.19	18.7	162	0.22	25.2	282	0.26	33.7	582	0.31	49.3
75	96	0.20	20.3	169	0.23	27.3	293	0.27	36.4	605	0.33	53.3
80	100	0.21	21.8	175	0.24	29.3	304	0.28	39.2	628	0.34	57.4
85	103	0.22	23.4	181	0.25	31.5	315	0.29	42.0	650	0.35	61.5
90	107	0.22	25.0	187	0.26	33.6	325	0.30	44.9	671	0.36	65.7
95	110	0.23	26.5	193	0.27	35.7	335	0.31	47.7	692	0.37	69.9
100	113	0.24	28.1	199	0.28	37.9	345	0.32	50.6	713	0.39	74.1
110	120	0.25	31.4	210	0.29	42.2	365	0.34	56.4	753	0.41	82.6
120	126	0.26	34.7	221	0.31	46.6	383	0.35	62.3	791	0.43	91.3
130	132	0.28	38.0	231	0.32	51.1	401	0.37	68.3	828	0.45	100.0
140	137	0.29	41.3	241	0.33	55.6	419	0.39	74.3	864	0.47	108.9
150	143	0.30	44.7	251	0.35	60.2	435	0.40	80.4	899	0.49	117.8
160	148	0.31	48.2	260	0.36	64.8	452	0.42	86.6	933	0.50	126.8
170	153	0.32	51.6	270	0.37	69.4	468	0.43	92.8	966	0.52	135.9
180	159	0.33	55.1	279	0.39	74.1	483	0.45	99.1	998	0.54	145.1
190	164	0.34	58.6	287	0.40	78.9	498	0.46	105.4	1029	0.56	154.3
200	168	0.35	62.2	296	0.41	83.6	513	0.47	111.7	1060	0.57	163.7
220	178	0.37	69.3	312	0.43	93.2	542	0.50	124.6	1119	0.60	182.5
240	187	0.39	76.6	328	0.45	103.0	570	0.52	137.6	1176	0.63	201.6
260	196	0.41	83.9	344	0.48	112.9	596	0.55	150.8	1231	0.66	220.9
280	204	0.43	91.3	359	0.50	122.8	622	0.57	164.1	1284	0.69	240.4

$d_e$	15			18			22			28		
$d_i$	13			16			19.6			25.6		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]
300	212	0.44	98.8	373	0.52	132.9	647	0.60	177.6	1336	0.72	260.1
350	232	0.49	117.8	407	0.56	158.5	707	0.65	211.8	1459	0.79	310.2
400	250	0.52	137.3	440	0.61	184.7	763	0.70	246.8	1574	0.85	361.4
450	268	0.56	157.0	470	0.65	211.3	816	0.75	282.3	1684	0.91	413.4
500	284	0.60	177.1	499	0.69	238.3	866	0.80	318.4	1789	0.97	466.4
550	300	0.63	197.5	527	0.73	265.7	915	0.84	355.1	1889	1.02	520.0
600	315	0.66	218.2	554	0.77	293.5	961	0.89	392.2	1985	1.07	574.4
650	330	0.69	239.1	580	0.80	321.6	1006	0.93	429.8	2078	1.12	629.4
700	345	0.72	260.2	605	0.84	350.0	1050	0.97	467.8	2168	1.17	685.0
750	358	0.75	281.5	630	0.87	378.8	1092	1.01	506.1	2255	1.22	741.2
800	372	0.78	303.1	653	0.90	407.8	1133	1.04	544.9	2340	1.26	798.0
850	385	0.81	324.8	676	0.93	437.0	1173	1.08	584.0	2422	1.31	855.2
900	398	0.83	346.8	699	0.97	466.5	1212	1.12	623.4	2502	1.35	913.0
950	410	0.86	368.9	721	1.00	496.2	1250	1.15	663.1	2581	1.39	971.2
1000	422	0.88	391.1	742	1.03	526.2	1287	1.19	703.2	2658	1.44	1029.8
1100	446	0.93	436.1	784	1.08	586.8	1359	1.25	784.1	2807	1.52	1148.3
1200	469	0.98	481.7	824	1.14	648.1	1429	1.32	866.1	2950	1.59	1268.4
1300	491	1.03	527.9	862	1.19	710.2	1496	1.38	949.0	3088	1.67	1389.9
1400	512	1.07	574.6	899	1.24	773.0	1560	1.44	1032.9	3221	1.74	1512.7
1500	533	1.12	621.7	936	1.29	836.4	1623	1.50	1117.6	3351	1.81	1636.8
1600	553	1.16	669.3	971	1.34	900.4	1684	1.55	1203.2	3477	1.88	1762.1
1700	572	1.20	717.3	1005	1.39	965.0	1743	1.61	1289.5	3599	1.94	1888.5
1800	591	1.24	765.7	1038	1.44	1030.1	1801	1.66	1376.6	3719	2.01	2016.0
1900	610	1.28	814.5	1071	1.48	1095.8	1858	1.71	1464.3	3835	2.07	2144.5
2000	628	1.31	863.7	1103	1.52	1161.9	1913	1.76	1552.7	3949	2.13	2274.0
2100	645	1.35	913.2	1134	1.57	1228.6	1967	1.81	1641.8	4061	2.19	2404.4
2200	663	1.39	963.1	1165	1.61	1295.7	2020	1.86	1731.4	4171	2.25	2535.6
2300	680	1.42	1013.3	1194	1.65	1363.2	2072	1.91	1821.6	4278	2.31	2667.8
2400	697	1.46	1063.8	1224	1.69	1431.1	2123	1.96	1912.4	4383	2.37	2800.8
2500	713	1.49	1114.6	1253	1.73	1499.5	2173	2.00	2003.8	4487	2.42	2934.5

Tabella 34: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress 1.4520 con medio acqua 7 °C,  $d_e$  15 ... 28 mm

Densità: 999.9 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0014 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

d <sub>e</sub>	35			42			54			64		
d <sub>i</sub>	32			39			51			61		
R [Pa/m]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]
25	592	0.20	20.9	1012	0.24	27.7	2097	0.29	40.7	3409	0.32	52.5
30	657	0.23	25.7	1123	0.26	34.2	2327	0.32	50.1	3783	0.36	64.7
35	717	0.25	30.7	1227	0.29	40.7	2541	0.35	59.8	4131	0.39	77.2
40	774	0.27	35.8	1324	0.31	47.5	2743	0.37	69.6	4459	0.42	89.9
45	828	0.29	40.9	1416	0.33	54.3	2934	0.40	79.6	4769	0.45	102.9
50	879	0.30	46.2	1504	0.35	61.2	3116	0.42	89.8	5065	0.48	116.0
55	928	0.32	51.5	1588	0.37	68.3	3290	0.45	100.2	5349	0.51	129.4
60	976	0.34	56.9	1669	0.39	75.4	3458	0.47	110.7	5621	0.53	142.9
65	1021	0.35	62.3	1748	0.41	82.7	3620	0.49	121.3	5885	0.56	156.6
70	1066	0.37	67.8	1823	0.42	90.0	3776	0.51	132.0	6139	0.58	170.4
75	1109	0.38	73.4	1896	0.44	97.3	3928	0.53	142.8	6386	0.61	184.4
80	1150	0.40	79.0	1968	0.46	104.8	4076	0.55	153.7	6626	0.63	198.5
85	1191	0.41	84.7	2037	0.47	112.3	4219	0.57	164.8	6859	0.65	212.8
90	1230	0.43	90.4	2105	0.49	119.9	4359	0.59	175.9	7087	0.67	227.1
95	1269	0.44	96.1	2171	0.51	127.5	4496	0.61	187.1	7310	0.70	241.6
100	1307	0.45	101.9	2235	0.52	135.2	4630	0.63	198.4	7527	0.72	256.2
110	1380	0.48	113.7	2360	0.55	150.8	4889	0.67	221.2	7948	0.76	285.7
120	1450	0.50	125.6	2481	0.58	166.6	5138	0.70	244.3	8353	0.79	315.6
130	1518	0.52	137.6	2597	0.60	182.5	5379	0.73	267.7	8744	0.83	345.8
140	1584	0.55	149.7	2709	0.63	198.6	5611	0.76	291.4	9123	0.87	376.4
150	1647	0.57	162.0	2818	0.66	214.9	5837	0.79	315.3	9490	0.90	407.2
160	1709	0.59	174.4	2924	0.68	231.4	6056	0.82	339.5	9846	0.94	438.4
170	1769	0.61	186.9	3027	0.70	248.0	6270	0.85	363.8	10193	0.97	469.9
180	1828	0.63	199.6	3128	0.73	264.7	6478	0.88	388.4	10532	1.00	501.6
190	1885	0.65	212.3	3226	0.75	281.6	6681	0.91	413.1	10862	1.03	533.5
200	1942	0.67	225.1	3322	0.77	298.6	6880	0.94	438.1	11185	1.06	565.8
220	2050	0.71	251.0	3508	0.82	333.0	7265	0.99	488.5	11811	1.12	630.9
240	2155	0.74	277.2	3686	0.86	367.8	7635	1.04	539.6	12413	1.18	696.8
260	2256	0.78	303.8	3859	0.90	403.0	7993	1.09	591.2	12994	1.24	763.6
280	2353	0.81	330.7	4026	0.94	438.6	8338	1.13	643.5	13556	1.29	831.1
300	2448	0.85	357.8	4188	0.97	474.6	8674	1.18	696.3	14101	1.34	899.2
350	2673	0.92	426.7	4573	1.06	566.1	9472	1.29	830.4	15400	1.46	1072.5
400	2885	1.00	497.1	4936	1.15	659.4	10223	1.39	967.3	16621	1.58	1249.3
450	3086	1.07	568.7	5280	1.23	754.4	10935	1.49	1106.7	17778	1.69	1429.3
500	3278	1.13	641.4	5607	1.30	850.9	11614	1.58	1248.3	18881	1.80	1612.2
550	3461	1.20	715.3	5921	1.38	948.9	12264	1.67	1392.0	19938	1.90	1797.7
600	3637	1.26	790.0	6223	1.45	1048.1	12889	1.75	1537.5	20955	1.99	1985.7
650	3808	1.32	865.7	6514	1.52	1148.5	13492	1.84	1684.8	21935	2.09	2175.9
700	3972	1.37	942.2	6796	1.58	1250.0	14076	1.92	1833.7	22884	2.18	2368.2



$d_e$	35			42			54			64		
$d_i$	32			39			51			61		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]
750	4132	1.43	1019.5	7069	1.64	1352.5	14642	1.99	1984.2	23804	2.26	2562.5
800	4287	1.48	1097.6	7335	1.71	1456.0	15192	2.07	2136.0	24699	2.35	2758.6
850	4438	1.53	1176.3	7593	1.77	1560.5	15727	2.14	2289.3	25569	2.43	2956.5
900	4586	1.58	1255.7	7845	1.83	1665.8	16250	2.21	2443.8	26418	2.51	3156.1
950	4730	1.63	1335.8	8091	1.88	1772.0	16759	2.28	2599.6	27247	2.59	3357.3
1000	4870	1.68	1416.4	8332	1.94	1879.0	17258	2.35	2756.5	28058	2.67	3560.0
1100	5143	1.78	1579.4	8799	2.05	2095.2	18224	2.48	3073.8	29628	2.82	3969.7
1200	5405	1.87	1744.6	9247	2.15	2314.3	19153	2.61	3395.1	31138	2.96	4384.7
1300	5658	1.96	1911.7	9680	2.25	2536.0	20049	2.73	3720.4	32596	3.10	4804.7
1400	5903	2.04	2080.6	10099	2.35	2760.1	20916	2.85	4049.2	34006	3.23	5229.4
1500	6140	2.12	2251.3	10505	2.44	2986.6	21758	2.96	4381.4	35373	3.36	5658.4
1600	6371	2.20	2423.7	10899	2.54	3215.2	22575	3.07	4716.8	36702	3.49	6091.6
1700	6595	2.28	2597.5	11283	2.63	3445.9	23371	3.18	5055.1	37996	3.61	6528.6
1800	6814	2.36	2772.9	11658	2.71	3678.5	24147	3.29	5396.4	39257	3.73	6969.3
1900	7028	2.43	2949.6	12024	2.80	3912.9	24904	3.39	5740.4	40489	3.85	7413.5
2000	7237	2.50	3127.7	12382	2.88	4149.2	25645	3.49	6086.9	41693	3.97	7861.1
2100	7442	2.57	3307.1	12732	2.96	4387.1	26370	3.59	6436.0	42872	4.08	8311.9
2200	7642	2.64	3487.6	13075	3.04	4626.6	27081	3.68	6787.4	44027	4.19	8765.7
2300	7839	2.71	3669.4	13411	3.12	4867.8	27777	3.78	7141.1	45160	4.29	9222.6
2400	8032	2.78	3852.3	13741	3.20	5110.4	28461	3.87	7497.0	46271	4.40	9682.2
2500	8222	2.84	4036.3	14065	3.27	5354.5	29133	3.96	7855.1	47363	4.50	10144.6

Tabella 35: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress 1.4520 con medio acqua 7 °C,  $d_e$  35 ... 64 mm

Densità: 999.9 kg/m<sup>3</sup>

Viscosità: 0.0014 Pa·s

Rugosità superficiale: 0.0015 mm

<b>d<sub>e</sub></b>	<b>76.1</b>			<b>88.9</b>			<b>108</b>		
<b>d<sub>i</sub></b>	<b>73.1</b>			<b>85.9</b>			<b>105</b>		
<b>R</b> [Pa/m]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]
25	5571	0.37	68.0	8632	0.41	85.7	14886	0.48	114.1
30	6182	0.41	83.8	9580	0.46	105.5	16520	0.53	140.6
35	6751	0.45	100.0	10462	0.50	125.9	18042	0.58	167.7
40	7287	0.48	116.4	11291	0.54	146.6	19472	0.63	195.3
45	7794	0.52	133.2	12077	0.58	167.7	20828	0.67	223.5
50	8278	0.55	150.3	12827	0.62	189.2	22120	0.71	252.1
55	8741	0.58	167.5	13545	0.65	211.0	23359	0.75	281.1
60	9187	0.61	185.1	14235	0.68	233.0	24549	0.79	310.5
65	9617	0.64	202.8	14901	0.71	255.4	25698	0.82	340.2
70	10033	0.66	220.7	15546	0.75	277.9	26810	0.86	370.3
75	10436	0.69	238.8	16171	0.78	300.7	27888	0.90	400.6
80	10828	0.72	257.1	16779	0.80	323.8	28936	0.93	431.3
85	11210	0.74	275.5	17370	0.83	347.0	29956	0.96	462.2
90	11582	0.77	294.1	17947	0.86	370.4	30950	0.99	493.4
95	11945	0.79	312.9	18510	0.89	394.0	31921	1.02	524.9
100	12301	0.81	331.8	19061	0.91	417.8	32871	1.06	556.6
110	12989	0.86	370.0	20127	0.97	465.9	34711	1.11	620.6
120	13651	0.90	408.7	21153	1.01	514.6	36480	1.17	685.5
130	14290	0.95	447.8	22143	1.06	563.9	38187	1.23	751.2
140	14908	0.99	487.4	23101	1.11	613.7	39839	1.28	817.6
150	15508	1.03	527.4	24030	1.15	664.1	41441	1.33	884.7
160	16091	1.07	567.7	24933	1.20	714.9	42998	1.38	952.4
170	16658	1.10	608.5	25812	1.24	766.2	44514	1.43	1020.7
180	17211	1.14	649.5	26669	1.28	817.9	45992	1.48	1089.6
190	17751	1.18	690.9	27506	1.32	870.0	47435	1.52	1159.1
200	18279	1.21	732.6	28324	1.36	922.6	48846	1.57	1229.0
220	19302	1.28	817.0	29909	1.43	1028.7	51580	1.66	1370.5
240	20286	1.34	902.4	31434	1.51	1136.3	54209	1.74	1513.8
260	21235	1.41	988.8	32905	1.58	1245.2	56746	1.82	1658.8
280	22154	1.47	1076.2	34328	1.65	1355.2	59201	1.90	1805.4
300	23045	1.53	1164.5	35709	1.71	1466.4	61582	1.98	1953.5
350	25167	1.67	1388.8	38997	1.87	1748.9	67252	2.16	2329.8
400	27162	1.80	1617.8	42089	2.02	2037.2	72585	2.33	2713.9
450	29053	1.92	1850.9	45019	2.16	2330.8	77638	2.49	3105.0
500	30856	2.04	2087.8	47813	2.29	2629.0	82456	2.65	3502.3
550	32583	2.16	2328.0	50489	2.42	2931.5	87071	2.79	3905.4
600	34244	2.27	2571.4	53063	2.54	3238.0	91510	2.94	4313.7
650	35847	2.37	2817.8	55547	2.66	3548.2	95793	3.07	4726.9
700	37398	2.48	3066.8	57949	2.78	3861.8	99936	3.21	5144.7

$d_e$	<b>76.1</b>			<b>88.9</b>			<b>108</b>		
$d_i$	<b>73.1</b>			<b>85.9</b>			<b>105</b>		
<b>R</b> [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]
<b>750</b>	38901	<b>2.58</b>	3318.4	60280	<b>2.89</b>	4178.7	103955	<b>3.34</b>	5566.8
<b>800</b>	40363	<b>2.67</b>	3572.4	62544	<b>3.00</b>	4498.5	107860	<b>3.46</b>	5992.9
<b>850</b>	41786	<b>2.77</b>	3828.7	64749	<b>3.11</b>	4821.3	111662	<b>3.58</b>	6422.8
<b>900</b>	43173	<b>2.86</b>	4087.2	66899	<b>3.21</b>	5146.7	115370	<b>3.70</b>	6856.4
<b>950</b>	44528	<b>2.95</b>	4347.7	68998	<b>3.31</b>	5474.8	118990	<b>3.82</b>	7293.4
<b>1000</b>	45852	<b>3.04</b>	4610.2	71050	<b>3.41</b>	5805.3	122529	<b>3.93</b>	7733.8
<b>1100</b>	48418	<b>3.21</b>	5140.7	75027	<b>3.60</b>	6473.4	129387	<b>4.15</b>	8623.8
<b>1200</b>	50887	<b>3.37</b>	5678.2	78852	<b>3.78</b>	7150.2	135983	<b>4.36</b>	9525.4
<b>1300</b>	53268	<b>3.53</b>	6222.1	82542	<b>3.96</b>	7835.1	142347	<b>4.57</b>	10437.9
<b>1400</b>	55573	<b>3.68</b>	6772.0	86112	<b>4.13</b>	8527.6	148505	<b>4.77</b>	11360.4
<b>1500</b>	57807	<b>3.83</b>	7327.6	89575	<b>4.30</b>	9227.2	154477	<b>4.96</b>	12292.4
<b>1600</b>	59979	<b>3.97</b>	7888.5	92940	<b>4.46</b>	9933.5	160280	<b>5.14</b>	13233.4
<b>1700</b>	62093	<b>4.11</b>	8454.5	96216	<b>4.61</b>	10646.2	165930	<b>5.33</b>	14182.7
<b>1800</b>	64155	<b>4.25</b>	9025.2	99411	<b>4.77</b>	11364.9	171439	<b>5.50</b>	15140.2
<b>1900</b>	66168	<b>4.38</b>	9600.5	102530	<b>4.92</b>	12089.3	176818	<b>5.68</b>	16105.2
<b>2000</b>	68136	<b>4.51</b>	10180.1	105580	<b>5.06</b>	12819.1	182078	<b>5.84</b>	17077.5
<b>2100</b>	70062	<b>4.64</b>	10763.8	108565	<b>5.21</b>	13554.2	187225	<b>6.01</b>	18056.8
<b>2200</b>	71950	<b>4.77</b>	11351.6	111490	<b>5.35</b>	14294.4	192269	<b>6.17</b>	19042.8
<b>2300</b>	73801	<b>4.89</b>	11943.2	114358	<b>5.48</b>	15039.3	197215	<b>6.33</b>	20035.2
<b>2400</b>	75617	<b>5.01</b>	12538.4	117173	<b>5.62</b>	15788.9	202070	<b>6.49</b>	21033.8
<b>2500</b>	77402	<b>5.13</b>	13137.3	119938	<b>5.75</b>	16542.9	206839	<b>6.64</b>	22038.3

Tabella 36: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress 1.4520 con medio acqua 7 °C,  $d_e$  76.1 ... 108 mm

### 4.5.2 Medio: acqua a 40 °C

Densità: 992 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0007 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

d <sub>e</sub>	15			18			22			28		
d <sub>i</sub>	13			16			19.6			25.6		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]
25	56	0.12	7.0	99	0.14	9.5	172	0.16	12.6	355	0.19	18.5
30	63	0.13	8.7	110	0.15	11.6	191	0.18	15.6	394	0.21	22.8
35	68	0.14	10.3	120	0.17	13.9	208	0.19	18.6	430	0.23	27.2
40	74	0.16	12.0	130	0.18	16.2	225	0.21	21.6	464	0.25	31.7
45	79	0.17	13.8	139	0.19	18.5	241	0.22	24.7	497	0.27	36.2
50	84	0.18	15.5	147	0.21	20.9	255	0.24	27.9	527	0.29	40.9
55	89	0.19	17.3	155	0.22	23.3	270	0.25	31.1	557	0.30	45.6
60	93	0.20	19.1	163	0.23	25.7	283	0.26	34.4	585	0.32	50.3
65	97	0.21	20.9	171	0.24	28.2	297	0.28	37.7	613	0.33	55.2
70	102	0.21	22.8	178	0.25	30.7	310	0.29	41.0	639	0.35	60.0
75	106	0.22	24.7	186	0.26	33.2	322	0.30	44.4	665	0.36	65.0
80	110	0.23	26.6	193	0.27	35.7	334	0.31	47.7	690	0.38	69.9
85	113	0.24	28.5	199	0.28	38.3	346	0.32	51.2	714	0.39	74.9
90	117	0.25	30.4	206	0.29	40.9	357	0.33	54.6	738	0.40	80.0
95	121	0.26	32.3	212	0.30	43.5	369	0.34	58.1	761	0.41	85.1
100	125	0.26	34.3	219	0.30	46.1	380	0.35	61.6	784	0.43	90.2
110	132	0.28	38.2	231	0.32	51.4	401	0.37	68.7	828	0.45	100.6
120	138	0.29	42.2	243	0.34	56.8	421	0.39	75.9	870	0.47	111.1
130	145	0.31	46.3	254	0.35	62.2	441	0.41	83.2	910	0.50	121.8
140	151	0.32	50.3	265	0.37	67.7	460	0.43	90.5	950	0.52	132.6
150	157	0.33	54.5	276	0.38	73.3	479	0.44	97.9	988	0.54	143.4
160	163	0.34	58.6	286	0.40	78.9	497	0.46	105.4	1025	0.56	154.4
170	169	0.36	62.9	296	0.41	84.6	514	0.48	113.0	1061	0.58	165.5
180	174	0.37	67.1	306	0.43	90.3	531	0.49	120.6	1096	0.60	176.7
190	180	0.38	71.4	316	0.44	96.0	548	0.51	128.3	1131	0.62	187.9
200	185	0.39	75.7	325	0.45	101.8	564	0.52	136.1	1165	0.63	199.3
220	195	0.41	84.4	343	0.48	113.5	596	0.55	151.7	1230	0.67	222.2
240	205	0.43	93.2	361	0.50	125.4	626	0.58	167.6	1292	0.70	245.4
260	215	0.45	102.2	378	0.53	137.4	655	0.61	183.6	1353	0.74	268.9
280	224	0.47	111.2	394	0.55	149.6	684	0.63	199.9	1411	0.77	292.7
300	233	0.49	120.3	410	0.57	161.8	711	0.66	216.3	1468	0.80	316.7
350	255	0.54	143.5	448	0.62	193.0	777	0.72	257.9	1603	0.87	377.7
400	275	0.58	167.1	483	0.67	224.8	838	0.78	300.5	1730	0.94	440.0
450	294	0.62	191.2	517	0.72	257.2	897	0.83	343.8	1851	1.01	503.4
500	312	0.66	215.7	549	0.76	290.2	952	0.88	387.7	1966	1.07	567.8
550	330	0.70	240.5	580	0.81	323.5	1005	0.93	432.4	2076	1.13	633.2
600	347	0.73	265.6	609	0.85	357.4	1057	0.98	477.6	2182	1.19	699.4
650	363	0.77	291.1	638	0.89	391.6	1106	1.03	523.3	2284	1.24	766.4

$d_e$	15			18			22			28		
$d_i$	13			16			19.6			25.6		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]
700	379	0.80	316.8	665	0.93	426.2	1154	1.07	569.6	2383	1.30	834.1
750	394	0.83	342.8	692	0.96	461.2	1200	1.11	616.3	2478	1.35	902.6
800	409	0.86	369.1	718	1.00	496.5	1246	1.16	663.5	2571	1.40	971.7
850	423	0.89	395.5	743	1.04	532.1	1289	1.20	711.1	2662	1.45	1041.4
900	437	0.92	422.2	768	1.07	568.0	1332	1.24	759.1	2750	1.50	1111.7
950	451	0.95	449.1	792	1.10	604.2	1374	1.28	807.4	2837	1.54	1182.5
1000	464	0.98	476.3	816	1.14	640.7	1415	1.31	856.2	2921	1.59	1253.9
1100	490	1.03	531.1	861	1.20	714.4	1494	1.39	954.7	3085	1.68	1398.2
1200	515	1.09	586.6	905	1.26	789.1	1570	1.46	1054.5	3242	1.76	1544.4
1300	539	1.14	642.8	948	1.32	864.7	1644	1.53	1155.6	3394	1.85	1692.3
1400	563	1.19	699.6	989	1.38	941.2	1715	1.59	1257.7	3540	1.93	1841.9
1500	585	1.24	757.0	1028	1.43	1018.4	1784	1.66	1360.9	3683	2.00	1993.0
1600	607	1.28	814.9	1067	1.49	1096.3	1851	1.72	1465.1	3821	2.08	2145.6
1700	629	1.33	873.4	1105	1.54	1175.0	1916	1.78	1570.2	3956	2.15	2299.5
1800	650	1.37	932.4	1141	1.59	1254.3	1980	1.84	1676.2	4087	2.22	2454.7
1900	670	1.41	991.8	1177	1.64	1334.3	2042	1.90	1783.0	4215	2.29	2611.2
2000	690	1.46	1051.7	1212	1.69	1414.8	2103	1.95	1890.6	4341	2.36	2768.8
2100	709	1.50	1112.0	1246	1.74	1495.9	2162	2.01	1999.1	4464	2.43	2927.6
2200	728	1.54	1172.7	1280	1.78	1577.6	2220	2.06	2108.2	4584	2.49	3087.5
2300	747	1.58	1233.8	1313	1.83	1659.8	2277	2.11	2218.1	4702	2.56	3248.4
2400	766	1.62	1295.3	1345	1.87	1742.6	2333	2.17	2328.6	4817	2.62	3410.3
2500	784	1.65	1357.2	1377	1.92	1825.8	2389	2.22	2439.8	4931	2.68	3573.2

Tabella 37: Tabella di perdita di pressione dei tubi 1.4520 Optipress con medio acqua 40 °C,  $d_e$  15 ... 28 mm

Densità: 992 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0007 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

d <sub>e</sub>	35			42			54			64		
d <sub>i</sub>	32			39			51			61		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]
25	650	0.23	25.5	1113	0.26	33.8	2304	0.32	49.5	3746	0.36	64.0
30	722	0.25	31.4	1235	0.29	41.6	2557	0.35	61.0	4158	0.40	78.8
35	788	0.27	37.4	1348	0.32	49.6	2793	0.38	72.8	4541	0.44	94.0
40	851	0.30	43.6	1455	0.34	57.8	3014	0.41	84.8	4901	0.47	109.5
45	910	0.32	49.8	1557	0.37	66.1	3224	0.44	97.0	5242	0.50	125.3
50	966	0.34	56.2	1653	0.39	74.6	3424	0.47	109.4	5567	0.53	141.3
55	1020	0.36	62.7	1746	0.41	83.1	3616	0.50	122.0	5879	0.56	157.5
60	1073	0.37	69.2	1835	0.43	91.8	3800	0.52	134.7	6179	0.59	174.0
65	1123	0.39	75.9	1921	0.45	100.6	3978	0.55	147.6	6468	0.62	190.7
70	1171	0.41	82.6	2004	0.47	109.5	4150	0.57	160.7	6747	0.65	207.5
75	1218	0.42	89.3	2084	0.49	118.5	4317	0.59	173.9	7019	0.67	224.6
80	1264	0.44	96.2	2163	0.51	127.6	4479	0.61	187.2	7282	0.70	241.7
85	1309	0.46	103.1	2239	0.53	136.7	4637	0.64	200.6	7539	0.72	259.1
90	1352	0.47	110.0	2313	0.54	146.0	4791	0.66	214.2	7789	0.75	276.6
95	1395	0.49	117.1	2386	0.56	155.3	4942	0.68	227.8	8034	0.77	294.2
100	1436	0.50	124.1	2457	0.58	164.7	5089	0.70	241.6	8273	0.79	312.0
110	1516	0.53	138.4	2594	0.61	183.6	5373	0.74	269.4	8736	0.84	347.9
120	1594	0.56	152.9	2727	0.64	202.8	5647	0.77	297.5	9181	0.88	384.2
130	1668	0.58	167.5	2854	0.67	222.2	5912	0.81	326.0	9611	0.92	421.0
140	1740	0.61	182.3	2978	0.70	241.9	6167	0.85	354.8	10027	0.96	458.3
150	1810	0.63	197.3	3097	0.73	261.7	6415	0.88	383.9	10430	1.00	495.9
160	1878	0.65	212.4	3214	0.75	281.8	6656	0.91	413.3	10822	1.04	533.8
170	1945	0.68	227.6	3327	0.78	302.0	6891	0.95	443.0	11203	1.07	572.1
180	2009	0.70	243.0	3437	0.81	322.3	7120	0.98	472.9	11575	1.11	610.7
190	2072	0.72	258.5	3545	0.83	342.9	7343	1.01	503.0	11938	1.14	649.7
200	2134	0.74	274.1	3651	0.86	363.6	7562	1.04	533.4	12293	1.18	688.9
220	2253	0.78	305.6	3855	0.90	405.4	7985	1.10	594.8	12982	1.24	768.2
240	2368	0.82	337.6	4052	0.95	447.8	8392	1.15	657.0	13643	1.31	848.5
260	2479	0.86	369.9	4241	0.99	490.7	8785	1.20	719.9	14282	1.37	929.7
280	2586	0.90	402.6	4425	1.04	534.1	9165	1.26	783.5	14900	1.43	1011.9
300	2690	0.94	435.6	4603	1.08	577.9	9533	1.31	847.8	15499	1.49	1094.9
350	2938	1.02	519.6	5026	1.18	689.3	10411	1.43	1011.1	16926	1.62	1305.9
400	3171	1.10	605.2	5425	1.27	802.9	11236	1.54	1177.9	18268	1.75	1521.2
450	3392	1.18	692.4	5803	1.36	918.6	12019	1.65	1347.6	19540	1.87	1740.3
500	3602	1.25	781.0	6163	1.45	1036.1	12765	1.75	1520.0	20752	1.99	1963.0
550	3804	1.33	870.9	6508	1.53	1155.4	13479	1.85	1694.9	21914	2.10	2189.0
600	3998	1.39	962.0	6839	1.60	1276.1	14166	1.94	1872.1	23031	2.21	2417.8
650	4185	1.46	1054.1	7160	1.68	1398.4	14829	2.03	2051.5	24109	2.31	2649.4
700	4366	1.52	1147.3	7469	1.75	1522.0	15471	2.12	2232.8	25152	2.41	2883.6

$d_e$	35			42			54			64		
$d_i$	32			39			51			61		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]
750	4542	1.58	1241.4	7770	1.82	1646.9	16093	2.21	2416.0	26163	2.51	3120.2
800	4712	1.64	1336.5	8062	1.89	1772.9	16697	2.29	2600.9	27146	2.60	3359.0
850	4878	1.70	1432.3	8346	1.96	1900.1	17286	2.37	2787.5	28103	2.69	3600.0
900	5040	1.76	1529.0	8623	2.02	2028.4	17860	2.45	2975.7	29036	2.78	3843.0
950	5198	1.81	1626.5	8893	2.09	2157.7	18420	2.53	3165.3	29947	2.87	4088.0
1000	5353	1.86	1724.7	9158	2.15	2287.9	18968	2.60	3356.4	30838	2.96	4334.8
1100	5653	1.97	1923.2	9670	2.27	2551.2	20030	2.75	3742.7	32564	3.12	4833.6
1200	5941	2.07	2124.2	10163	2.38	2818.0	21051	2.89	4134.0	34224	3.28	5339.0
1300	6219	2.17	2327.7	10639	2.50	3087.9	22036	3.02	4530.0	35826	3.43	5850.4
1400	6488	2.26	2533.4	11099	2.60	3360.8	22989	3.15	4930.4	37375	3.58	6367.5
1500	6749	2.35	2741.3	11546	2.71	3636.6	23914	3.28	5334.9	38878	3.73	6889.9
1600	7002	2.44	2951.1	11979	2.81	3914.9	24812	3.40	5743.3	40339	3.87	7417.3
1700	7249	2.53	3162.8	12402	2.91	4195.8	25687	3.52	6155.3	41761	4.00	7949.4
1800	7490	2.61	3376.4	12813	3.01	4479.0	26540	3.64	6570.8	43147	4.14	8486.0
1900	7725	2.69	3591.6	13215	3.10	4764.5	27372	3.75	6989.6	44501	4.27	9026.9
2000	7955	2.77	3808.4	13609	3.19	5052.2	28186	3.87	7411.6	45825	4.39	9571.9
2100	8179	2.85	4026.8	13993	3.28	5341.9	28983	3.97	7836.6	47121	4.52	10120.8
2200	8400	2.93	4246.7	14370	3.37	5633.6	29764	4.08	8264.6	48390	4.64	10673.4
2300	8616	3.00	4468.0	14740	3.46	5927.2	30530	4.19	8695.3	49635	4.76	11229.7
2400	8828	3.08	4690.7	15103	3.54	6222.6	31281	4.29	9128.6	50857	4.88	11789.4
2500	9036	3.15	4914.7	15459	3.63	6519.8	32020	4.39	9564.6	52057	4.99	12352.5

Tabella 38: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress 1.4520 con medio acqua 40 °C,  $d_e$  35 ... 64 mm



Densità: 992 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0007 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

<b>d<sub>e</sub></b>	<b>76.1</b>			<b>88.9</b>			<b>108</b>		
<b>d<sub>i</sub></b>	<b>73.1</b>			<b>85.9</b>			<b>105</b>		
<b>R</b> [Pa/m]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]	<b>ṁ</b> [kg/h]	<b>v</b> [m/s]	<b>P<sub>dyn</sub></b> [Pa]
25	6123	0.41	82.9	9487	0.46	104.3	16361	0.53	139.0
30	6795	0.45	102.0	10529	0.51	128.5	18158	0.59	171.2
35	7420	0.50	121.7	11498	0.56	153.3	19830	0.64	204.2
40	8009	0.53	141.8	12410	0.60	178.5	21402	0.69	237.8
45	8566	0.57	162.2	13274	0.64	204.2	22892	0.74	272.1
50	9098	0.61	183.0	14098	0.68	230.4	24312	0.79	306.9
55	9607	0.64	204.0	14887	0.72	256.9	25673	0.83	342.2
60	10097	0.67	225.3	15646	0.76	283.8	26982	0.87	378.0
65	10570	0.71	246.9	16378	0.79	310.9	28245	0.91	414.2
70	11027	0.74	268.7	17087	0.83	338.4	29467	0.95	450.8
75	11470	0.77	290.8	17774	0.86	366.2	30652	0.99	487.8
80	11901	0.79	313.1	18441	0.89	394.2	31803	1.03	525.2
85	12321	0.82	335.5	19091	0.92	422.5	32924	1.07	562.8
90	12730	0.85	358.2	19725	0.95	451.0	34017	1.10	600.8
95	13129	0.88	381.0	20344	0.98	479.8	35085	1.14	639.1
100	13520	0.90	404.0	20949	1.01	508.7	36128	1.17	677.7
110	14276	0.95	450.5	22122	1.07	567.3	38150	1.23	755.7
120	15004	1.00	497.6	23250	1.12	626.6	40095	1.30	834.7
130	15706	1.05	545.3	24338	1.18	686.6	41972	1.36	914.7
140	16386	1.09	593.4	25391	1.23	747.3	43787	1.42	995.5
150	17045	1.14	642.1	26412	1.28	808.6	45548	1.47	1077.2
160	17685	1.18	691.3	27404	1.32	870.5	47259	1.53	1159.7
170	18308	1.22	740.9	28370	1.37	932.9	48925	1.58	1242.9
180	18916	1.26	790.9	29312	1.42	995.9	50549	1.64	1326.8
190	19510	1.30	841.3	30231	1.46	1059.4	52136	1.69	1411.3
200	20090	1.34	892.1	31131	1.50	1123.4	53686	1.74	1496.5
220	21215	1.42	994.8	32873	1.59	1252.6	56691	1.83	1668.7
240	22296	1.49	1098.8	34549	1.67	1383.6	59581	1.93	1843.2
260	23340	1.56	1204.0	36166	1.75	1516.1	62370	2.02	2019.8
280	24349	1.63	1310.4	37730	1.82	1650.1	65068	2.11	2198.3
300	25328	1.69	1417.9	39247	1.90	1785.5	67684	2.19	2378.7
350	27661	1.85	1691.1	42861	2.07	2129.5	73917	2.39	2836.9
400	29854	1.99	1969.9	46260	2.24	2480.6	79778	2.58	3304.6
450	31932	2.13	2253.7	49481	2.39	2838.0	85332	2.76	3780.8
500	33914	2.26	2542.1	52551	2.54	3201.2	90627	2.93	4264.5
550	35812	2.39	2834.7	55493	2.68	3569.5	95700	3.10	4755.3
600	37638	2.51	3131.1	58322	2.82	3942.8	100578	3.25	5252.5
650	39399	2.63	3431.0	61051	2.95	4320.4	105285	3.41	5755.6
700	41103	2.74	3734.2	63692	3.08	4702.3	109840	3.55	6264.3



$d_e$	<b>76.1</b>			<b>88.9</b>			<b>108</b>		
$d_i$	<b>73.1</b>			<b>85.9</b>			<b>105</b>		
<b>R</b> [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]
<b>750</b>	42756	<b>2.85</b>	4040.6	66253	<b>3.20</b>	5088.1	114257	<b>3.70</b>	6778.3
<b>800</b>	44363	<b>2.96</b>	4349.9	68742	<b>3.32</b>	5477.6	118549	<b>3.84</b>	7297.1
<b>850</b>	45926	<b>3.07</b>	4662.0	71165	<b>3.44</b>	5870.5	122728	<b>3.97</b>	7820.6
<b>900</b>	47451	<b>3.17</b>	4976.7	73528	<b>3.55</b>	6266.8	126802	<b>4.10</b>	8348.6
<b>950</b>	48940	<b>3.27</b>	5293.9	75835	<b>3.67</b>	6666.3	130781	<b>4.23</b>	8880.7
<b>1000</b>	50396	<b>3.36</b>	5613.5	78091	<b>3.78</b>	7068.7	134671	<b>4.36</b>	9416.9
<b>1100</b>	53217	<b>3.55</b>	6259.5	82462	<b>3.99</b>	7882.2	142209	<b>4.60</b>	10500.6
<b>1200</b>	55929	<b>3.73</b>	6913.9	86665	<b>4.19</b>	8706.3	149459	<b>4.84</b>	11598.4
<b>1300</b>	58547	<b>3.91</b>	7576.2	90721	<b>4.39</b>	9540.3	156454	<b>5.06</b>	12709.5
<b>1400</b>	61080	<b>4.08</b>	8245.9	94646	<b>4.58</b>	10383.5	163221	<b>5.28</b>	13832.8
<b>1500</b>	63536	<b>4.24</b>	8922.4	98452	<b>4.76</b>	11235.4	169785	<b>5.49</b>	14967.7
<b>1600</b>	65923	<b>4.40</b>	9605.3	102150	<b>4.94</b>	12095.4	176163	<b>5.70</b>	16113.4
<b>1700</b>	68246	<b>4.56</b>	10294.4	105751	<b>5.11</b>	12963.2	182373	<b>5.90</b>	17269.4
<b>1800</b>	70512	<b>4.71</b>	10989.4	109262	<b>5.28</b>	13838.2	188428	<b>6.10</b>	18435.2
<b>1900</b>	72725	<b>4.85</b>	11689.8	112691	<b>5.45</b>	14720.3	194340	<b>6.29</b>	19610.2
<b>2000</b>	74888	<b>5.00</b>	12395.6	116042	<b>5.61</b>	15609.0	200121	<b>6.47</b>	20794.1
<b>2100</b>	77005	<b>5.14</b>	13106.4	119323	<b>5.77</b>	16504.1	205779	<b>6.66</b>	21986.6
<b>2200</b>	79080	<b>5.28</b>	13822.1	122538	<b>5.92</b>	17405.3	211322	<b>6.84</b>	23187.1
<b>2300</b>	81114	<b>5.41</b>	14542.4	125690	<b>6.08</b>	18312.3	216759	<b>7.01</b>	24395.5
<b>2400</b>	83111	<b>5.55</b>	15267.2	128784	<b>6.23</b>	19225.1	222095	<b>7.19</b>	25611.4
<b>2500</b>	85072	<b>5.68</b>	15996.4	131824	<b>6.37</b>	20143.2	227337	<b>7.36</b>	26834.6

Tabella 39: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress 1.4520 con medio acqua 40 °C,  $d_e$  76.1 ... 108 mm

### 4.5.3 Medio: acqua a 60 °C

Densità: 983 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0005 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

d <sub>e</sub>	15			18			22			28		
d <sub>i</sub>	13			16			19.6			25.6		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]
25	59	<b>0.13</b>	7.7	103	<b>0.15</b>	10.4	179	<b>0.17</b>	13.9	370	<b>0.20</b>	20.3
30	65	<b>0.14</b>	9.5	115	<b>0.16</b>	12.8	199	<b>0.19</b>	17.1	411	<b>0.23</b>	25.1
35	71	<b>0.15</b>	11.4	125	<b>0.18</b>	15.3	217	<b>0.20</b>	20.4	449	<b>0.25</b>	29.9
40	77	<b>0.16</b>	13.2	135	<b>0.19</b>	17.8	235	<b>0.22</b>	23.8	485	<b>0.27</b>	34.8
45	82	<b>0.18</b>	15.1	145	<b>0.20</b>	20.4	251	<b>0.24</b>	27.2	518	<b>0.28</b>	39.8
50	87	<b>0.19</b>	17.1	154	<b>0.22</b>	23.0	267	<b>0.25</b>	30.7	550	<b>0.30</b>	44.9
55	92	<b>0.20</b>	19.0	162	<b>0.23</b>	25.6	282	<b>0.26</b>	34.2	581	<b>0.32</b>	50.1
60	97	<b>0.21</b>	21.0	171	<b>0.24</b>	28.3	296	<b>0.28</b>	37.8	611	<b>0.34</b>	55.3
65	102	<b>0.22</b>	23.0	179	<b>0.25</b>	31.0	310	<b>0.29</b>	41.4	639	<b>0.35</b>	60.6
70	106	<b>0.23</b>	25.1	186	<b>0.26</b>	33.7	323	<b>0.30</b>	45.1	667	<b>0.37</b>	66.0
75	110	<b>0.23</b>	27.1	194	<b>0.27</b>	36.5	336	<b>0.31</b>	48.8	694	<b>0.38</b>	71.4
80	114	<b>0.24</b>	29.2	201	<b>0.28</b>	39.3	349	<b>0.33</b>	52.5	720	<b>0.40</b>	76.9
85	118	<b>0.25</b>	31.3	208	<b>0.29</b>	42.1	361	<b>0.34</b>	56.3	745	<b>0.41</b>	82.4
90	122	<b>0.26</b>	33.4	215	<b>0.30</b>	44.9	373	<b>0.35</b>	60.1	770	<b>0.42</b>	88.0
95	126	<b>0.27</b>	35.5	222	<b>0.31</b>	47.8	385	<b>0.36</b>	63.9	794	<b>0.44</b>	93.6
100	130	<b>0.28</b>	37.7	228	<b>0.32</b>	50.7	396	<b>0.37</b>	67.7	818	<b>0.45</b>	99.2
110	137	<b>0.29</b>	42.0	241	<b>0.34</b>	56.5	418	<b>0.39</b>	75.5	864	<b>0.47</b>	110.6
120	144	<b>0.31</b>	46.4	253	<b>0.36</b>	62.4	440	<b>0.41</b>	83.4	908	<b>0.50</b>	122.2
130	151	<b>0.32</b>	50.9	265	<b>0.37</b>	68.4	460	<b>0.43</b>	91.4	950	<b>0.52</b>	133.9
140	158	<b>0.34</b>	55.4	277	<b>0.39</b>	74.5	480	<b>0.45</b>	99.5	991	<b>0.54</b>	145.7
150	164	<b>0.35</b>	59.9	288	<b>0.40</b>	80.6	500	<b>0.47</b>	107.7	1031	<b>0.57</b>	157.7
160	170	<b>0.36</b>	64.5	299	<b>0.42</b>	86.8	518	<b>0.49</b>	115.9	1070	<b>0.59</b>	169.8
170	176	<b>0.37</b>	69.1	309	<b>0.43</b>	93.0	537	<b>0.50</b>	124.2	1108	<b>0.61</b>	182.0
180	182	<b>0.39</b>	73.8	320	<b>0.45</b>	99.3	554	<b>0.52</b>	132.6	1144	<b>0.63</b>	194.2
190	188	<b>0.40</b>	78.5	330	<b>0.46</b>	105.6	572	<b>0.54</b>	141.1	1180	<b>0.65</b>	206.6
200	193	<b>0.41</b>	83.2	339	<b>0.48</b>	112.0	589	<b>0.55</b>	149.6	1216	<b>0.67</b>	219.1
220	204	<b>0.43</b>	92.8	358	<b>0.50</b>	124.8	622	<b>0.58</b>	166.8	1284	<b>0.71</b>	244.3
240	214	<b>0.46</b>	102.5	377	<b>0.53</b>	137.9	653	<b>0.61</b>	184.3	1349	<b>0.74</b>	269.8
260	224	<b>0.48</b>	112.3	394	<b>0.55</b>	151.1	684	<b>0.64</b>	201.9	1412	<b>0.78</b>	295.7
280	234	<b>0.50</b>	122.2	411	<b>0.58</b>	164.4	714	<b>0.67</b>	219.8	1473	<b>0.81</b>	321.8
300	244	<b>0.52</b>	132.3	428	<b>0.60</b>	177.9	742	<b>0.70</b>	237.8	1532	<b>0.84</b>	348.2
350	266	<b>0.57</b>	157.7	467	<b>0.66</b>	212.2	811	<b>0.76</b>	283.6	1674	<b>0.92</b>	415.3
400	287	<b>0.61</b>	183.8	504	<b>0.71</b>	247.2	875	<b>0.82</b>	330.3	1806	<b>0.99</b>	483.8
450	307	<b>0.65</b>	210.2	539	<b>0.76</b>	282.8	936	<b>0.88</b>	377.9	1932	<b>1.06</b>	553.5
500	326	<b>0.69</b>	237.1	573	<b>0.81</b>	319.0	994	<b>0.93</b>	426.3	2052	<b>1.13</b>	624.3
550	344	<b>0.73</b>	264.4	605	<b>0.85</b>	355.7	1050	<b>0.98</b>	475.4	2167	<b>1.19</b>	696.2
600	362	<b>0.77</b>	292.1	636	<b>0.89</b>	392.9	1103	<b>1.03</b>	525.1	2277	<b>1.25</b>	769.0
650	379	<b>0.81</b>	320.0	666	<b>0.94</b>	430.6	1155	<b>1.08</b>	575.4	2384	<b>1.31</b>	842.6

$d_e$	15			18			22			28		
$d_i$	13			16			19.6			25.6		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]
700	395	0.84	348.3	694	0.98	468.6	1205	1.13	626.2	2487	1.37	917.1
750	411	0.88	376.9	722	1.02	507.1	1253	1.17	677.6	2587	1.42	992.3
800	427	0.91	405.8	749	1.05	545.9	1300	1.22	729.5	2684	1.47	1068.3
850	442	0.94	434.9	776	1.09	585.0	1346	1.26	781.8	2779	1.53	1144.9
900	456	0.97	464.2	802	1.13	624.5	1391	1.30	834.6	2871	1.58	1222.2
950	471	1.00	493.8	827	1.16	664.3	1434	1.34	887.8	2961	1.63	1300.1
1000	485	1.03	523.6	851	1.20	704.5	1477	1.38	941.4	3049	1.67	1378.6
1100	512	1.09	583.9	899	1.26	785.5	1560	1.46	1049.7	3220	1.77	1537.3
1200	538	1.15	644.9	945	1.33	867.6	1639	1.54	1159.4	3384	1.86	1698.0
1300	563	1.20	706.7	989	1.39	950.8	1716	1.61	1270.5	3542	1.95	1860.7
1400	587	1.25	769.2	1032	1.45	1034.8	1790	1.68	1382.8	3695	2.03	2025.1
1500	611	1.30	832.3	1073	1.51	1119.7	1862	1.74	1496.3	3844	2.11	2191.3
1600	634	1.35	896.0	1114	1.57	1205.4	1932	1.81	1610.8	3988	2.19	2359.0
1700	656	1.40	960.3	1153	1.62	1291.9	2000	1.87	1726.4	4129	2.27	2528.3
1800	678	1.44	1025.1	1191	1.68	1379.1	2066	1.94	1842.9	4266	2.34	2698.9
1900	699	1.49	1090.4	1229	1.73	1467.0	2131	2.00	1960.4	4400	2.42	2871.0
2000	720	1.53	1156.3	1265	1.78	1555.6	2195	2.06	2078.7	4531	2.49	3044.3
2100	740	1.58	1222.6	1301	1.83	1644.8	2257	2.11	2197.9	4659	2.56	3218.9
2200	760	1.62	1289.3	1336	1.88	1734.6	2318	2.17	2317.9	4785	2.63	3394.6
2300	780	1.66	1356.5	1370	1.93	1825.0	2377	2.23	2438.7	4908	2.70	3571.5
2400	799	1.70	1424.1	1404	1.97	1915.9	2436	2.28	2560.3	5028	2.76	3749.5
2500	818	1.74	1492.2	1437	2.02	2007.4	2493	2.34	2682.5	5147	2.83	3928.6

Tabella 40: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress 1.4520 con medio acqua 60 °C,  $d_e$  15 ... 28 mm

Densità: 983 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0005 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

d <sub>e</sub>	35			42			54			64		
d <sub>i</sub>	32			39			51			61		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]
25	679	0.24	28.0	1161	0.27	37.1	2405	0.33	54.5	3911	0.38	70.3
30	753	0.26	34.5	1289	0.31	45.7	2669	0.37	67.1	4340	0.42	86.6
35	823	0.29	41.1	1407	0.33	54.5	2915	0.40	80.0	4740	0.46	103.3
40	888	0.31	47.9	1519	0.36	63.5	3146	0.44	93.2	5115	0.49	120.4
45	950	0.33	54.8	1625	0.38	72.7	3365	0.47	106.6	5471	0.53	137.7
50	1009	0.35	61.8	1726	0.41	82.0	3574	0.49	120.3	5811	0.56	155.3
55	1065	0.37	68.9	1822	0.43	91.4	3774	0.52	134.1	6136	0.59	173.2
60	1119	0.39	76.1	1915	0.45	101.0	3967	0.55	148.1	6449	0.62	191.3
65	1172	0.41	83.4	2005	0.47	110.7	4152	0.57	162.3	6751	0.65	209.6
70	1223	0.43	90.8	2092	0.50	120.4	4332	0.60	176.7	7043	0.68	228.2
75	1272	0.45	98.2	2176	0.51	130.3	4506	0.62	191.2	7326	0.71	246.9
80	1319	0.46	105.8	2257	0.53	140.3	4676	0.65	205.8	7601	0.74	265.8
85	1366	0.48	113.3	2337	0.55	150.4	4840	0.67	220.6	7869	0.76	284.9
90	1411	0.50	121.0	2415	0.57	160.5	5001	0.69	235.5	8131	0.79	304.1
95	1456	0.51	128.7	2490	0.59	170.7	5158	0.71	250.5	8386	0.81	323.5
100	1499	0.53	136.5	2564	0.61	181.0	5311	0.74	265.6	8635	0.84	343.0
110	1583	0.56	152.2	2708	0.64	201.9	5609	0.78	296.2	9118	0.88	382.5
120	1664	0.58	168.1	2846	0.67	223.0	5895	0.82	327.1	9583	0.93	422.5
130	1741	0.61	184.2	2979	0.71	244.3	6170	0.85	358.5	10032	0.97	462.9
140	1817	0.64	200.5	3108	0.74	265.9	6437	0.89	390.1	10466	1.01	503.8
150	1890	0.66	216.9	3233	0.77	287.8	6696	0.93	422.1	10887	1.05	545.2
160	1961	0.69	233.5	3354	0.79	309.8	6948	0.96	454.5	11296	1.09	586.9
170	2030	0.71	250.3	3473	0.82	332.0	7193	1.00	487.1	11694	1.13	629.0
180	2097	0.74	267.2	3588	0.85	354.4	7432	1.03	519.9	12082	1.17	671.5
190	2163	0.76	284.2	3701	0.88	377.0	7665	1.06	553.1	12461	1.21	714.3
200	2227	0.78	301.3	3811	0.90	399.8	7893	1.09	586.5	12832	1.24	757.4
220	2352	0.83	336.0	4024	0.95	445.8	8334	1.15	654.0	13550	1.31	844.6
240	2472	0.87	371.2	4229	1.00	492.4	8759	1.21	722.3	14241	1.38	932.9
260	2588	0.91	406.7	4427	1.05	539.5	9169	1.27	791.5	14907	1.44	1022.2
280	2700	0.95	442.7	4618	1.09	587.2	9566	1.32	861.5	15552	1.50	1112.6
300	2808	0.99	479.0	4804	1.14	635.4	9951	1.38	932.2	16177	1.57	1203.9
350	3067	1.08	571.3	5247	1.24	757.8	10867	1.50	1111.7	17667	1.71	1435.8
400	3310	1.16	665.4	5663	1.34	882.8	11728	1.62	1295.0	19068	1.84	1672.5
450	3540	1.24	761.3	6057	1.43	1009.9	12545	1.74	1481.6	20395	1.97	1913.5
500	3760	1.32	858.7	6433	1.52	1139.2	13324	1.84	1671.2	21661	2.10	2158.3
550	3971	1.40	957.6	6793	1.61	1270.3	14069	1.95	1863.5	22874	2.21	2406.7
600	4173	1.47	1057.7	7139	1.69	1403.1	14787	2.05	2058.4	24040	2.33	2658.3
650	4368	1.54	1159.0	7473	1.77	1537.5	15479	2.14	2255.5	25165	2.43	2913.0
700	4557	1.60	1261.4	7796	1.85	1673.4	16148	2.23	2454.9	26253	2.54	3170.4

$d_e$	35			42			54			64		
$d_i$	32			39			51			61		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]
750	4740	1.67	1364.9	8110	1.92	1810.7	16797	2.32	2656.3	27309	2.64	3430.5
800	4919	1.73	1469.4	8415	1.99	1949.3	17428	2.41	2859.6	28335	2.74	3693.1
850	5092	1.79	1574.8	8711	2.06	2089.1	18043	2.50	3064.8	29334	2.84	3958.1
900	5261	1.85	1681.1	9000	2.13	2230.1	18642	2.58	3271.7	30308	2.93	4225.3
950	5426	1.91	1788.3	9283	2.20	2372.3	19227	2.66	3480.2	31259	3.02	4494.6
1000	5587	1.96	1896.2	9559	2.26	2515.5	19799	2.74	3690.3	32188	3.11	4766.0
1100	5900	2.07	2114.5	10094	2.39	2805.0	20907	2.89	4115.0	33990	3.29	5314.4
1200	6201	2.18	2335.5	10608	2.51	3098.3	21973	3.04	4545.2	35723	3.46	5870.1
1300	6491	2.28	2559.3	11105	2.63	3395.1	23001	3.18	4980.6	37395	3.62	6432.4
1400	6772	2.38	2785.5	11585	2.74	3695.1	23996	3.32	5420.9	39012	3.77	7000.9
1500	7044	2.48	3014.0	12051	2.85	3998.3	24961	3.45	5865.6	40581	3.93	7575.3
1600	7309	2.57	3244.7	12504	2.96	4304.4	25899	3.58	6314.6	42105	4.07	8155.1
1700	7567	2.66	3477.5	12945	3.06	4613.2	26812	3.71	6767.6	43590	4.22	8740.2
1800	7818	2.75	3712.2	13374	3.17	4924.6	27702	3.83	7224.4	45037	4.36	9330.2
1900	8063	2.83	3948.8	13794	3.26	5238.5	28571	3.95	7684.9	46450	4.49	9924.9
2000	8303	2.92	4187.2	14204	3.36	5554.7	29421	4.07	8148.9	47832	4.63	10524.1
2100	8538	3.00	4427.3	14606	3.46	5873.3	30253	4.19	8616.2	49184	4.76	11127.6
2200	8768	3.08	4669.1	15000	3.55	6194.0	31068	4.30	9086.7	50509	4.89	11735.2
2300	8993	3.16	4912.4	15385	3.64	6516.8	31867	4.41	9560.2	51808	5.01	12346.8
2400	9215	3.24	5157.3	15764	3.73	6841.6	32651	4.52	10036.7	53084	5.14	12962.2
2500	9432	3.32	5403.6	16136	3.82	7168.3	33422	4.63	10516.1	54337	5.26	13581.2

Tabella 41: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress 1.4520 con medio acqua 60 °C,  $d_e$  35 ... 64 mm

Densità: 983 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0005 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

d <sub>e</sub>	76.1			88.9			108		
d <sub>i</sub>	73.1			85.9			105		
R [Pa/m]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]
25	6391	0.43	91.1	9903	0.48	114.7	17078	0.56	152.8
30	7092	0.48	112.2	10990	0.54	141.3	18953	0.62	188.2
35	7745	0.52	133.8	12002	0.59	168.5	20698	0.68	224.5
40	8360	0.56	155.9	12954	0.63	196.3	22339	0.73	261.5
45	8942	0.60	178.3	13855	0.68	224.6	23894	0.78	299.2
50	9496	0.64	201.2	14715	0.72	253.3	25377	0.83	337.4
55	10028	0.68	224.3	15539	0.76	282.4	26798	0.87	376.3
60	10539	0.71	247.8	16331	0.80	312.0	28164	0.92	415.6
65	11032	0.74	271.5	17095	0.83	341.9	29482	0.96	455.4
70	11510	0.78	295.5	17835	0.87	372.1	30757	1.00	495.7
75	11973	0.81	319.7	18552	0.91	402.6	31994	1.04	536.3
80	12422	0.84	344.2	19249	0.94	433.4	33196	1.08	577.4
85	12860	0.87	368.9	19927	0.97	464.5	34366	1.12	618.8
90	13287	0.90	393.8	20589	1.00	495.9	35507	1.16	660.6
95	13704	0.92	418.9	21235	1.04	527.5	36621	1.20	702.7
100	14112	0.95	444.2	21867	1.07	559.3	37710	1.23	745.1
110	14902	1.00	495.3	23091	1.13	623.7	39821	1.30	830.9
120	15661	1.06	547.1	24268	1.18	688.9	41851	1.37	917.8
130	16394	1.10	599.5	25404	1.24	754.9	43810	1.43	1005.7
140	17103	1.15	652.5	26502	1.29	821.6	45705	1.49	1094.6
150	17791	1.20	706.0	27568	1.34	889.0	47543	1.55	1184.4
160	18459	1.24	760.0	28604	1.40	957.1	49329	1.61	1275.0
170	19110	1.29	814.6	29612	1.44	1025.7	51068	1.67	1366.5
180	19745	1.33	869.6	30595	1.49	1095.0	52763	1.72	1458.7
190	20364	1.37	925.0	31555	1.54	1164.8	54419	1.78	1551.7
200	20970	1.41	980.8	32494	1.59	1235.1	56037	1.83	1645.4
220	22144	1.49	1093.7	34313	1.67	1377.2	59174	1.93	1834.7
240	23272	1.57	1208.1	36062	1.76	1521.2	62190	2.03	2026.6
260	24362	1.64	1323.8	37750	1.84	1667.0	65101	2.13	2220.7
280	25415	1.71	1440.8	39383	1.92	1814.3	67917	2.22	2417.0
300	26437	1.78	1559.0	40966	2.00	1963.1	70648	2.31	2615.3
350	28872	1.94	1859.3	44738	2.18	2341.3	77154	2.52	3119.1
400	31161	2.10	2165.9	48286	2.36	2727.3	83271	2.72	3633.3
450	33331	2.25	2477.9	51647	2.52	3120.3	89069	2.91	4156.8
500	35399	2.38	2795.0	54852	2.68	3519.6	94596	3.09	4688.8
550	37380	2.52	3116.7	57923	2.83	3924.6	99891	3.26	5228.3
600	39286	2.65	3442.5	60876	2.97	4335.0	104983	3.43	5775.0
650	41125	2.77	3772.3	63725	3.11	4750.2	109896	3.59	6328.2
700	42903	2.89	4105.7	66481	3.24	5170.1	114650	3.74	6887.5

$d_e$	<b>76.1</b>			<b>88.9</b>			<b>108</b>		
$d_i$	<b>73.1</b>			<b>85.9</b>			<b>105</b>		
<b>R</b> [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]
<b>750</b>	44629	<b>3.01</b>	4442.5	69154	<b>3.37</b>	5594.2	119260	<b>3.89</b>	7452.6
<b>800</b>	46305	<b>3.12</b>	4782.6	71752	<b>3.50</b>	6022.4	123740	<b>4.04</b>	8023.0
<b>850</b>	47938	<b>3.23</b>	5125.7	74282	<b>3.62</b>	6454.5	128102	<b>4.18</b>	8598.6
<b>900</b>	49529	<b>3.34</b>	5471.7	76748	<b>3.74</b>	6890.2	132355	<b>4.32</b>	9179.1
<b>950</b>	51083	<b>3.44</b>	5820.5	79156	<b>3.86</b>	7329.4	136508	<b>4.46</b>	9764.1
<b>1000</b>	52603	<b>3.54</b>	6171.9	81510	<b>3.98</b>	7771.9	140569	<b>4.59</b>	10353.6
<b>1100</b>	55547	<b>3.74</b>	6882.1	86073	<b>4.20</b>	8666.3	148437	<b>4.85</b>	11545.1
<b>1200</b>	58379	<b>3.93</b>	7601.7	90461	<b>4.41</b>	9572.4	156004	<b>5.09</b>	12752.2
<b>1300</b>	61111	<b>4.12</b>	8329.9	94694	<b>4.62</b>	10489.3	163305	<b>5.33</b>	13973.8
<b>1400</b>	63754	<b>4.29</b>	9066.1	98790	<b>4.82</b>	11416.4	170369	<b>5.56</b>	15208.8
<b>1500</b>	66318	<b>4.47</b>	9809.9	102763	<b>5.01</b>	12353.0	177220	<b>5.79</b>	16456.6
<b>1600</b>	68809	<b>4.64</b>	10560.8	106624	<b>5.20</b>	13298.6	183877	<b>6.00</b>	17716.3
<b>1700</b>	71235	<b>4.80</b>	11318.5	110382	<b>5.39</b>	14252.7	190359	<b>6.22</b>	18987.3
<b>1800</b>	73600	<b>4.96</b>	12082.5	114047	<b>5.56</b>	15214.8	196679	<b>6.42</b>	20269.0
<b>1900</b>	75909	<b>5.11</b>	12852.7	117625	<b>5.74</b>	16184.6	202851	<b>6.62</b>	21560.9
<b>2000</b>	78167	<b>5.27</b>	13628.6	121124	<b>5.91</b>	17161.7	208884	<b>6.82</b>	22862.6
<b>2100</b>	80377	<b>5.41</b>	14410.2	124549	<b>6.08</b>	18145.8	214790	<b>7.01</b>	24173.7
<b>2200</b>	82543	<b>5.56</b>	15197.0	127904	<b>6.24</b>	19136.7	220576	<b>7.20</b>	25493.7
<b>2300</b>	84666	<b>5.70</b>	15989.0	131194	<b>6.40</b>	20134.0	226251	<b>7.39</b>	26822.3
<b>2400</b>	86750	<b>5.84</b>	16785.9	134424	<b>6.56</b>	21137.5	231821	<b>7.57</b>	28159.1
<b>2500</b>	88798	<b>5.98</b>	17587.6	137597	<b>6.71</b>	22147.0	237292	<b>7.75</b>	29504.0

Tabella 42: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optipress 1.4520 con medio acqua 60 °C,  $d_e$  76.1 ... 108 mm



## 4.6 Tabelle di perdita di pressione Optiflex-Flowpress

Esempio di lettura: Per acqua a +7 °C con dimensione dei tubi 20 e perdita di pressione  $R = 50 \text{ Pa/m}$ , dalla tabella si ricavano:

- Portata di massa dell'acqua  $\dot{m}$ : 101 kg/h
- Velocità di flusso dell'acqua  $v$ : 0.17 m/s
- Pressione dinamica  $P_{\text{din}}$  14.8 Pa

### 4.6.1 Medio: acqua a 7 °C

Densità: 999.9 kg/m<sup>3</sup>

Viscosità: 0.0014 Pa·s

Rugosità superficiale: 0.007 mm

$d_e$	16			20			25			32		
$d_i$	11.6			14			19.7			25.5		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{\text{dyn}}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{\text{dyn}}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{\text{dyn}}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	$v$ [m/s]	$P_{\text{dyn}}$ [Pa]
25	38	0.10	4.9	68	0.12	6.7	159	0.14	10.5	323	0.17	15.2
30	42	0.11	6.0	75	0.13	8.2	176	0.16	12.9	358	0.19	18.7
35	46	0.12	7.2	82	0.14	9.8	192	0.18	15.4	391	0.21	22.3
40	49	0.13	8.4	89	0.15	11.4	207	0.19	17.9	422	0.23	26.0
45	53	0.14	9.6	95	0.16	13.1	222	0.20	20.5	452	0.24	29.8
50	56	0.15	10.8	101	0.17	14.8	236	0.21	23.1	480	0.26	33.6
55	59	0.16	12.1	106	0.18	16.5	249	0.23	25.7	507	0.27	37.4
60	62	0.16	13.3	112	0.19	18.2	262	0.24	28.4	533	0.29	41.3
65	65	0.17	14.6	117	0.20	19.9	274	0.25	31.2	557	0.30	45.3
70	68	0.18	15.9	122	0.21	21.7	286	0.26	33.9	582	0.31	49.3
75	71	0.19	17.2	127	0.22	23.4	297	0.27	36.7	605	0.33	53.3
80	73	0.19	18.5	132	0.22	25.2	308	0.28	39.5	628	0.34	57.4
85	76	0.20	19.9	136	0.23	27.1	319	0.29	42.3	650	0.35	61.5
90	78	0.21	21.2	141	0.24	28.9	330	0.30	45.2	671	0.36	65.7
95	81	0.21	22.6	145	0.25	30.7	340	0.31	48.1	692	0.37	69.9
100	83	0.22	23.9	150	0.26	32.6	350	0.32	51.0	713	0.39	74.1
110	88	0.23	26.7	158	0.27	36.3	370	0.34	56.8	753	0.41	82.6
120	92	0.24	29.5	166	0.28	40.1	389	0.35	62.8	791	0.43	91.3
130	97	0.25	32.3	174	0.30	44.0	407	0.37	68.8	828	0.45	100.0
140	101	0.27	35.1	181	0.31	47.9	424	0.39	74.9	864	0.47	108.9
150	105	0.28	38.0	189	0.32	51.8	441	0.40	81.0	899	0.49	117.8
160	109	0.29	40.9	196	0.33	55.7	458	0.42	87.2	933	0.50	126.8
170	113	0.30	43.9	203	0.35	59.7	474	0.43	93.5	966	0.52	135.9
180	116	0.31	46.8	209	0.36	63.8	490	0.45	99.8	998	0.54	145.1
190	120	0.32	49.8	216	0.37	67.8	505	0.46	106.2	1029	0.56	154.3
200	124	0.33	52.8	222	0.38	71.9	520	0.47	112.6	1060	0.57	163.7
220	131	0.34	58.9	235	0.40	80.2	549	0.50	125.5	1119	0.60	182.5
240	137	0.36	65.1	247	0.42	88.6	577	0.53	138.6	1176	0.63	201.6
260	144	0.38	71.3	258	0.44	97.1	605	0.55	151.9	1231	0.66	220.9
280	150	0.39	77.6	269	0.46	105.7	631	0.58	165.3	1284	0.69	240.4



$d_e$	16			20			25			32		
$d_i$	11.6			14			19.7			25.5		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]
300	156	0.41	84.0	280	0.48	114.3	656	0.60	178.9	1336	0.72	260.1
350	170	0.45	100.1	306	0.52	136.4	716	0.65	213.4	1459	0.79	310.2
400	184	0.48	116.6	330	0.56	158.9	773	0.71	248.6	1574	0.85	361.4
450	196	0.52	133.4	353	0.60	181.7	827	0.75	284.4	1684	0.91	413.4
500	209	0.55	150.5	375	0.64	205.0	878	0.80	320.8	1789	0.97	466.4
550	220	0.58	167.8	396	0.68	228.6	928	0.85	357.7	1889	1.02	520.0
600	232	0.61	185.4	416	0.71	252.5	975	0.89	395.1	1985	1.07	574.4
650	242	0.64	203.2	436	0.74	276.7	1020	0.93	432.9	2078	1.12	629.4
700	253	0.67	221.1	455	0.78	301.1	1065	0.97	471.2	2168	1.17	685.0
750	263	0.69	239.2	473	0.81	325.8	1107	1.01	509.8	2255	1.22	741.2
800	273	0.72	257.6	491	0.84	350.8	1149	1.05	548.9	2340	1.26	798.0
850	283	0.74	276.0	508	0.87	375.9	1190	1.08	588.2	2422	1.31	855.2
900	292	0.77	294.7	525	0.90	401.3	1229	1.12	627.9	2502	1.35	913.0
950	301	0.79	313.5	541	0.92	426.9	1268	1.16	668.0	2581	1.39	971.2
1000	310	0.82	332.4	558	0.95	452.7	1305	1.19	708.3	2658	1.44	1029.8
1100	327	0.86	370.6	589	1.00	504.8	1378	1.26	789.8	2807	1.52	1148.3
1200	344	0.90	409.4	619	1.06	557.5	1449	1.32	872.4	2950	1.59	1268.4
1300	360	0.95	448.6	648	1.11	610.9	1516	1.38	956.0	3088	1.67	1389.9
1400	376	0.99	488.2	676	1.15	664.9	1582	1.44	1040.4	3221	1.74	1512.7
1500	391	1.03	528.3	703	1.20	719.5	1646	1.50	1125.8	3351	1.81	1636.8
1600	406	1.07	568.7	729	1.24	774.6	1707	1.56	1212.0	3477	1.88	1762.1
1700	420	1.10	609.5	755	1.29	830.1	1768	1.61	1298.9	3599	1.94	1888.5
1800	434	1.14	650.7	780	1.33	886.2	1826	1.67	1386.6	3719	2.01	2016.0
1900	447	1.18	692.2	805	1.37	942.7	1884	1.72	1475.0	3835	2.07	2144.5
2000	461	1.21	733.9	829	1.41	999.6	1940	1.77	1564.0	3949	2.13	2274.0
2100	474	1.25	776.0	852	1.45	1056.9	1994	1.82	1653.7	4061	2.19	2404.4
2200	486	1.28	818.4	875	1.49	1114.6	2048	1.87	1744.0	4171	2.25	2535.6
2300	499	1.31	861.1	897	1.53	1172.7	2101	1.92	1834.9	4278	2.31	2667.8
2400	511	1.34	904.0	919	1.57	1231.1	2153	1.96	1926.4	4383	2.37	2800.8
2500	523	1.38	947.2	941	1.61	1289.9	2203	2.01	2018.4	4487	2.42	2934.5

Tabella 43: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optiflex-Flowpress con medio acqua a 7 °C,  $d_e$  16 ... 32 mm

Densità: 999.9 kg/m<sup>3</sup>

Viscosità: 0.0014 Pa·s

Rugosità superficiale: 0.007 mm

d <sub>e</sub>	40			50			63		
d <sub>i</sub>	33			42			54		
R [Pa/m]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]
25	643	0.21	21.8	1238	0.25	30.8	2449	0.30	44.1
30	714	0.23	26.9	1374	0.28	38.0	2717	0.33	54.4
35	780	0.25	32.1	1500	0.30	45.3	2968	0.36	64.8
40	841	0.27	37.4	1619	0.32	52.8	3203	0.39	75.5
45	900	0.29	42.8	1732	0.35	60.4	3426	0.42	86.4
50	956	0.31	48.2	1839	0.37	68.1	3638	0.44	97.5
55	1009	0.33	53.8	1942	0.39	75.9	3842	0.47	108.7
60	1061	0.34	59.4	2041	0.41	83.9	4038	0.49	120.1
65	1110	0.36	65.1	2137	0.43	91.9	4227	0.51	131.6
70	1158	0.38	70.9	2229	0.45	100.0	4410	0.54	143.2
75	1205	0.39	76.7	2319	0.47	108.2	4587	0.56	154.9
80	1250	0.41	82.5	2406	0.48	116.5	4759	0.58	166.8
85	1294	0.42	88.5	2491	0.50	124.8	4927	0.60	178.8
90	1337	0.43	94.4	2574	0.52	133.3	5091	0.62	190.8
95	1379	0.45	100.5	2654	0.53	141.8	5251	0.64	203.0
100	1420	0.46	106.5	2733	0.55	150.3	5407	0.66	215.3
110	1500	0.49	118.8	2886	0.58	167.6	5709	0.69	240.0
120	1576	0.51	131.2	3033	0.61	185.2	6000	0.73	265.1
130	1650	0.54	143.8	3175	0.64	202.9	6281	0.76	290.5
140	1722	0.56	156.5	3313	0.66	220.8	6553	0.80	316.2
150	1791	0.58	169.3	3446	0.69	238.9	6816	0.83	342.1
160	1858	0.60	182.3	3575	0.72	257.2	7073	0.86	368.3
170	1923	0.63	195.3	3701	0.74	275.7	7322	0.89	394.8
180	1987	0.65	208.5	3824	0.77	294.3	7565	0.92	421.4
190	2050	0.67	221.8	3944	0.79	313.1	7802	0.95	448.3
200	2111	0.69	235.2	4062	0.81	332.0	8034	0.98	475.3
220	2229	0.72	262.3	4289	0.86	370.2	8484	1.03	530.0
240	2342	0.76	289.7	4508	0.90	408.9	8917	1.08	585.5
260	2452	0.80	317.5	4719	0.95	448.0	9334	1.13	641.5
280	2558	0.83	345.5	4923	0.99	487.6	9738	1.18	698.2
300	2661	0.86	373.9	5121	1.03	527.6	10129	1.23	755.5
350	2906	0.94	445.9	5592	1.12	629.3	11062	1.34	901.1
400	3136	1.02	519.4	6036	1.21	733.0	11939	1.45	1049.6
450	3355	1.09	594.2	6456	1.30	838.6	12770	1.55	1200.9
500	3563	1.16	670.3	6856	1.38	946.0	13563	1.65	1354.5
550	3762	1.22	747.4	7240	1.45	1054.8	14322	1.74	1510.4
600	3954	1.29	825.5	7609	1.53	1165.1	15052	1.83	1668.3
650	4139	1.35	904.6	7965	1.60	1276.7	15756	1.91	1828.2
700	4318	1.40	984.6	8310	1.67	1389.5	16438	1.99	1989.7

$d_e$	40			50			63		
$d_i$	33			42			54		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]
750	4492	<b>1.46</b>	1065.4	8644	<b>1.73</b>	1503.5	17099	<b>2.08</b>	2153.0
800	4661	<b>1.51</b>	1146.9	8969	<b>1.80</b>	1618.6	17741	<b>2.15</b>	2317.8
850	4825	<b>1.57</b>	1229.2	9285	<b>1.86</b>	1734.8	18367	<b>2.23</b>	2484.1
900	4985	<b>1.62</b>	1312.2	9593	<b>1.92</b>	1851.9	18977	<b>2.30</b>	2651.7
950	5142	<b>1.67</b>	1395.8	9894	<b>1.98</b>	1969.9	19572	<b>2.38</b>	2820.8
1000	5295	<b>1.72</b>	1480.1	10189	<b>2.04</b>	2088.8	20154	<b>2.45</b>	2991.1
1100	5591	<b>1.82</b>	1650.4	10759	<b>2.16</b>	2329.2	21282	<b>2.58</b>	3335.3
1200	5876	<b>1.91</b>	1823.0	11307	<b>2.27</b>	2572.7	22367	<b>2.71</b>	3684.0
1300	6151	<b>2.00</b>	1997.6	11837	<b>2.37</b>	2819.2	23414	<b>2.84</b>	4036.9
1400	6417	<b>2.09</b>	2174.1	12349	<b>2.48</b>	3068.4	24427	<b>2.96</b>	4393.7
1500	6675	<b>2.17</b>	2352.5	12845	<b>2.58</b>	3320.1	25409	<b>3.08</b>	4754.1
1600	6926	<b>2.25</b>	2532.6	13328	<b>2.67</b>	3574.2	26364	<b>3.20</b>	5118.1
1700	7170	<b>2.33</b>	2714.3	13798	<b>2.77</b>	3830.7	27293	<b>3.31</b>	5485.2
1800	7408	<b>2.41</b>	2897.5	14256	<b>2.86</b>	4089.3	28199	<b>3.42</b>	5855.5
1900	7641	<b>2.48</b>	3082.2	14703	<b>2.95</b>	4349.9	29084	<b>3.53</b>	6228.7
2000	7868	<b>2.56</b>	3268.3	15140	<b>3.04</b>	4612.5	29949	<b>3.63</b>	6604.8
2100	8090	<b>2.63</b>	3455.7	15568	<b>3.12</b>	4877.0	30796	<b>3.74</b>	6983.5
2200	8308	<b>2.70</b>	3644.4	15988	<b>3.21</b>	5143.3	31625	<b>3.84</b>	7364.9
2300	8522	<b>2.77</b>	3834.3	16399	<b>3.29</b>	5411.4	32439	<b>3.94</b>	7748.7
2400	8732	<b>2.84</b>	4025.4	16803	<b>3.37</b>	5681.1	33238	<b>4.03</b>	8134.9
2500	8938	<b>2.90</b>	4217.7	17199	<b>3.45</b>	5952.4	34022	<b>4.13</b>	8523.4

Tabella 44: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optiflex-Flowpress con medio acqua a 7 °C,  $d_e$  40 ... 63 mm

### 4.6.2 Medio: acqua a 40 °C

Densità: 992 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0007 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

d <sub>e</sub>	16			20			25			32		
d <sub>i</sub>	11.6			14			19.7			25.5		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]
25	41	0.11	6.0	74	0.13	8.1	174	0.16	12.7	355	0.19	18.5
30	46	0.12	7.4	83	0.14	10.0	193	0.18	15.7	394	0.21	22.8
35	50	0.13	8.8	90	0.16	12.0	211	0.19	18.7	430	0.23	27.2
40	54	0.14	10.2	97	0.17	13.9	228	0.21	21.8	464	0.25	31.7
45	58	0.15	11.7	104	0.18	15.9	244	0.22	24.9	497	0.27	36.2
50	62	0.16	13.2	111	0.19	18.0	259	0.24	28.1	527	0.29	40.9
55	65	0.17	14.7	117	0.20	20.0	273	0.25	31.3	557	0.30	45.6
60	68	0.18	16.2	123	0.21	22.1	287	0.26	34.6	585	0.32	50.3
65	71	0.19	17.8	129	0.22	24.2	301	0.28	37.9	613	0.33	55.2
70	75	0.20	19.4	134	0.23	26.4	314	0.29	41.3	639	0.35	60.0
75	78	0.21	21.0	139	0.24	28.6	327	0.30	44.7	665	0.36	65.0
80	80	0.21	22.6	145	0.25	30.7	339	0.31	48.1	690	0.38	69.9
85	83	0.22	24.2	150	0.26	32.9	351	0.32	51.5	714	0.39	74.9
90	86	0.23	25.8	155	0.27	35.2	362	0.33	55.0	738	0.40	80.0
95	89	0.24	27.5	160	0.27	37.4	374	0.34	58.5	761	0.41	85.1
100	91	0.24	29.1	164	0.28	39.7	385	0.35	62.1	784	0.43	90.2
110	97	0.26	32.5	174	0.30	44.2	406	0.37	69.2	828	0.45	100.6
120	101	0.27	35.9	182	0.31	48.9	427	0.39	76.4	870	0.47	111.1
130	106	0.28	39.3	191	0.33	53.5	447	0.41	83.8	910	0.50	121.8
140	111	0.29	42.8	199	0.34	58.3	466	0.43	91.2	950	0.52	132.6
150	115	0.31	46.3	207	0.36	63.1	485	0.45	98.7	988	0.54	143.4
160	120	0.32	49.8	215	0.37	67.9	503	0.46	106.2	1025	0.56	154.4
170	124	0.33	53.4	223	0.38	72.7	521	0.48	113.8	1061	0.58	165.5
180	128	0.34	57.0	230	0.40	77.7	538	0.49	121.5	1096	0.60	176.7
190	132	0.35	60.7	237	0.41	82.6	555	0.51	129.3	1131	0.62	187.9
200	136	0.36	64.3	244	0.42	87.6	572	0.53	137.1	1165	0.63	199.3
220	143	0.38	71.7	258	0.44	97.7	604	0.56	152.8	1230	0.67	222.2
240	151	0.40	79.2	271	0.47	107.9	635	0.58	168.8	1292	0.70	245.4
260	158	0.42	86.8	284	0.49	118.2	664	0.61	185.0	1353	0.74	268.9
280	165	0.44	94.5	296	0.51	128.7	693	0.64	201.3	1411	0.77	292.7
300	171	0.45	102.2	308	0.53	139.2	721	0.66	217.8	1468	0.80	316.7
350	187	0.50	121.9	336	0.58	166.0	787	0.72	259.8	1603	0.87	377.7
400	202	0.54	142.0	363	0.62	193.4	850	0.78	302.7	1730	0.94	440.0
450	216	0.57	162.5	388	0.67	221.3	909	0.84	346.3	1851	1.01	503.4
500	229	0.61	183.3	412	0.71	249.6	965	0.89	390.6	1966	1.07	567.8
550	242	0.64	204.4	435	0.75	278.3	1019	0.94	435.5	2076	1.13	633.2
600	254	0.67	225.7	458	0.79	307.4	1071	0.98	481.0	2182	1.19	699.4
650	266	0.71	247.4	479	0.82	336.9	1122	1.03	527.1	2284	1.24	766.4

$d_e$	16			20			25			32		
$d_i$	11.6			14			19.7			25.5		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]
700	278	<b>0.74</b>	269.2	500	<b>0.86</b>	366.7	1170	<b>1.08</b>	573.7	2383	<b>1.30</b>	834.1
750	289	<b>0.77</b>	291.3	520	<b>0.89</b>	396.7	1217	<b>1.12</b>	620.8	2478	<b>1.35</b>	902.6
800	300	<b>0.80</b>	313.6	539	<b>0.93</b>	427.1	1263	<b>1.16</b>	668.3	2571	<b>1.40</b>	971.7
850	311	<b>0.82</b>	336.1	558	<b>0.96</b>	457.8	1307	<b>1.20</b>	716.3	2662	<b>1.45</b>	1041.4
900	321	<b>0.85</b>	358.8	577	<b>0.99</b>	488.7	1351	<b>1.24</b>	764.6	2750	<b>1.50</b>	1111.7
950	331	<b>0.88</b>	381.7	595	<b>1.02</b>	519.8	1393	<b>1.28</b>	813.3	2837	<b>1.54</b>	1182.5
1000	341	<b>0.90</b>	404.7	613	<b>1.05</b>	551.2	1435	<b>1.32</b>	862.4	2921	<b>1.59</b>	1253.9
1100	360	<b>0.95</b>	451.3	647	<b>1.11</b>	614.6	1515	<b>1.39</b>	961.7	3085	<b>1.68</b>	1398.2
1200	378	<b>1.00</b>	498.5	680	<b>1.17</b>	678.9	1592	<b>1.46</b>	1062.2	3242	<b>1.76</b>	1544.4
1300	396	<b>1.05</b>	546.2	712	<b>1.22</b>	743.9	1667	<b>1.53</b>	1164.0	3394	<b>1.85</b>	1692.3
1400	413	<b>1.09</b>	594.5	743	<b>1.28</b>	809.7	1739	<b>1.60</b>	1266.9	3540	<b>1.93</b>	1841.9
1500	430	<b>1.14</b>	643.3	773	<b>1.33</b>	876.1	1809	<b>1.66</b>	1370.8	3683	<b>2.00</b>	1993.0
1600	446	<b>1.18</b>	692.5	802	<b>1.38</b>	943.1	1877	<b>1.72</b>	1475.7	3821	<b>2.08</b>	2145.6
1700	461	<b>1.22</b>	742.2	830	<b>1.43</b>	1010.8	1943	<b>1.79</b>	1581.6	3956	<b>2.15</b>	2299.5
1800	477	<b>1.26</b>	792.3	857	<b>1.47</b>	1079.0	2007	<b>1.84</b>	1688.4	4087	<b>2.22</b>	2454.7
1900	492	<b>1.30</b>	842.8	884	<b>1.52</b>	1147.8	2070	<b>1.90</b>	1796.0	4215	<b>2.29</b>	2611.2
2000	506	<b>1.34</b>	893.7	911	<b>1.57</b>	1217.1	2132	<b>1.96</b>	1904.4	4341	<b>2.36</b>	2768.8
2100	521	<b>1.38</b>	944.9	936	<b>1.61</b>	1286.9	2192	<b>2.01</b>	2013.6	4464	<b>2.43</b>	2927.6
2200	535	<b>1.42</b>	996.5	962	<b>1.65</b>	1357.2	2251	<b>2.07</b>	2123.6	4584	<b>2.49</b>	3087.5
2300	548	<b>1.45</b>	1048.5	986	<b>1.70</b>	1427.9	2309	<b>2.12</b>	2234.3	4702	<b>2.56</b>	3248.4
2400	562	<b>1.49</b>	1100.7	1011	<b>1.74</b>	1499.1	2366	<b>2.17</b>	2345.6	4817	<b>2.62</b>	3410.3
2500	575	<b>1.52</b>	1153.3	1034	<b>1.78</b>	1570.7	2422	<b>2.23</b>	2457.6	4931	<b>2.68</b>	3573.2

Tabella 45: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optiflex-Flowpress con medio acqua a 40 °C,  $d_e$  16 ... 32 mm

Densità: 992 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0007 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

d <sub>e</sub>	40			50			63		
d <sub>i</sub>	33			42			54		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]
25	707	0.23	26.6	1360	0.28	37.5	2691	0.33	53.8
30	785	0.26	32.8	1510	0.31	46.2	2987	0.37	66.2
35	857	0.28	39.1	1649	0.33	55.1	3262	0.40	79.0
40	925	0.30	45.5	1780	0.36	64.2	3520	0.43	92.0
45	989	0.32	52.1	1904	0.38	73.5	3765	0.46	105.2
50	1051	0.34	58.7	2022	0.41	82.9	3999	0.49	118.7
55	1109	0.36	65.5	2135	0.43	92.4	4223	0.52	132.4
60	1166	0.38	72.3	2244	0.45	102.1	4438	0.54	146.2
65	1220	0.40	79.3	2349	0.47	111.9	4646	0.57	160.2
70	1273	0.42	86.3	2450	0.50	121.8	4847	0.59	174.4
75	1324	0.43	93.4	2549	0.52	131.8	5042	0.62	188.7
80	1374	0.45	100.5	2645	0.53	141.8	5231	0.64	203.1
85	1423	0.47	107.7	2738	0.55	152.0	5416	0.66	217.7
90	1470	0.48	115.0	2829	0.57	162.3	5595	0.68	232.4
95	1516	0.50	122.3	2917	0.59	172.6	5771	0.71	247.2
100	1561	0.51	129.7	3004	0.61	183.0	5943	0.73	262.1
110	1649	0.54	144.6	3172	0.64	204.1	6275	0.77	292.3
120	1733	0.57	159.7	3334	0.67	225.5	6595	0.81	322.8
130	1814	0.59	175.1	3490	0.71	247.0	6904	0.84	353.8
140	1892	0.62	190.5	3641	0.74	268.9	7202	0.88	385.0
150	1968	0.64	206.2	3787	0.77	290.9	7492	0.92	416.6
160	2042	0.67	221.9	3930	0.79	313.2	7773	0.95	448.5
170	2114	0.69	237.9	4068	0.82	335.7	8047	0.98	480.7
180	2184	0.72	253.9	4203	0.85	358.3	8315	1.02	513.1
190	2253	0.74	270.1	4335	0.88	381.2	8576	1.05	545.8
200	2320	0.76	286.4	4464	0.90	404.2	8831	1.08	578.8
220	2450	0.80	319.4	4714	0.95	450.7	9325	1.14	645.4
240	2575	0.84	352.8	4954	1.00	497.8	9800	1.20	712.9
260	2695	0.88	386.5	5186	1.05	545.5	10259	1.25	781.2
280	2812	0.92	420.7	5411	1.09	593.7	10703	1.31	850.2
300	2925	0.96	455.2	5628	1.14	642.5	11133	1.36	920.0
350	3194	1.05	542.9	6146	1.24	766.2	12158	1.49	1097.2
400	3447	1.13	632.4	6634	1.34	892.5	13122	1.61	1278.1
450	3687	1.21	723.6	7096	1.43	1021.2	14036	1.72	1462.2
500	3916	1.28	816.1	7536	1.52	1151.8	14907	1.82	1649.3
550	4135	1.35	910.1	7958	1.61	1284.4	15741	1.93	1839.1
600	4346	1.42	1005.2	8363	1.69	1418.7	16544	2.02	2031.4
650	4550	1.49	1101.5	8755	1.77	1554.6	17318	2.12	2226.0
700	4746	1.55	1198.9	9133	1.85	1692.0	18067	2.21	2422.8

$d_e$	40			50			63		
$d_i$	33			42			54		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]
750	4937	1.62	1297.2	9501	1.92	1830.8	18794	2.30	2621.5
800	5123	1.68	1396.5	9858	1.99	1970.9	19500	2.39	2822.2
850	5303	1.74	1496.7	10205	2.06	2112.3	20187	2.47	3024.7
900	5479	1.79	1597.7	10544	2.13	2254.9	20857	2.55	3228.8
950	5651	1.85	1699.6	10875	2.20	2398.6	21512	2.63	3434.7
1000	5819	1.91	1802.2	11198	2.26	2543.4	22151	2.71	3642.0
1100	6145	2.01	2009.6	11825	2.39	2836.1	23391	2.86	4061.1
1200	6458	2.12	2219.7	12428	2.51	3132.7	24584	3.01	4485.7
1300	6761	2.21	2432.3	13010	2.63	3432.7	25734	3.15	4915.4
1400	7053	2.31	2647.3	13572	2.74	3736.2	26847	3.28	5349.9
1500	7337	2.40	2864.5	14118	2.85	4042.7	27927	3.42	5788.8
1600	7612	2.49	3083.7	14648	2.96	4352.1	28976	3.54	6231.9
1700	7881	2.58	3305.0	15165	3.07	4664.4	29998	3.67	6679.0
1800	8142	2.67	3528.1	15668	3.17	4979.2	30994	3.79	7129.9
1900	8398	2.75	3753.0	16160	3.27	5296.6	31966	3.91	7584.3
2000	8647	2.83	3979.5	16641	3.37	5616.4	32917	4.03	8042.2
2100	8892	2.91	4207.7	17111	3.46	5938.4	33848	4.14	8503.4
2200	9131	2.99	4437.5	17572	3.55	6262.7	34759	4.25	8967.7
2300	9366	3.07	4668.8	18024	3.64	6589.1	35654	4.36	9435.1
2400	9597	3.14	4901.5	18468	3.73	6917.5	36531	4.47	9905.3
2500	9823	3.22	5135.6	18904	3.82	7247.9	37393	4.57	10378.4

Tabella 46: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optiflex-Flowpress con medio acqua a 40 °C,  $d_e$  40 ... 63 mm



### 4.6.3 Medio: acqua a 60 °C

Densità: 983 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0005 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

d <sub>e</sub>	16			20			25			32		
d <sub>i</sub>	11.6			14			19.7			25.5		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]
25	43	0.12	6.6	78	0.13	8.9	182	0.17	14.0	370	0.20	20.3
30	48	0.13	8.1	86	0.15	11.0	202	0.19	17.2	411	0.23	25.1
35	52	0.14	9.6	94	0.16	13.1	220	0.20	20.6	449	0.25	29.9
40	57	0.15	11.2	102	0.18	15.3	238	0.22	23.9	485	0.27	34.8
45	60	0.16	12.9	109	0.19	17.5	255	0.24	27.4	518	0.28	39.8
50	64	0.17	14.5	115	0.20	19.8	270	0.25	30.9	550	0.30	44.9
55	68	0.18	16.2	122	0.21	22.0	285	0.26	34.5	581	0.32	50.1
60	71	0.19	17.9	128	0.22	24.3	300	0.28	38.1	611	0.34	55.3
65	75	0.20	19.6	134	0.23	26.7	314	0.29	41.7	639	0.35	60.6
70	78	0.21	21.3	140	0.24	29.0	328	0.30	45.4	667	0.37	66.0
75	81	0.22	23.1	146	0.25	31.4	341	0.32	49.1	694	0.38	71.4
80	84	0.22	24.8	151	0.26	33.8	354	0.33	52.9	720	0.40	76.9
85	87	0.23	26.6	156	0.27	36.2	366	0.34	56.7	745	0.41	82.4
90	90	0.24	28.4	162	0.28	38.7	378	0.35	60.5	770	0.42	88.0
95	93	0.25	30.2	167	0.29	41.1	390	0.36	64.4	794	0.44	93.6
100	95	0.26	32.0	172	0.30	43.6	402	0.37	68.2	818	0.45	99.2
110	101	0.27	35.7	181	0.31	48.6	424	0.39	76.1	864	0.47	110.6
120	106	0.28	39.4	190	0.33	53.7	446	0.41	84.1	908	0.50	122.2
130	111	0.30	43.2	199	0.35	58.9	467	0.43	92.1	950	0.52	133.9
140	116	0.31	47.0	208	0.36	64.1	487	0.45	100.2	991	0.54	145.7
150	120	0.32	50.9	216	0.38	69.3	506	0.47	108.5	1031	0.57	157.7
160	125	0.33	54.8	224	0.39	74.6	525	0.49	116.8	1070	0.59	169.8
170	129	0.35	58.7	232	0.40	80.0	544	0.50	125.1	1108	0.61	182.0
180	134	0.36	62.7	240	0.42	85.4	562	0.52	133.6	1144	0.63	194.2
190	138	0.37	66.7	248	0.43	90.8	580	0.54	142.1	1180	0.65	206.6
200	142	0.38	70.7	255	0.44	96.3	597	0.55	150.7	1216	0.67	219.1
220	150	0.40	78.9	269	0.47	107.4	630	0.58	168.0	1284	0.71	244.3
240	157	0.42	87.1	283	0.49	118.6	663	0.61	185.6	1349	0.74	269.8
260	165	0.44	95.4	296	0.51	130.0	694	0.64	203.4	1412	0.78	295.7
280	172	0.46	103.9	309	0.54	141.5	724	0.67	221.4	1473	0.81	321.8
300	179	0.48	112.4	321	0.56	153.1	753	0.70	239.5	1532	0.84	348.2
350	195	0.52	134.1	351	0.61	182.6	822	0.76	285.7	1674	0.92	415.3
400	211	0.56	156.2	379	0.66	212.7	887	0.82	332.8	1806	0.99	483.8
450	225	0.60	178.7	405	0.70	243.3	949	0.88	380.7	1932	1.06	553.5
500	239	0.64	201.5	430	0.75	274.4	1008	0.93	429.4	2052	1.13	624.3
550	253	0.68	224.7	455	0.79	306.0	1064	0.99	478.8	2167	1.19	696.2
600	266	0.71	248.2	478	0.83	338.0	1118	1.04	528.9	2277	1.25	769.0
650	278	0.74	272.0	500	0.87	370.4	1171	1.09	579.6	2384	1.31	842.6



$d_e$	16			20			25			32		
$d_i$	11.6			14			19.7			25.5		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]
700	290	<b>0.78</b>	296.0	522	<b>0.91</b>	403.1	1221	<b>1.13</b>	630.8	2487	<b>1.37</b>	917.1
750	302	<b>0.81</b>	320.3	543	<b>0.94</b>	436.2	1270	<b>1.18</b>	682.5	2587	<b>1.42</b>	992.3
800	313	<b>0.84</b>	344.8	563	<b>0.98</b>	469.6	1318	<b>1.22</b>	734.8	2684	<b>1.47</b>	1068.3
850	324	<b>0.87</b>	369.5	583	<b>1.01</b>	503.3	1365	<b>1.27</b>	787.5	2779	<b>1.53</b>	1144.9
900	335	<b>0.90</b>	394.5	602	<b>1.05</b>	537.3	1410	<b>1.31</b>	840.7	2871	<b>1.58</b>	1222.2
950	345	<b>0.92</b>	419.6	621	<b>1.08</b>	571.5	1454	<b>1.35</b>	894.2	2961	<b>1.63</b>	1300.1
1000	356	<b>0.95</b>	445.0	640	<b>1.11</b>	606.0	1497	<b>1.39</b>	948.2	3049	<b>1.67</b>	1378.6
1100	376	<b>1.00</b>	496.2	675	<b>1.17</b>	675.8	1581	<b>1.47</b>	1057.4	3220	<b>1.77</b>	1537.3
1200	395	<b>1.06</b>	548.1	710	<b>1.23</b>	746.4	1662	<b>1.54</b>	1167.9	3384	<b>1.86</b>	1698.0
1300	413	<b>1.11</b>	600.6	743	<b>1.29</b>	817.9	1740	<b>1.61</b>	1279.8	3542	<b>1.95</b>	1860.7
1400	431	<b>1.15</b>	653.6	775	<b>1.35</b>	890.2	1815	<b>1.68</b>	1392.9	3695	<b>2.03</b>	2025.1
1500	448	<b>1.20</b>	707.3	806	<b>1.40</b>	963.2	1888	<b>1.75</b>	1507.2	3844	<b>2.11</b>	2191.3
1600	465	<b>1.24</b>	761.4	837	<b>1.45</b>	1037.0	1959	<b>1.82</b>	1622.5	3988	<b>2.19</b>	2359.0
1700	482	<b>1.29</b>	816.0	866	<b>1.50</b>	1111.4	2028	<b>1.88</b>	1738.9	4129	<b>2.27</b>	2528.3
1800	498	<b>1.33</b>	871.1	895	<b>1.55</b>	1186.4	2095	<b>1.94</b>	1856.3	4266	<b>2.34</b>	2698.9
1900	513	<b>1.37</b>	926.6	923	<b>1.60</b>	1262.0	2161	<b>2.00</b>	1974.7	4400	<b>2.42</b>	2871.0
2000	529	<b>1.41</b>	982.6	950	<b>1.65</b>	1338.2	2225	<b>2.06</b>	2093.9	4531	<b>2.49</b>	3044.3
2100	543	<b>1.45</b>	1038.9	977	<b>1.70</b>	1414.9	2288	<b>2.12</b>	2213.9	4659	<b>2.56</b>	3218.9
2200	558	<b>1.49</b>	1095.7	1004	<b>1.74</b>	1492.2	2350	<b>2.18</b>	2334.8	4785	<b>2.63</b>	3394.6
2300	572	<b>1.53</b>	1152.8	1030	<b>1.79</b>	1569.9	2410	<b>2.24</b>	2456.5	4908	<b>2.70</b>	3571.5
2400	587	<b>1.57</b>	1210.2	1055	<b>1.83</b>	1648.2	2470	<b>2.29</b>	2579.0	5028	<b>2.76</b>	3749.5
2500	600	<b>1.61</b>	1268.0	1080	<b>1.87</b>	1726.9	2528	<b>2.34</b>	2702.1	5147	<b>2.83</b>	3928.6

Tabella 47: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optiflex-Flowpress con medio acqua a 60 °C,  $d_e$  16 ... 32 mm

Densità: 983 kg/m<sup>3</sup>  
 Viscosità: 0.0005 Pa·s  
 Rugosità superficiale: 0.0015 mm

d <sub>e</sub>	40			50			63		
d <sub>i</sub>	33			42			54		
R [Pa/m]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]	ṁ [kg/h]	v [m/s]	P <sub>dyn</sub> [Pa]
25	738	0.24	29.2	1420	0.29	41.3	2809	0.35	59.1
30	819	0.27	36.0	1576	0.32	50.8	3117	0.38	72.8
35	894	0.30	43.0	1721	0.35	60.6	3405	0.42	86.8
40	965	0.32	50.0	1858	0.38	70.6	3674	0.45	101.1
45	1033	0.34	57.3	1987	0.41	80.8	3930	0.49	115.7
50	1097	0.36	64.6	2110	0.43	91.1	4174	0.52	130.5
55	1158	0.38	72.0	2228	0.45	101.6	4408	0.54	145.5
60	1217	0.40	79.5	2342	0.48	112.3	4633	0.57	160.7
65	1274	0.42	87.2	2451	0.50	123.0	4849	0.60	176.1
70	1329	0.44	94.9	2558	0.52	133.9	5059	0.62	191.7
75	1382	0.46	102.6	2660	0.54	144.9	5263	0.65	207.4
80	1434	0.47	110.5	2760	0.56	156.0	5460	0.67	223.3
85	1485	0.49	118.4	2858	0.58	167.1	5653	0.70	239.3
90	1534	0.51	126.4	2953	0.60	178.4	5840	0.72	255.5
95	1582	0.52	134.5	3045	0.62	189.8	6024	0.74	271.8
100	1630	0.54	142.6	3136	0.64	201.3	6203	0.77	288.2
110	1721	0.57	159.0	3311	0.68	224.4	6550	0.81	321.3
120	1808	0.60	175.6	3480	0.71	247.9	6884	0.85	354.9
130	1893	0.63	192.5	3643	0.74	271.6	7206	0.89	388.9
140	1975	0.65	209.5	3800	0.78	295.6	7518	0.93	423.3
150	2054	0.68	226.7	3953	0.81	319.9	7820	0.97	458.1
160	2132	0.70	244.0	4102	0.84	344.4	8114	1.00	493.1
170	2207	0.73	261.5	4246	0.87	369.1	8400	1.04	528.5
180	2280	0.75	279.2	4387	0.90	394.0	8679	1.07	564.2
190	2351	0.78	297.0	4525	0.92	419.1	8951	1.10	600.1
200	2421	0.80	314.9	4660	0.95	444.4	9217	1.14	636.4
220	2557	0.85	351.1	4920	1.00	495.6	9733	1.20	709.6
240	2687	0.89	387.8	5171	1.06	547.4	10229	1.26	783.8
260	2813	0.93	425.0	5413	1.10	599.8	10708	1.32	858.9
280	2935	0.97	462.6	5647	1.15	652.8	11171	1.38	934.8
300	3053	1.01	500.5	5875	1.20	706.4	11621	1.43	1011.5
350	3334	1.10	596.9	6416	1.31	842.4	12691	1.57	1206.3
400	3598	1.19	695.3	6924	1.41	981.3	13697	1.69	1405.2
450	3849	1.27	795.5	7406	1.51	1122.7	14650	1.81	1607.7
500	4088	1.35	897.3	7866	1.61	1266.4	15560	1.92	1813.4
550	4316	1.43	1000.6	8306	1.70	1412.1	16430	2.03	2022.1
600	4536	1.50	1105.2	8730	1.78	1559.8	17268	2.13	2233.5
650	4749	1.57	1211.1	9138	1.86	1709.2	18076	2.23	2447.4
700	4954	1.64	1318.1	9533	1.95	1860.3	18858	2.33	2663.8

$d_e$	40			50			63		
$d_i$	33			42			54		
R [Pa/m]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	$P_{dyn}$ [Pa]
750	5153	1.70	1426.3	9917	2.02	2012.9	19616	2.42	2882.3
800	5347	1.77	1535.4	10289	2.10	2167.0	20353	2.51	3102.9
850	5535	1.83	1645.6	10652	2.17	2322.4	21071	2.60	3325.5
900	5719	1.89	1756.7	11006	2.25	2479.2	21770	2.69	3550.0
950	5899	1.95	1868.6	11351	2.32	2637.2	22454	2.77	3776.3
1000	6074	2.01	1981.5	11689	2.39	2796.4	23121	2.85	4004.3
1100	6414	2.12	2209.5	12343	2.52	3118.3	24416	3.01	4465.1
1200	6741	2.23	2440.5	12972	2.65	3444.3	25660	3.17	4932.0
1300	7057	2.33	2674.3	13579	2.77	3774.2	26861	3.32	5404.4
1400	7362	2.43	2910.6	14167	2.89	4107.8	28023	3.46	5882.1
1500	7658	2.53	3149.4	14736	3.01	4444.8	29150	3.60	6364.6
1600	7946	2.63	3390.5	15290	3.12	4785.0	30245	3.73	6851.8
1700	8226	2.72	3633.7	15829	3.23	5128.3	31311	3.87	7343.4
1800	8499	2.81	3879.0	16354	3.34	5474.5	32351	3.99	7839.1
1900	8765	2.90	4126.3	16868	3.44	5823.5	33366	4.12	8338.8
2000	9026	2.98	4375.4	17369	3.54	6175.1	34358	4.24	8842.2
2100	9281	3.07	4626.3	17860	3.64	6529.2	35330	4.36	9349.3
2200	9531	3.15	4878.9	18342	3.74	6885.7	36281	4.48	9859.8
2300	9777	3.23	5133.2	18813	3.84	7244.5	37215	4.59	10373.6
2400	10017	3.31	5389.0	19277	3.93	7605.6	38131	4.71	10890.7
2500	10254	3.39	5646.4	19731	4.03	7968.8	39031	4.82	11410.8

Tabella 48: Tabella di perdita di pressione dei tubi Optiflex-Flowpress con medio acqua a 60 °C,  $d_e$  40 ... 63 mm

## 4.7 Valori Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optipress-Therm e rubinetteria

I pressfitting Optipress-Therm e la rubinetteria vengono lavorati con tubi Optipress-Therm in acciaio.

Temperatura di riferimento  $t = 60\text{ °C}$

Tipo di fitting / tipo di rubinetteria		Valore Zeta $\zeta$										
Materiale: acciaio 1.0308 zincato		Lunghezze equivalenti dei tubi [m]										
Simbolo	Diametro esterno $d_e$	15	18	22	28	35	42	54	64	76.1	88.9	108
	Diametro nominale DN	12	15	20	25	32	40	50	60	65	80	100
	Gomito	1.3	1.2	1.1	1.1							
		0.8	0.9	1.1	1.6							
	Pezzo a T uguale – deviazione	1.3	1.2	1.1	1.1	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6
		0.8	0.9	1.1	1.5	1.5	1.5	2.6	2.9	3.7	4.1	4.8
	Pezzo a T uguale – portata	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
		0.2	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3
	Curva 90°	0.8	0.5	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
		0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.4	0.9	1.0	1.0	1.2	1.3
	Curva 45°	0.5	0.3	0.7	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
		0.3	0.2	0.7	0.5	0.5	0.4	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1

Tabella 49: Valore Zeta e lunghezze equivalenti dei tubi per pressfitting Optipress-Therm

I valori Zeta per tubi in acciaio 1.0037 Optipress alla massima portata volumetrica possono essere ricavati dalla tabella seguente:

Tipo di tubo		Valore Zeta $\zeta$ per m di tubo										
Materiale: acciaio 1.0037												
Simbolo	Diametro esterno $d_e$	15	18	22	28	35	42	54	64	76.1	88.9	108
	Diametro nominale DN	12	15	20	25	32	40	50	60	65	80	100
	Tubo zincato / PP	1.7	1.3	1.0	0.7	0.6	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1

Tabella 50: Valori Zeta tubo in acciaio 1.0037



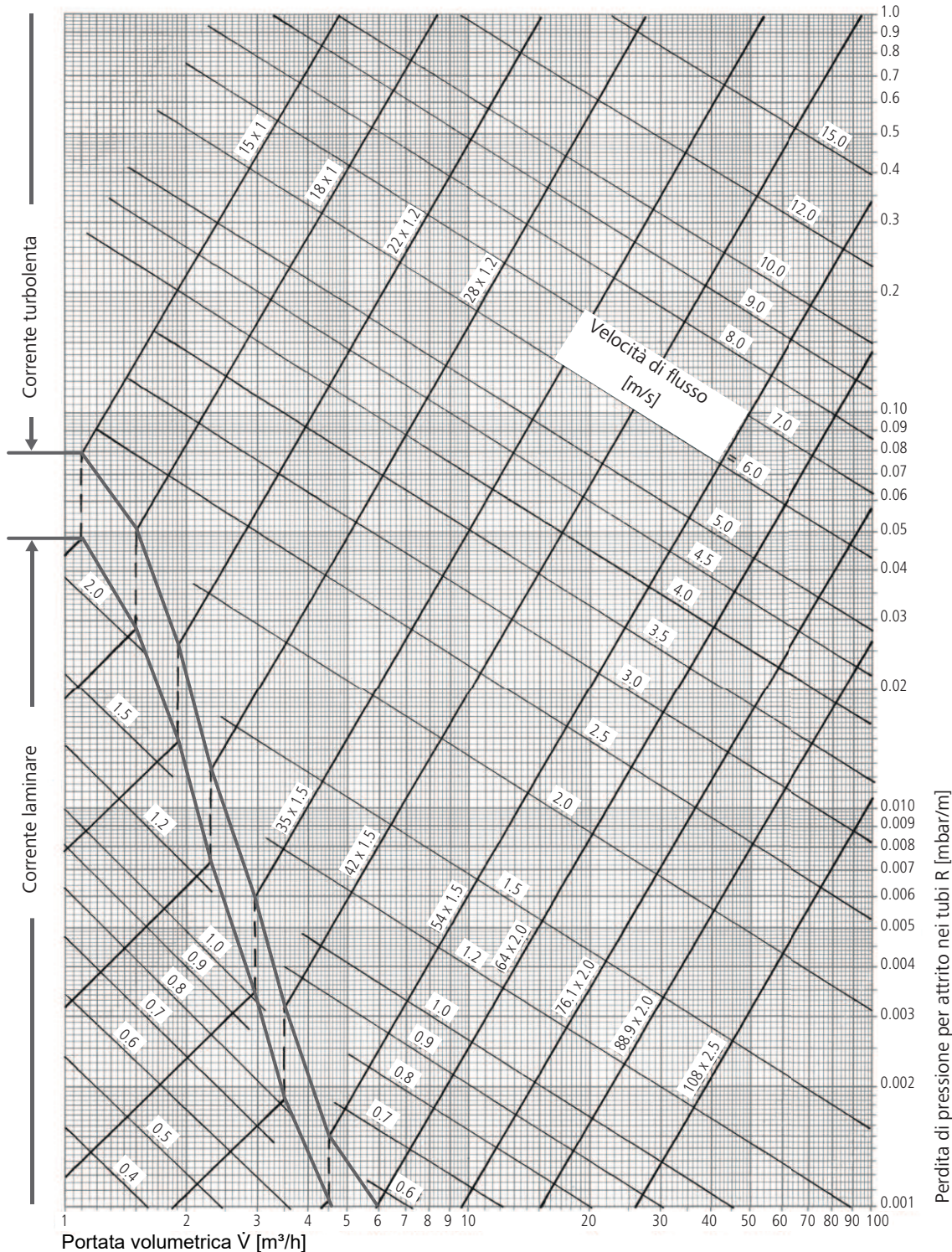
# 5 Dimensionamento di sistemi di condutture per gas

## 5.1 Diagramma delle perdite di pressione per tubi in acciaio inossidabile per gas naturale H

Diagramma per la determinazione delle perdite di pressione dovute all'attrito in tubi conformi a SN EN 10305.

Rugosità del tubo  $k = 0.0015 \text{ mm}$

Massima velocità di flusso =  $6 \text{ m/s}$



Nell'area di transizione dalla corrente laminare a quella turbolenta, il valore massimo deve essere leggibile sul tratto di curva verticale (0.08 mbar/m).

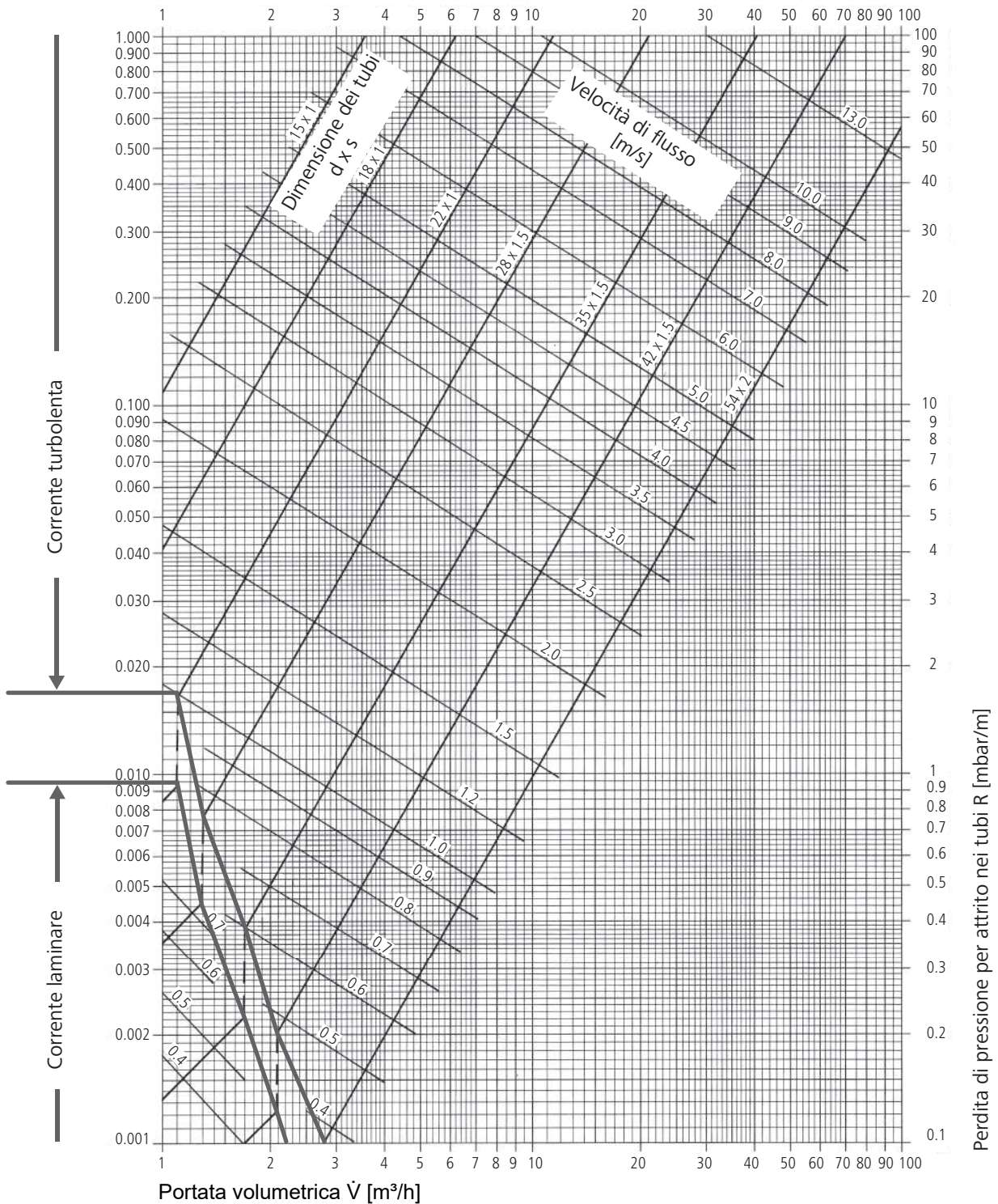
La portata volumetrica minima è pari a  $1 \text{ m}^3/\text{h}$ . Per portate volumetriche inferiori, il calcolo viene effettuato con  $1 \text{ m}^3/\text{h}$ .



## 5.2 Diagramma delle perdite di pressione per tubi in acciaio inossidabile per gas liquido

Diagramma per la determinazione delle perdite di pressione dovute all'attrito in tubi conformi a EN 1057 (DIN 1786).

Rugosità del tubo  $k = 0.0015 \text{ mm}$



## 6 Ulteriori informazioni

Per la progettazione e l'esecuzione degli impianti della Nussbaum vanno tenuti in considerazione i documenti tecnici della Nussbaum.

Informazioni sui diversi medi e sulle soluzioni proposte dalla Nussbaum sono contenute nei documenti Nussbaum «Applicazioni e soluzioni». Informazioni dettagliate sui sistemi Nussbaum sono disponibili nei rispettivi documenti «Descrizione sistema».



## **Wir verteilen Wasser**

Die R. Nussbaum AG, 1903 gegründet, ist ein eigenständiges Schweizer Familienunternehmen, beschäftigt rund 450 Mitarbeitende und gehört zu den führenden Herstellern von Armaturen und Verteilsystemen für die Sanitär- und Heiztechnik. Von unserem Hauptsitz in Olten aus vertreiben wir unser breites Produktsortiment über ein eigenes Filialnetz an Installateure in der ganzen Schweiz.

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an Ihren Installateur resp. Nussbaum. Dort erhalten Sie kompetente Auskunft über sämtliche Nussbaum Produkte.

## **Nous distribuons de l'eau**

R. Nussbaum SA, entreprise familiale suisse indépendante fondée en 1903, emploie quelque 450 collaborateurs et fait partie des plus grands fabricants de robinetteries et de systèmes de distribution pour la technique sanitaire et de chauffage. Depuis notre siège social d'Olten, nous distribuons un large assortiment de produits aux installateurs par le biais de notre réseau de succursales réparties dans toute la Suisse.

Pour plus d'informations, veuillez vous adresser à votre installateur resp. Nussbaum. Vous y recevrez des informations compétentes sur l'ensemble des produits Nussbaum.

## **Distribuiamo acqua**

La R. Nussbaum SA, fondata nel 1903, è un'azienda svizzera indipendente di proprietà familiare che impiega circa 450 dipendenti ed è tra i principali produttori di rubinetteria e sistemi di distribuzione per la tecnica idrosanitaria e di riscaldamento. Grazie a una rete di succursali, dalla nostra sede sociale di Olten distribuiamo la nostra ampia gamma di prodotti a installatori di tutta la Svizzera.

Per ulteriori informazioni non esitate a rivolgervi al vostro installatore resp. Nussbaum. Qui riceverete informazioni competenti su tutti i prodotti della Nussbaum.



# **NUSSBAUM<sub>RN</sub>**

**Gut installiert Bien installé Ben installato**

Hersteller Armaturen und Systeme Sanitär- und Heiztechnik  
Fabricant de robinetterie et systèmes de technique sanitaire et chauffage  
Produttore di rubinetteria e sistemi di tecnica idrosanitaria e di riscaldamento  
ISO 9001 / 14001 / 45001

Basel, Bern, Biel, Brig, Buchs, Carouge, Crissier, Giubiasco, Givisiez, Gwatt-Thun,  
Kriens, Sion, Steinhausen/Zug, St. Gallen, Trimbach, Winterthur, Zürich

R. Nussbaum AG | SA  
Hauptsitz | Siège social | Sede sociale

Martin-Disteli-Strasse 26  
Postfach, CH-4601 Olten

062 286 81 11  
info@nussbaum.ch

nussbaum.ch