



COMUNE DI COLOGNOLA AI COLLI - VR
SETTORE SERVIZI TECNICI - EDILIZIA PUBBLICA

CUP I37B15000010006

PROGETTO NUOVA SCUOLA PRIMARIA

PROGETTO ESECUTIVO
LOTTO A
VARIANTE 1

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE

mandatario

mandante



Claudio Lucchin &
architetti associati



Barana Engineering S.r.l.

PROGETTO IMPIANTI
BARANA ENGINEERING S.r.l.
BARANA ING. LUCIANO

Via Maestro Ardizzone, 1 - 37023 GREZZANA (VR) - tel. 045 8650417 - fax 045 907164 - info@barana.it

IMPIANTI MECCANICI
RELAZIONE TECNICA

scala

data

n°elaborato

-

25.08.2015

051-E-M012-3

M012

Timbri, firme

REV	DATA	DESCRIZIONE	EL	CP
2	20.07.2015	LOTTO A - VARIANTE AL PROGETTO ESECUTIVO	LDC	LB
3	25.08.2015	CORREZIONI E INTEGRAZIONI	LDC	LB

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto dell' RTP. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.
This document may not be copied, reproduced or published, either in part or entirely, without the written permission of RTP. Unauthorized use will be prosecuted by law.

1.0	DESCRIZIONE GENERALE	3
1.1	IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE	3
1.2	SISTEMA DI REGOLAZIONE	4
1.3	IMPIANTO DI RINNOVO ARIA	5
1.4	IMPIANTI IDRICO SANITARI	7
1.5	IMPIANTO ANTINCENDIO	8
1.6	IMPIANTO DI IRRIGAZIONE	8
2.0	CALCOLO DEI CARICHI TERMICI INVERNALI E FRIGORIFERI ESTIVI	9
2.1	DATI AMBIENTALI	9
2.2	CONDIZIONI TERMOIGROMETRICHE ESTERNE	9
2.3	CONDIZIONI TERMOIGROMETRICHE INTERNE	9
3.0	DIMENSIONAMENTO RETI DI DISTRIBUZIONE	10
3.1	DIMENSIONAMENTO RETI IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE	10
3.2	DIMENSIONAMENTO TUBAZIONI IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE	10
3.2.1	PERDITE DI CARICO CONTINUE	10
3.2.2	TABELLE PERDITE DI CARICO CONTINUE	12
3.2.3	PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE	17
3.2.4	TABELLE PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE	17
3.3	DIMENSIONAMENTO CANALIZZAZIONI IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE	22
3.3.1	PERDITE DI CARICO CONTINUE	22
3.3.2	TABELLE E DIAGRAMMI PERDITE DI CARICO CONTINUE	25
3.3.3	PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE	35
3.3.4	TABELLE PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE	35
3.5	DIMENSIONAMENTO RETI DI ADDUZIONE ACQUA SANITARIA	41
3.5.1	DIMENSIONAMENTO DELLE RETI IDRICHE CALDA E FREDDA	50
3.7	RETE DI SCARICO ACQUE USATE	56
3.7.1	DIMENSIONAMENTO DELLE RETI DI SCARICO	56

1.0 DESCRIZIONE GENERALE

1.1 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

L'impianto di climatizzazione invernale ed estiva del fabbricato sarà alimentato da una pompa di calore, per installazione interna con ventilatori centrifughi, che verrà installata all'interno del locale tecnico al piano terra, con accesso dal lato ovest della struttura.

Il locale tecnico costituente la centrale ospiterà inoltre tutte le apparecchiature per la distribuzione e la regolazione del fluido termovettore per il riscaldamento invernale ed il raffrescamento estivo, oltre alle apparecchiature per il trattamento acqua sanitaria, la centrale di trattamento aria primaria ed il gruppo di pressurizzazione idrica a servizio dell'impianto antincendio.

Per quanto riguarda i sistemi di distribuzione dell'impianto di climatizzazione, all'interno del locale tecnico sono state previste tutte elettropompe dotate di inverter a regolazione elettronica, una tipologia di elettropompe i cui consumi di energia elettrica in fase di funzionamento sono inferiori di almeno il 30% rispetto a quelle di tipo tradizionale. Un ulteriore vantaggio di tale tipo di elettropompe è la regolazione della portata e della prevalenza, che essendo di tipo elettronico permette di far lavorare la pompa alle condizioni ottimali di funzionamento per l'impianto, a differenza di quelle tradizionali per le quali le condizioni di lavoro ottimale sono solamente in prossimità delle curve di funzionamento specifiche dell'apparecchiatura.

Il sistema di emissione sarà un impianto di tipo radiante a pavimento, che mediante uno scambio di tipo radiante è in grado di assicurare elevate condizioni di comfort grazie ad un sistema di scambio più naturale. Gli impianti radianti, grazie al principio di emissione del calore per irraggiamento, consentono un funzionamento con basse temperature di esercizio nella stagione fredda (35 °C) e relativamente alte temperature di esercizio nella stagione calda (18°C), oltre ad essere migliore a livello di uniformità di distribuzione del calore in tutte le zone dei locali da riscaldare.

I principali vantaggi di tale tipo di impianto possono essere così riassunti:

- limitato impatto energetico, grazie al funzionamento con acqua a temperature più basse in inverno e più alte d'estate rispetto agli impianti tradizionali;
- elevato comfort con distribuzione uniforme delle temperature in orizzontale e verticale, assenza di correnti di aria e di circolazione di polveri.

Tutti i circuiti di distribuzione saranno realizzati con tubazioni in acciaio nero o multistrato coibentate, staffate a parete/soffitto nei cavedi e nei locali tecnici ed installate all'interno del controsoffitto per la distribuzione generale ai piani. Dalle linee principali saranno poi derivate le alimentazioni per i collettori di distribuzione dell'impianto radiante.

1.2 SISTEMA DI REGOLAZIONE

La regolazione generale della temperatura di mandata dell'acqua agli impianti radianti sarà effettuata in funzione delle variazioni di temperatura esterna e comprende:

- un regolatore climatico idoneo per il montaggio su quadro, in grado di comandare il servomotore delle valvole miscelatrici confrontando la temperatura di mandata dell'acqua con quella esterna in base alle curve di taratura impostate, completo di orologio al quarzo estraibile munito di accumulatore per la riserva di marcia, con quadrante di tipo settimanale che consenta almeno 8 cicli completi di programmazione nella settimana;
- termosonde di mandata ad immersione e valvole di regolazione a tre vie poste sui circuiti di climatizzazione;
- una sonda climatica esterna.

Il regolatore di centrale monitorerà inoltre gli stati di allarme della pompa di calore, le temperature dell'acqua presente nell'accumulo e nei collettori di distribuzione principale e gestirà il reintegro delle vasche antincendio ed irrigazione.

La regolazione delle condizioni di comfort ambiente saranno di differenti tipologie, in funzione della tipologia di locale trattato.

1. Aule: all'interno della cassetta del collettore dell'impianto radiante sarà installato un regolatore con interfaccia bus che monitorerà le condizioni ambiente mediante una sonda a parete (temperatura, umidità relativa, CO₂), intercettando l'alimentazione del collettore radiante mediante una valvola a tre vie installata sulle tubazioni di adduzione allo stesso. Per le aule "utilizzate" il regolatore attiverà il controllo delle condizioni termoigrometriche interne e mediante due servomotori installati sulle canalizzazioni di mandata e ripresa aria gestirà il ricambio d'aria del locale in funzione del tasso di CO₂ presente in ambiente.

2. Atri e servizi igienici: all'interno delle cassette dei collettori dell'impianto radiante saranno installati i regolatori con interfaccia bus che monitoreranno le condizioni ambiente mediante una sonda a parete (temperatura ed umidità relativa per gli atri, sola temperatura per i servizi), intercettando l'alimentazione dei collettori radiante mediante valvole a tre vie installate sulle tubazioni di adduzione agli stessi o testine termoelettriche sui singoli circuiti.

Tutti i dati relativi alle condizioni termoigrometriche dei singoli locali, oltre a tutti i dati dei fluidi di centrale, saranno centralizzati mediante una linea bus che collegherà i singoli regolatori e che mediante un router li trasmetterà ad una pagina grafica web opportunamente realizzata che permetterà al gestore del fabbricato di monitorare e regolare, anche da remoto, tutte le condizioni di funzionamento di ogni parte dell'impianto.

1.3 IMPIANTO DI RINNOVO ARIA

Il fabbricato sarà dotato di un sistema di trattamento e ricambio aria, che sarà realizzato come di seguito descritto.

All'interno del locale tecnico sarà installata una centrale di trattamento aria primaria integrata con recuperatore di calore rotativo entalpico e recupero termodinamico attivo con ciclo frigorifero/pompa di calore ad R-410A, completa di regolazione automatica per deumidificazione, raffrescamento, riscaldamento e postriscaldamento con punto fisso in mandata.

La centrale è destinata al trattamento dell'aria esterna mediante un primo stadio di recupero di calore sensibile e latente effettuato con ruota igroscopica, un secondo stadio di recupero di calore con sistema a fluido refrigerante R410A, che in fase estiva di deumidifica realizzano un terzo stadio di recupero post-riscaldando l'aria utilizzando gas caldo di condensazione.

La macchina, come accennato, è dotata di recuperatore rotativo che garantisce un recupero ad alta efficienza. La stessa ruota è azionata da un motore elettrico a giri variabili che viene comandato dal regolatore dell'unità stesso. L'unità è quindi in grado di garantire un Free-Cooling andando ad agire sul numero di giri del motore del recuperatore in modo molto performante in quanto non è un'operazione on/off, bensì modulante.

I trattamenti realizzati dall'unità sull'aria esterna sono finalizzati al mantenimento dei set-point di temperatura ed umidità relativa definiti dall'utente. Il sistema di regolazione automatica integrato modula il funzionamento dell'unità garantendo che tale obiettivo venga raggiunto ottimizzando i consumi energetici. In generale è possibile distinguere tra funzionamento in fase estiva e in fase invernale.

Funzionamento estivo

Il passaggio attraverso lo scambiatore rotativo consente lo scambio di calore sensibile e latente tra aria di rinnovo e aria di ripresa. L'aria di rinnovo viene così raffreddata e deumidificata. Un ulteriore raffreddamento è garantito dalla batteria di evaporazione del ciclo frigorifero. Nella batteria di post-riscaldamento e deumidificazione dell'aria di mandata viene fatto circolare gas caldo, il cui spillamento consente una sostanziosa riduzione dei consumi del gruppo compressore. La condensazione del refrigerante avviene invece sull'aria di ripresa; sono in tal modo possibili temperature di condensazione inferiori a quelle necessarie nel funzionamento con aria esterna, con conseguente aumento dell'efficienza del ciclo frigorifero.

Funzionamento invernale

Il passaggio attraverso lo scambiatore rotativo consente lo scambio di calore sensibile e latente tra aria di rinnovo e aria di ripresa. L'aria di rinnovo viene così riscaldata e deumidificata. Un ulteriore riscaldamento è garantito dalla batteria di condensazione della pompa di calore che consente il raggiungimento delle caratteristiche di immissione. Il refrigerante evapora contro l'aria di ripresa, già raffreddata dal passaggio attraverso la ruota igroscopica. E' possibile in tal modo

mantenere temperature di evaporazione superiori a quelle necessarie nel funzionamento con aria esterna, con conseguente aumento dell'efficienza del ciclo a pompa di calore.

Sistema di controllo

La regolazione automatica integrata del sistema, controlla e monitora le funzioni e i set-point della centrale. Il sistema è basato su un controllo a microprocessore programmabile, specifico per il miglioramento dell'efficienza nei sistemi HVAC&R. Possibilità di connessione a Building Management Systems e al PC tramite porte USB integrate. Il sistema monitora e controlla numerosi dispositivi e componenti, effettuando numerosi interventi di regolazione che ottimizzano il funzionamento della macchina.

Dalla centrale saranno derivate le canalizzazioni di mandata e ripresa aria degli ambienti, che saranno realizzate in pannelli in alluminio preisolati con poliuretano espanso, che distribuiranno l'aria a tutti gli ambienti mediante una rete aeraulica installata a controsoffitto.

L'immissione dell'aria negli ambienti, così come la ripresa dagli stessi, sarà effettuata mediante bocchette e griglie installate a parete in ogni singolo locale. Negli atri saranno invece installati diffusori quadrati multidirezionali a controsoffitto, collegati alle canalizzazioni principali mediante canali flessibili coibentati.

Le portate d'aria sono state calcolate in ottemperanza alla norma UNI 10339, che indica gli indici di affollamento e le portate di aria di rinnovo per ogni singolo locale.

Il maggiore affollamento dei locali destinati ad aule implica una notevole portata d'aria di rinnovo, di conseguenza l'impianto è stato dimensionato per la portata massima, ma il sistema di regolazione con serrande motorizzate permette di gestire tale portata in funzione del livello di CO₂ delle singole aule, permettendo di ridurla quando non vi sia l'effettiva necessità di elevati ricambi. Il rinnovo dell'aria nei locali atrio è invece fisso e dimensionato in funzione delle richieste della suddetta norma.

La centrale di trattamento aria, essendo dotata di ventilatori a giri variabili, permette quindi di ottimizzare la quantità di aria immessa nel fabbricato in funzione di quelle che sono le reali esigenze dello stesso, garantendo il massimo risparmio energetico possibile.

1.4 IMPIANTI IDRICO SANITARI

Le opere in progetto comprendono la realizzazione delle reti di carico e scarico agli apparecchi sanitari e la formazione dei servizi igienici. All'interno della scuola, su richiesta della committenza, non sarà prevista acqua calda sanitaria ad eccezione di un singolo servizio igienico al piano primo (per disabili gravi) nel del quale sarà installato un boiler elettrico locale all'interno del controsoffitto.

La distribuzione idrica generale sarà derivata dalla rete esistente nella scuola media, nello specifico dalla centrale termica della stessa. La rete di adduzione, fino al locale tecnico, sarà realizzata per la parte interrata in polietilene ad alta densità rispondente alle caratteristiche richieste dalle normative vigenti.

Nel locale tecnico sarà installato un sistema di filtrazione ed a valle dello stesso le linee di distribuzione idrica ai piani. Le reti di distribuzione interne al fabbricato saranno realizzate con tubazioni in acciaio zincato o con tubazioni multistrato, opportunamente coibentate. La distribuzione dai collettori alle singole apparecchiature sarà anch'essa realizzata con tubazioni multistrato coibentate posate sottopavimento.

La rete di scarico prevederà diramazioni orizzontali dai singoli apparecchi utilizzatori fino alle colonne di scarico e la formazione del sistema di scarico interno (collettori interni all'edificio).

La rete di scarico dell'edificio dovrà collegarsi alla rete esterna. Dovranno essere realizzati gli scavi e formati i collettori orizzontali in pvc fino ai pozzetti di ispezione e di innesto alla rete esistente in prossimità della centrale termica della scuola media.

Per lo smaltimento delle acque di scarico, relativo ai servizi igienici, saranno previste condotte di scarico verticali collegate alle colonne di ventilazione sfocianti in copertura; le colonne confluiranno nei collettori che andranno a scaricare nella rete fognaria.

Le colonne montanti saranno isolati acusticamente con materiali idonei.

I raccordi di scarico dei singoli apparecchi sanitari, fino alle colonne montanti o ai collettori di raccolta, verranno eseguiti sempre con tubazioni in polietilene (posate nel massetto) di diametro non inferiore a 40 mm.

Alle estremità di ciascun collettore orizzontale, in prossimità dell'uscita dal fabbricato lato esterno, verranno installate braghe d'ispezione con tappo a vite in apposito pozzetto.

1.5 IMPIANTO ANTINCENDIO

Vista la classificazione della scuola come di tipo 3, la stessa sarà dotata di una rete idranti costituita da una rete di tubazioni realizzata ad anello dalla quale saranno derivati idranti con attacco UNI 45 corredati di manichetta flessibile e lancia. Il numero degli idranti e la lunghezza delle relative tubazioni flessibili (costituite da un tratto di tubo, di tipo approvato), sarà tale da consentire di raggiungere col getto ogni punto dell'area protetta.

L'impianto è stato dimensionato per garantire una portata minima di 720 l/min, con alimentazione idrica in grado di assicurare l'erogazione ai 3 idranti idraulicamente più sfavoriti, di 120 l/min. cadauno, con una pressione residua al bocchello di 1,5 bar per un tempo di almeno 60 min.

A seguito di comunicazione da parte dell'ente di fornitura idrica che la rete nella zona di intervento non garantisce le sopra citate portate e pressioni è stata prevista una idonea riserva idrica, dalla quale attingerà un gruppo di pressurizzazione idrica dotato di elettropompa e pompa pilota che alimenterà l'anello idranti garantendo le condizioni necessarie sopra indicate.

La vasca sarà dotata di sistema di reintegro che manterrà sempre il livello della stessa per garantire la capacità necessaria a fornire all'impianto 720 litri/minuto per 60 minuti (43.200 litri) in caso di necessità.

1.6 IMPIANTO DI IRRIGAZIONE

Sarà realizzato un sistema di recupero acqua piovana mediante una serie di tubazioni che scaricheranno le acque meteoriche all'interno di una dedicata vasca di accumulo che fungerà da riserva idrica.

E' prevista l'installazione di un gruppo di pressurizzazione, installato all'interno di detta vasca e costituito da una elettropompa sommersa con controllo elettronico, ed una linea in polietilene che salirà in copertura quale predisposizione per l'irrigazione del tetto verde (impianto fornito e posto in opera dall'azienda che fornirà la copertura verde).

La vasca sarà dotata di sistema di reintegro che manterrà sempre il livello della stessa almeno ad un quarto della capacità totale, integrando quindi dall'acquedotto nei periodi di scarse precipitazioni piovose.

2.0 CALCOLO DEI CARICHI TERMICI INVERNALI E FRIGORIFERI ESTIVI

Il calcolo dei carichi termici invernali ed estivi, è stato condotto sulla base dei dati geometrici, delle strutture edili, dell'orientamento dell'edificio e dell'utilizzo dei locali.

Il calcolo invernale è stato effettuato rispettando le normative e le leggi di riferimento per il contenimento dei consumi energetici, e più propriamente la Legge 10/91 con applicazione del D.Lgs. 192/05 e successive modifiche ed integrazioni.

Il calcolo del carico estivo è stato eseguito mediante la metodologia ashrae.

La determinazione dei carichi termici sopra indicati è stata effettuata mediante il software MC4 Suite 2014 di MC4 Software Italia S.r.l.

2.1 DATI AMBIENTALI

Località: Colognola ai Colli (VR)

Zona climatica di appartenenza: E

Gradi giorno: 2427

Altitudine sul livello del mare: 80 m

2.2 CONDIZIONI TERMOIGROMETRICHE ESTERNE

Inverno: Temperatura di progetto -5°C

Umidità relativa 76.00%

Estate: Temperatura di progetto 31.5°C

Umidità relativa 53.8%

2.3 CONDIZIONI TERMOIGROMETRICHE INTERNE

Inverno: Temperatura di progetto 20±1°C

Umidità relativa n.c.

Estate: Temperatura di progetto 26±1°C

Umidità relativa 50±5%

3.0 DIMENSIONAMENTO RETI DI DISTRIBUZIONE

3.1 DIMENSIONAMENTO RETI IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

Per il dimensionamento delle reti e per la determinazione dei diametri delle tubazioni, sono stati utilizzati i metodi di calcolo indicati nella collana tecnica denominata “Quaderni Caleffi”, facendo riferimento ai diagrammi e le tabelle pubblicate nei volumi della collana stessa.

3.2 DIMENSIONAMENTO TUBAZIONI IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

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

dimensionare i condotti che convogliano i fluidi;

determinare le caratteristiche delle pompe e dei ventilatori, cioè dei mezzi che servono a mantenere in movimento i fluidi.

Le perdite di carico possono essere continue o localizzate:

quelle continue si manifestano lungo i tratti lineari dei condotti;

quelle localizzate si manifestano, invece, in corrispondenza dei pezzi speciali che fanno variare la direzione o la sezione di passaggio del fluido (ad es. riduzioni, derivazioni, raccordi, confluenze, valvole, filtri, ecc.).

3.2.1 PERDITE DI CARICO CONTINUE

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

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

dove:

r : perdita di carico continua unitaria, in Pa/m

F_a : fattore di attrito, adimensionale

ρ : massa volumica dell'acqua, in Kg/m³

v : velocità media dell'acqua, in m/s

D : diametro interno del tubo, in m

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

REGIME DI MOTO DEL FLUIDO

Può essere:

laminare, quando le particelle del fluido hanno traiettorie ordinate e fra loro parallele (il moto è calmo e regolare);

turbolento, quando le particelle del fluido si muovono in modo irregolare e variabile nel tempo (il moto è disordinato e instabile);

transitorio, quando il moto non è chiaramente né laminare, né turbolento.

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

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

Re : numero di Reynolds, adimensionale

v : velocità media del fluido, in m/s

D = diametro interno del tubo, in m

ν = viscosità cinematica del fluido, in m²/s

RUGOSITA'

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

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

DETERMINAZIONE DEL FATTORE DI ATTRITO [Fa]

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

$$Fa = \frac{64}{Re}$$

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

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

$$F_a = 0,316 \cdot Re^{-0,25}$$

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

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

Ponendo nella:

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

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

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

3.2.2 TABELLE PERDITE DI CARICO CONTINUE

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

Detti tabelle e diagrammi, riportati all'interno della collana tecnica denominata "Quaderni Caleffi", sono stati utilizzati per il dimensionamento delle tubazioni del presente progetto, in base alla tipologia di tubazioni scelte per la distribuzione ed alle portate dei circuiti di progetto.

Come accennato, le tabelle delle perdite di carico continue dell'acqua (r) danno il valore delle stesse in relazione al diametro dei tubi (D) e alle portate (G). All'interno delle tabelle sono inoltre indicate le velocità che servono sia a determinare le perdite di carico localizzate (come vedremo in seguito), sia a tener sotto controllo i limiti oltre i quali lo scorrere dell'acqua può diventare troppo rumoroso e provocare vibrazioni.

Perdite di carico continue TUBI IN ACCIAIO (pollici) – Temperatura acqua = 10°C

r = perdite di carico continue, mm c.s.a./m					G = portate, l/h								v = velocità, m/s				
r	Ø	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	Ø	r		
2	G	44	88	188	347	727	1.090	2.054	4.090	6.272	12.695	22.267	35.979	G	2		
	v	0,10	0,12	0,14	0,16	0,20	0,22	0,26	0,31	0,34	0,41	0,47	0,53	v			
4	G	64	127	273	503	1.053	1.579	2.975	5.926	9.086	18.392	32.258	52.123	G	4		
	v	0,14	0,17	0,20	0,24	0,29	0,32	0,37	0,44	0,49	0,59	0,68	0,77	v			
6	G	80	158	339	625	1.308	1.962	3.696	7.360	11.286	22.845	40.069	64.744	G	6		
	v	0,17	0,21	0,25	0,29	0,35	0,39	0,46	0,55	0,61	0,73	0,85	0,95	v			
8	G	93	184	395	729	1.525	2.288	4.310	8.584	13.162	26.644	46.733	75.511	G	8		
	v	0,20	0,24	0,29	0,34	0,41	0,46	0,54	0,64	0,71	0,85	0,99	1,11	v			
10	G	105	208	445	821	1.719	2.578	4.857	9.672	14.831	30.021	52.656	85.081	G	10		
	v	0,23	0,27	0,33	0,39	0,47	0,52	0,61	0,72	0,81	0,96	1,11	1,25	v			
12	G	115	229	490	905	1.895	2.842	5.354	10.663	16.349	33.096	58.048	93.794	G	12		
	v	0,25	0,30	0,37	0,43	0,51	0,57	0,67	0,80	0,89	1,06	1,22	1,38	v			
14	G	125	248	533	983	2.057	3.086	5.814	11.579	17.754	35.939	63.036	101.854	G	14		
	v	0,27	0,33	0,40	0,46	0,56	0,62	0,73	0,87	0,96	1,15	1,33	1,50	v			
16	G	135	267	572	1.056	2.210	3.315	6.244	12.436	19.068	38.600	67.702	109.393	G	16		
	v	0,29	0,35	0,43	0,50	0,60	0,66	0,78	0,93	1,04	1,24	1,43	1,61	v			
18	G	143	284	609	1.124	2.353	3.530	6.650	13.245	20.308	41.109	72.103	116.504	G	18		
	v	0,31	0,37	0,45	0,53	0,64	0,71	0,83	0,99	1,10	1,32	1,52	1,72	v			
20	G	152	301	645	1.189	2.490	3.735	7.036	14.012	21.485	43.492	76.282	123.257	G	20		
	v	0,33	0,40	0,48	0,56	0,68	0,75	0,88	1,05	1,17	1,40	1,61	1,82	v			
22	G	159	316	678	1.251	2.620	3.930	7.404	14.745	22.609	45.766	80.271	129.702	G	22		
	v	0,35	0,42	0,50	0,59	0,71	0,79	0,93	1,10	1,23	1,47	1,69	1,91	v			
24	G	167	331	711	1.311	2.745	4.117	7.756	15.447	23.685	47.946	84.094	135.880	G	24		
	v	0,37	0,44	0,53	0,62	0,74	0,83	0,97	1,15	1,29	1,54	1,77	2,00	v			
26	G	174	346	742	1.368	2.865	4.297	8.096	16.123	24.721	50.042	87.772	141.822	G	26		
	v	0,38	0,45	0,55	0,64	0,78	0,86	1,01	1,20	1,34	1,61	1,85	2,09	v			
28	G	181	360	772	1.424	2.980	4.471	8.423	16.775	25.721	52.065	91.320	147.555	G	28		
	v	0,40	0,47	0,57	0,67	0,81	0,90	1,05	1,25	1,40	1,67	1,93	2,18	v			
30	G	188	373	801	1.477	3.092	4.639	8.739	17.405	26.697	54.022	94.752	153.101	G	30		
	v	0,41	0,49	0,60	0,70	0,84	0,93	1,09	1,30	1,45	1,73	2,00	2,26	v			
35	G	204	406	869	1.604	3.358	5.038	9.490	18.901	28.980	58.664	102.894	166.256	G	35		
	v	0,45	0,53	0,65	0,76	0,91	1,01	1,19	1,41	1,57	1,88	2,17	2,45	v			
40	G	220	436	934	1.723	3.607	5.411	10.193	20.300	31.125	63.006	110.510	178.563	G	40		
	v	0,48	0,57	0,69	0,81	0,98	1,08	1,27	1,52	1,69	2,02	2,33	2,63	v			
45	G	234	464	994	1.835	3.841	5.762	10.855	21.619	33.149	67.102	117.695	190.171	G	45		
	v	0,51	0,61	0,74	0,86	1,04	1,16	1,36	1,62	1,80	2,15	2,48	2,80	v			
50	G	247	491	1.052	1.941	4.064	6.096	11.485	22.873	35.070	70.992	124.516	201.193	G	50		
	v	0,54	0,65	0,78	0,91	1,10	1,22	1,44	1,71	1,90	2,28	2,63	2,97	v			
60	G	273	541	1.160	2.140	4.480	6.721	12.661	25.215	38.662	76.262	137.268	221.798	G	60		
	v	0,60	0,71	0,86	1,01	1,22	1,35	1,58	1,88	2,10	2,51	2,89	3,27	v			
70	G	296	588	1.260	2.324	4.865	7.298	13.749	27.382	41.984	84.987	149.063	240.856	G	70		
	v	0,65	0,77	0,94	1,09	1,32	1,46	1,72	2,05	2,28	2,73	3,14	3,55	v			
80	G	318	631	1.353	2.496	5.225	7.838	14.766	29.408	45.091	91.277	160.096	258.684	G	80		
	v	0,70	0,83	1,01	1,18	1,42	1,57	1,85	2,20	2,45	2,93	3,38	3,81	v			
90	G	339	672	1.441	2.658	5.565	8.348	15.726	31.320	48.023	97.211	170.504	275.501	G	90		
	v	0,74	0,88	1,07	1,25	1,51	1,67	1,97	2,34	2,61	3,12	3,60	4,06	v			
100	G	358	711	1.524	2.812	5.887	8.832	16.638	33.135	50.806	102.846	180.387	291.469	G	100		
	v	0,79	0,93	1,13	1,32	1,60	1,77	2,08	2,48	2,76	3,30	3,80	4,30	v			

Se = superficie esterna, m²/m		Si = sezione interna, mm²				V = contenuto acqua, l/m		P = peso tubo nero, kg/m		P* = peso tubo zincato, kg/m			
Ø	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	Ø
Se [mm]	16,7	21	26,4	33,2	41,9	47,8	59,6	75,2	87,9	113	138,5	163,9	Se [mm]
Si [mm]	12,7	16,4	21,8	27,4	36,1	42	53,2	68,8	80,7	105	129,5	154,9	Si [mm]
Se [m²/m]	0,052	0,066	0,083	0,104	0,132	0,150	0,187	0,236	0,276	0,355	0,435	0,515	Se [m²/m]
Si [mm²]	127	211	373	590	1.024	1.385	2.223	3.718	5.115	8.659	13.171	18.845	Si [mm²]
V [l/m]	0,13	0,21	0,37	0,59	1,02	1,39	2,22	3,72	5,11	8,66	13,17	18,84	V [l/m]
P [kg/m]	0,72	1,06	1,37	2,17	2,79	3,21	4,45	5,68	7,48	10,75	14,86	17,68	P [kg/m]
P* [kg/m]	0,78	1,16	1,48	2,30	2,95	3,40	4,77	6,12	8,03	11,58	16,88	20,02	P* [kg/m]

Perdite di carico continue TUBI IN ACCIAIO (pollici) – Temperatura acqua = 50°C

r = perdite di carico continue, mm c.a./m					G = portate, l/h									v = velocità, m/s				
r	Ø	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	Ø	r			
2	G	47	94	201	371	777	1.166	2.196	4.374	6.707	13.577	23.813	38.478	G	2			
	v	0,10	0,12	0,15	0,17	0,21	0,23	0,27	0,33	0,36	0,44	0,50	0,57	v				
4	G	69	136	292	538	1.126	1.689	3.182	6.337	9.717	19.669	34.499	55.743	G	4			
	v	0,15	0,18	0,22	0,25	0,31	0,34	0,40	0,47	0,53	0,63	0,73	0,82	v				
6	G	85	169	362	668	1.399	2.098	3.952	7.871	12.069	24.431	42.852	69.240	G	6			
	v	0,19	0,22	0,27	0,31	0,38	0,42	0,49	0,59	0,66	0,78	0,90	1,02	v				
8	G	99	197	422	779	1.631	2.447	4.610	9.181	14.076	28.495	49.978	80.755	G	8			
	v	0,22	0,26	0,31	0,37	0,44	0,49	0,58	0,69	0,76	0,91	1,05	1,19	v				
10	G	112	222	476	878	1.838	2.757	5.194	10.344	15.861	32.106	56.312	90.990	G	10			
	v	0,25	0,29	0,35	0,41	0,50	0,55	0,65	0,77	0,86	1,03	1,19	1,34	v				
12	G	123	245	525	968	2.026	3.039	5.726	11.403	17.485	35.394	62.079	100.308	G	12			
	v	0,27	0,32	0,39	0,46	0,55	0,61	0,72	0,85	0,95	1,14	1,31	1,48	v				
14	G	134	266	570	1.051	2.200	3.301	6.218	12.383	18.987	38.435	67.413	108.927	G	14			
	v	0,29	0,35	0,42	0,50	0,60	0,66	0,78	0,93	1,03	1,23	1,42	1,61	v				
16	G	144	285	612	1.129	2.363	3.545	6.678	13.300	20.393	41.280	72.403	116.989	G	16			
	v	0,32	0,38	0,46	0,53	0,64	0,71	0,83	0,99	1,11	1,32	1,53	1,72	v				
18	G	153	304	652	1.202	2.517	3.775	7.112	14.165	21.718	43.964	77.110	124.595	G	18			
	v	0,34	0,40	0,48	0,57	0,68	0,76	0,89	1,06	1,18	1,41	1,63	1,84	v				
20	G	162	322	689	1.272	2.663	3.994	7.524	14.985	22.977	46.512	81.580	131.817	G	20			
	v	0,36	0,42	0,51	0,60	0,72	0,80	0,94	1,12	1,25	1,49	1,72	1,94	v				
22	G	171	338	725	1.338	2.802	4.203	7.918	15.769	24.179	48.944	85.845	138.709	G	22			
	v	0,37	0,44	0,54	0,63	0,76	0,84	0,99	1,18	1,31	1,57	1,81	2,04	v				
24	G	179	354	760	1.402	2.935	4.403	8.295	16.520	25.330	51.275	89.934	145.316	G	24			
	v	0,39	0,47	0,57	0,66	0,80	0,88	1,04	1,23	1,38	1,64	1,90	2,14	v				
26	G	187	370	793	1.463	3.064	4.596	8.658	17.243	26.438	53.518	93.867	151.671	G	26			
	v	0,41	0,49	0,59	0,69	0,83	0,92	1,08	1,29	1,44	1,72	1,98	2,24	v				
28	G	194	385	825	1.523	3.187	4.782	9.008	17.940	27.507	55.681	97.662	157.802	G	28			
	v	0,43	0,51	0,61	0,72	0,87	0,96	1,13	1,34	1,49	1,79	2,06	2,33	v				
30	G	201	399	856	1.580	3.307	4.961	9.346	18.614	28.541	57.774	101.332	163.733	G	30			
	v	0,44	0,53	0,64	0,74	0,90	0,99	1,17	1,39	1,55	1,85	2,14	2,41	v				
35	G	219	434	930	1.716	3.591	5.388	10.149	20.213	30.993	62.738	110.040	177.802	G	35			
	v	0,48	0,57	0,69	0,81	0,97	1,08	1,27	1,51	1,68	2,01	2,32	2,62	v				
40	G	235	466	999	1.843	3.857	5.786	10.901	21.709	33.287	67.382	118.184	190.963	G	40			
	v	0,51	0,61	0,74	0,87	1,05	1,16	1,36	1,62	1,81	2,16	2,49	2,81	v				
45	G	250	496	1.064	1.962	4.108	6.163	11.609	23.121	35.451	71.762	125.868	203.378	G	45			
	v	0,55	0,65	0,79	0,92	1,11	1,24	1,45	1,73	1,93	2,30	2,65	3,00	v				
50	G	265	525	1.125	2.076	4.346	6.520	12.282	24.461	37.506	75.922	133.163	215.165	G	50			
	v	0,58	0,69	0,84	0,98	1,18	1,31	1,53	1,83	2,04	2,44	2,81	3,17	v				
60	G	292	579	1.240	2.289	4.791	7.187	13.540	26.966	41.347	83.697	146.800	237.200	G	60			
	v	0,64	0,76	0,92	1,08	1,30	1,44	1,69	2,01	2,25	2,68	3,10	3,50	v				
70	G	317	628	1.347	2.485	5.203	7.805	14.703	29.283	44.899	90.889	159.414	257.582	G	70			
	v	0,69	0,83	1,00	1,17	1,41	1,56	1,84	2,19	2,44	2,92	3,36	3,80	v				
80	G	340	675	1.447	2.660	5.588	8.383	15.792	31.451	48.223	97.616	171.214	276.648	G	80			
	v	0,75	0,89	1,08	1,26	1,52	1,68	1,97	2,35	2,62	3,13	3,61	4,08	v				
90	G	362	719	1.541	2.843	5.951	8.928	16.818	33.495	51.358	103.962	182.345	294.633	G	90			
	v	0,79	0,95	1,15	1,34	1,62	1,79	2,10	2,50	2,79	3,34	3,85	4,34	v				
100	G	383	760	1.630	3.008	6.296	9.445	17.793	35.437	54.335	109.988	192.913	311.710	G	100			
	v	0,84	1,00	1,21	1,42	1,71	1,89	2,22	2,65	2,95	3,53	4,07	4,59	v				

Se = superficie esterna, m²/m		Si = sezione interna, mm²		V = contenuto acqua, l/m		P = peso tubo nero, kg/m		P* = peso tubo zincato, kg/m					
Ø	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	Ø
Øe [mm]	16,7	21	26,4	33,2	41,9	47,8	59,6	75,2	87,9	113	138,5	163,9	Øe [mm]
Øi [mm]	12,7	16,4	21,8	27,4	36,1	42	53,2	68,8	80,7	105	129,5	154,9	Øi [mm]
Se [m²/m]	0,052	0,066	0,083	0,104	0,132	0,150	0,187	0,236	0,276	0,355	0,435	0,515	Se [m²/m]
Si [mm²]	127	211	373	590	1.024	1.385	2.223	3.718	5.115	8.659	13.171	18.845	Si [mm²]
V [l/m]	0,13	0,21	0,37	0,59	1,02	1,39	2,22	3,72	5,11	8,66	13,17	18,84	V [l/m]
P [kg/m]	0,72	1,06	1,37	2,17	2,79	3,21	4,45	5,68	7,48	10,75	14,86	17,68	P [kg/m]
P* [kg/m]	0,78	1,16	1,48	2,30	2,95	3,40	4,77	6,12	8,03	11,58	16,88	20,02	P* [kg/m]

Perdite di carico continue TUBI MULTISTRATO – Temperatura acqua = 10°C

r = perdite di carico continue, mm c.a./m					G = portate, l/h					v = velocità, m/s				
r	Oe	14	16	20	26	32	40	50	63	75	90	110	Oe	r
	OI	10	11,5	15	20	26	33	42	51	60	73	90	OI	
2	G	22	32	67	146	297	567	1.091	1.848	2.872	4.891	8.633	G	2
	v	0,08	0,09	0,10	0,13	0,16	0,18	0,22	0,25	0,28	0,32	0,38	v	
4	G	33	48	99	216	441	842	1.621	2.746	4.268	7.268	12.828	G	4
	v	0,12	0,13	0,16	0,19	0,23	0,27	0,32	0,37	0,42	0,48	0,56	v	
6	G	42	61	125	273	556	1.062	2.044	3.461	5.381	9.162	16.173	G	6
	v	0,15	0,16	0,20	0,24	0,29	0,34	0,41	0,47	0,53	0,61	0,71	v	
8	G	49	72	147	322	655	1.252	2.409	4.080	6.342	10.800	19.063	G	8
	v	0,17	0,19	0,23	0,28	0,34	0,41	0,48	0,55	0,62	0,72	0,83	v	
10	G	56	81	167	365	744	1.422	2.736	4.635	7.204	12.268	21.655	G	10
	v	0,20	0,22	0,26	0,32	0,39	0,46	0,55	0,63	0,71	0,81	0,95	v	
12	G	62	90	186	405	826	1.578	3.037	5.144	7.996	13.615	24.033	G	12
	v	0,22	0,24	0,29	0,36	0,43	0,51	0,61	0,70	0,79	0,90	1,05	v	
14	G	67	99	203	443	902	1.723	3.316	5.617	8.732	14.869	26.246	G	14
	v	0,24	0,26	0,32	0,39	0,47	0,56	0,66	0,76	0,86	0,99	1,15	v	
16	G	73	106	219	478	974	1.860	3.579	6.063	9.424	16.048	28.327	G	16
	v	0,26	0,28	0,34	0,42	0,51	0,60	0,72	0,82	0,93	1,07	1,24	v	
18	G	78	114	234	511	1.042	1.989	3.828	6.485	10.080	17.165	30.299	G	18
	v	0,28	0,30	0,37	0,45	0,54	0,65	0,77	0,88	0,99	1,14	1,32	v	
20	G	83	121	249	543	1.106	2.113	4.066	6.887	10.706	18.231	32.180	G	20
	v	0,29	0,32	0,39	0,48	0,58	0,69	0,82	0,94	1,05	1,21	1,41	v	
22	G	87	128	262	573	1.168	2.231	4.294	7.273	11.305	19.251	33.981	G	22
	v	0,31	0,34	0,41	0,51	0,61	0,72	0,86	0,99	1,11	1,28	1,48	v	
24	G	92	134	276	602	1.228	2.345	4.513	7.643	11.881	20.232	35.713	G	24
	v	0,32	0,36	0,43	0,53	0,64	0,76	0,90	1,04	1,17	1,34	1,56	v	
26	G	96	140	289	631	1.285	2.455	4.724	8.001	12.437	21.179	37.384	G	26
	v	0,34	0,38	0,45	0,56	0,67	0,80	0,95	1,09	1,22	1,41	1,63	v	
28	G	100	146	301	658	1.341	2.561	4.928	8.347	12.975	22.095	39.002	G	28
	v	0,35	0,39	0,47	0,58	0,70	0,83	0,99	1,14	1,27	1,47	1,70	v	
30	G	104	152	313	684	1.395	2.664	5.126	8.683	13.497	22.984	40.570	G	30
	v	0,37	0,41	0,49	0,60	0,73	0,87	1,03	1,18	1,33	1,53	1,77	v	
35	G	114	166	342	747	1.523	2.909	5.598	9.482	14.740	25.100	44.306	G	35
	v	0,40	0,44	0,54	0,66	0,80	0,94	1,12	1,29	1,45	1,67	1,93	v	
40	G	123	180	369	806	1.644	3.140	6.042	10.234	15.909	27.090	47.819	G	40
	v	0,43	0,48	0,58	0,71	0,86	1,02	1,21	1,39	1,56	1,80	2,09	v	
45	G	131	192	395	863	1.758	3.358	6.463	10.947	17.016	28.977	51.148	G	45
	v	0,46	0,51	0,62	0,76	0,92	1,09	1,30	1,49	1,67	1,92	2,23	v	
50	G	140	204	420	916	1.867	3.567	6.864	11.626	18.072	30.775	54.322	G	50
	v	0,49	0,55	0,66	0,81	0,98	1,16	1,38	1,58	1,78	2,04	2,37	v	
60	G	155	226	466	1.017	2.072	3.958	7.617	12.903	20.057	34.154	60.287	G	60
	v	0,55	0,61	0,73	0,90	1,08	1,29	1,53	1,75	1,97	2,27	2,63	v	
70	G	169	247	509	1.110	2.263	4.323	8.319	14.091	21.904	37.299	65.838	G	70
	v	0,60	0,66	0,80	0,98	1,18	1,40	1,67	1,92	2,15	2,48	2,87	v	
80	G	183	267	549	1.198	2.443	4.666	8.979	15.208	23.640	40.256	71.058	G	80
	v	0,65	0,71	0,86	1,06	1,28	1,52	1,80	2,07	2,32	2,67	3,10	v	
90	G	195	285	587	1.282	2.613	4.991	9.604	16.267	25.286	43.059	76.006	G	90
	v	0,69	0,76	0,92	1,13	1,37	1,62	1,93	2,21	2,48	2,86	3,32	v	
100	G	207	303	624	1.361	2.775	5.300	10.200	17.276	26.855	45.731	80.722	G	100
	v	0,73	0,81	0,98	1,20	1,45	1,72	2,04	2,35	2,64	3,04	3,52	v	

Se = superficie esterna, m²/m					Si = sezione interna, mm²					V = contenuto acqua, l/m				
Oe [mm]	14	16	20	26	32	40	50	63	75	90	110	Oe [mm]		
OI [mm]	10	11,5	15	20	26	33	42	51	60	73	90	OI [mm]		
Se [m²/m]	0,044	0,050	0,063	0,082	0,101	0,126	0,157	0,198	0,236	0,283	0,346	Se [m²/m]		
Si [mm²]	79	104	177	314	531	855	1.385	2.043	2.827	4.185	6.362	Si [mm²]		
V [l/m]	0,08	0,10	0,18	0,31	0,53	0,86	1,39	2,04	2,83	4,19	6,36	V [l/m]		

Perdite di carico continue TUBI MULTISTRATO – Temperatura acqua = 50°C

r = perdite di carico continue, mm c.a./m														G = portate, l/h						v = velocità, m/s								
r	Oe	14	16	20	26	32	40	50	63	75	90	110	Oe	r	Oe	14	16	20	26	32	40	50	63	75	90	110	Oe	r
	OI	10	11,5	15	20	26	33	42	51	60	73	90	OI		Oe	10	OI											
2	G	25	37	76	166	339	647	1.244	2.108	3.277	5.580	9.849	G	2	G	25	37	76	166	339	647	1.244	2.108	3.277	5.580	9.849	G	2
	v	0,09	0,10	0,12	0,15	0,18	0,21	0,25	0,29	0,32	0,37	0,43	v		v	0,09	0,10	0,12	0,15	0,18	0,21	0,25	0,29	0,32	0,37	0,43	v	
4	G	38	55	113	247	503	961	1.849	3.132	4.869	8.291	14.636	G	4	G	38	55	113	247	503	961	1.849	3.132	4.869	8.291	14.636	G	4
	v	0,13	0,15	0,18	0,22	0,26	0,31	0,37	0,43	0,48	0,55	0,64	v		v	0,13	0,15	0,18	0,22	0,26	0,31	0,37	0,43	0,48	0,55	0,64	v	
6	G	47	69	143	311	634	1.212	2.331	3.949	6.139	10.453	18.452	G	6	G	47	69	143	311	634	1.212	2.331	3.949	6.139	10.453	18.452	G	6
	v	0,17	0,19	0,22	0,28	0,33	0,39	0,47	0,54	0,60	0,69	0,81	v		v	0,17	0,19	0,22	0,28	0,33	0,39	0,47	0,54	0,60	0,69	0,81	v	
8	G	56	82	168	367	748	1.428	2.748	4.655	7.235	12.321	21.748	G	8	G	56	82	168	367	748	1.428	2.748	4.655	7.235	12.321	21.748	G	8
	v	0,20	0,22	0,26	0,32	0,39	0,46	0,55	0,63	0,71	0,82	0,95	v		v	0,20	0,22	0,26	0,32	0,39	0,46	0,55	0,63	0,71	0,82	0,95	v	
10	G	63	93	191	417	849	1.622	3.122	5.288	8.219	13.997	24.706	G	10	G	63	93	191	417	849	1.622	3.122	5.288	8.219	13.997	24.706	G	10
	v	0,22	0,25	0,30	0,37	0,44	0,53	0,63	0,72	0,81	0,93	1,08	v		v	0,22	0,25	0,30	0,37	0,44	0,53	0,63	0,72	0,81	0,93	1,08	v	
12	G	70	103	212	462	943	1.800	3.465	5.868	9.122	15.534	27.419	G	12	G	70	103	212	462	943	1.800	3.465	5.868	9.122	15.534	27.419	G	12
	v	0,25	0,28	0,33	0,41	0,49	0,58	0,69	0,80	0,90	1,03	1,20	v		v	0,25	0,28	0,33	0,41	0,49	0,58	0,69	0,80	0,90	1,03	1,20	v	
14	G	77	112	231	505	1.029	1.966	3.784	6.409	9.962	16.964	29.944	G	14	G	77	112	231	505	1.029	1.966	3.784	6.409	9.962	16.964	29.944	G	14
	v	0,27	0,30	0,36	0,45	0,54	0,64	0,76	0,87	0,98	1,13	1,31	v		v	0,27	0,30	0,36	0,45	0,54	0,64	0,76	0,87	0,98	1,13	1,31	v	
16	G	83	121	250	545	1.111	2.122	4.084	6.917	10.752	18.309	32.318	G	16	G	83	121	250	545	1.111	2.122	4.084	6.917	10.752	18.309	32.318	G	16
	v	0,29	0,32	0,39	0,48	0,58	0,69	0,82	0,94	1,06	1,22	1,41	v		v	0,29	0,32	0,39	0,48	0,58	0,69	0,82	0,94	1,06	1,22	1,41	v	
18	G	89	130	267	583	1.188	2.270	4.368	7.398	11.500	19.584	34.568	G	18	G	89	130	267	583	1.188	2.270	4.368	7.398	11.500	19.584	34.568	G	18
	v	0,31	0,35	0,42	0,52	0,62	0,74	0,88	1,01	1,13	1,30	1,51	v		v	0,31	0,35	0,42	0,52	0,62	0,74	0,88	1,01	1,13	1,30	1,51	v	
20	G	94	138	284	619	1.262	2.411	4.639	7.857	12.214	20.799	36.713	G	20	G	94	138	284	619	1.262	2.411	4.639	7.857	12.214	20.799	36.713	G	20
	v	0,33	0,37	0,45	0,55	0,66	0,78	0,93	1,07	1,20	1,38	1,60	v		v	0,33	0,37	0,45	0,55	0,66	0,78	0,93	1,07	1,20	1,38	1,60	v	
22	G	100	146	299	654	1.333	2.546	4.899	8.297	12.898	21.963	38.768	G	22	G	100	146	299	654	1.333	2.546	4.899	8.297	12.898	21.963	38.768	G	22
	v	0,35	0,39	0,47	0,58	0,70	0,83	0,98	1,13	1,27	1,46	1,69	v		v	0,35	0,39	0,47	0,58	0,70	0,83	0,98	1,13	1,27	1,46	1,69	v	
24	G	105	153	315	687	1.401	2.675	5.148	8.720	13.555	23.083	40.744	G	24	G	105	153	315	687	1.401	2.675	5.148	8.720	13.555	23.083	40.744	G	24
	v	0,37	0,41	0,49	0,61	0,73	0,87	1,03	1,19	1,33	1,53	1,78	v		v	0,37	0,41	0,49	0,61	0,73	0,87	1,03	1,19	1,33	1,53	1,78	v	
26	G	110	160	329	719	1.466	2.801	5.389	9.128	14.190	24.163	42.651	G	26	G	110	160	329	719	1.466	2.801	5.389	9.128	14.190	24.163	42.651	G	26
	v	0,39	0,43	0,52	0,64	0,77	0,91	1,08	1,24	1,39	1,60	1,86	v		v	0,39	0,43	0,52	0,64	0,77	0,91	1,08	1,24	1,39	1,60	1,86	v	
28	G	114	167	344	750	1.530	2.922	5.622	9.523	14.803	25.208	44.496	G	28	G	114	167	344	750	1.530	2.922	5.622	9.523	14.803	25.208	44.496	G	28
	v	0,40	0,45	0,54	0,66	0,80	0,95	1,13	1,29	1,45	1,67	1,94	v		v	0,40	0,45	0,54	0,66	0,80	0,95	1,13	1,29	1,45	1,67	1,94	v	
30	G	119	174	358	781	1.591	3.039	5.848	9.906	15.399	26.222	46.286	G	30	G	119	174	358	781	1.591	3.039	5.848	9.906	15.399	26.222	46.286	G	30
	v	0,42	0,46	0,56	0,69	0,83	0,99	1,17	1,35	1,51	1,74	2,02	v		v	0,42	0,46	0,56	0,69	0,83	0,99	1,17	1,35	1,51	1,74	2,02	v	
35	G	130	190	390	853	1.738	3.319	6.387	10.818	16.817	28.636	50.548	G	35	G	130	190	390	853	1.738	3.319	6.387	10.818	16.817	28.636	50.548	G	35
	v	0,46	0,51	0,61	0,75	0,91	1,08	1,28	1,47	1,65	1,90	2,21	v		v	0,46	0,51	0,61	0,75	0,91	1,08	1,28	1,47	1,65	1,90	2,21	v	
40	G	140	205	421	920	1.875	3.582	6.893	11.676	18.150	30.907	54.556	G	40	G	140	205	421	920	1.875	3.582	6.893	11.676	18.150	30.907	54.556	G	40
	v	0,50	0,55	0,66	0,81	0,98	1,16	1,38	1,59	1,78	2,05	2,38	v		v	0,50	0,55	0,66	0,81	0,98	1,16	1,38	1,59	1,78	2,05	2,38	v	
45	G	150	219	451	984	2.006	3.832	7.373	12.489	19.414	33.059	58.354	G	45	G	150	219	451	984	2.006	3.832	7.373	12.489	19.414	33.059	58.354	G	45
	v	0,53	0,59	0,71	0,87	1,05	1,24	1,48	1,70	1,91	2,19	2,55	v		v	0,53	0,59	0,71	0,87	1,05	1,24	1,48	1,70	1,91	2,19	2,55	v	
50	G	159	233	479	1.045	2.131	4.069	7.831	13.264	20.618	35.110	61.975	G	50	G	159	233	479	1.045	2.131	4.069	7.831	13.264	20.618	35.110	61.975	G	50
	v	0,56	0,62	0,75	0,92	1,11	1,32	1,57	1,80	2,03	2,33	2,71	v		v	0,56	0,62	0,75	0,92	1,11	1,32	1,57	1,80	2,03	2,33	2,71	v	
60	G	177	258	531	1.160	2.364	4.516	8.691	14.721	22.882	38.966	68.780	G	60	G	177	258	531	1.160	2.364	4.516	8.691	14.721	22.882	38.966	68.780	G	60
	v	0,63	0,69	0,84	1,03	1,24	1,47	1,74	2,00	2,25	2,59	3,00	v		v	0,63	0,69	0,84	1,03	1,24	1,47	1,74	2,00	2,25	2,59	3,00	v	
70	G	193	282	580	1.267	2.582	4.932	9.491	16.076	24.989	42.554	75.114	G	70	G	193	282	580	1.267	2.582	4.932	9.491	16.076	24.989	42.554	75.114	G	70
	v	0,68	0,75	0,91	1,12	1,35	1,60	1,90	2,19	2,46	2,82	3,28	v		v	0,68	0,75	0,91	1,12	1,35	1,60	1,90	2,19	2,46	2,82	3,28	v	
80	G	208	304	626	1.367	2.787	5.323	10.243	17.351	26.971	45.928	81.069	G	80	G	208	304	626	1.367	2.787	5.323	10.243	17.351	26.971	45.928	81.069	G	80
	v	0,74	0,81	0,98	1,21	1,46	1,73	2,05	2,36	2,65	3,05	3,54	v		v	0,74	0,81	0,98	1,21	1,46	1,73	2,05	2,36	2,65	3,05	3,54	v	
90	G	22																										

3.2.3 PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE

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

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

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

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

$$z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

dove:

z = perdita di carico localizzata, in Pa

ξ = coefficiente di perdita localizzata, adimensionale (determinato con prove di laboratorio)

ρ = massa volumica dell'acqua, in kg/m³

v = velocità media dell'acqua, in m/s

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

$$z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9.81}$$

















3.2.4 TABELLE PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE

Per determinare il valore delle perdite di carico localizzate, sono stati utilizzati i seguenti tipi di tabelle, riportati all'interno della collana tecnica denominata "Quaderni Caleffi".

TABELLE COEFFICIENTI PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE [ξ]

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

Valori del coefficiente $[\xi]$ di perdita localizzata - reti di distribuzione

Diametro interno tubi in acciaio inox, rame e materiale plastico		8 ÷ 16 mm	18 ÷ 28 mm	30 ÷ 54 mm	> 54 mm
Diametro tubi in acciaio		3/8" + 1/2"	3/4" + 1"	1 1/4" + 2"	> 2"
Tipo di resistenza localizzata	Simbolo				
Curva stretta a 90° $r/d = 1,5$		2,0	1,5	1,0	0,8
Curva normale a 90° $r/d = 2,5$		1,5	1,0	0,5	0,4
Curva larga a 90° $r/d > 3,5$		1,0	0,5	0,3	0,3
Curva stretta a U $r/d = 1,5$		2,5	2,0	1,5	1,0
Curva normale a U $r/d = 2,5$		2,0	1,5	0,8	0,5
Curva larga a U $r/d > 3,5$		1,5	0,8	0,4	0,4
Allargamento		1,0			
Restringimento		0,5			
Diramazione semplice con T a squadra		1,0			
Confluenza semplice con T a squadra		1,0			
Diramazione doppia con T a squadra		3,0			
Confluenza doppia con T a squadra		3,0			
Diramazione semplice con angolo inclinato (45° - 60°)		0,5			
Confluenza semplice con angolo inclinato (45° - 60°)		0,5			
Diramazione con curve d'invito		2,0			
Confluenza con curve d'invito		2,0			

Valori del coefficiente $[\xi]$ di perdita localizzata – componenti di impianto

















Diametro interno tubi in acciaio inox, rame e materiale plastico		8 + 16 mm	18 + 28 mm	30 + 54 mm	> 54 mm
Diametro esterno tubi in acciaio		3/8" + 1/2"	3/4" + 1"	1 1/4" + 2"	> 2"
Tipo di resistenza localizzata	Simbolo				
Valvola di intercettazione dritta		10,0	8,0	7,0	6,0
Valvola di intercettazione inclinata		5,0	4,0	3,0	3,0
Saracinesca a passaggio ridotto		1,2	1,0	0,8	0,6
Saracinesca a passaggio totale		0,2	0,2	0,1	0,1
Valvola a sfera a passaggio ridotto		1,6	1,0	0,8	0,6
Valvola a sfera a passaggio totale		0,2	0,2	0,1	0,1
Valvola a farfalla		3,5	2,0	1,5	1,0
Valvola a ritegno		3,0	2,0	1,0	1,0
Valvola per corpo scaldante tipo dritto		8,5	7,0	6,0	—
Valvola per corpo scaldante tipo a squadra		4,0	4,0	3,0	—
Detentore dritto		1,5	1,5	1,0	—
Detentore a squadra		1,0	1,0	0,5	—
Valvola a quattro vie		6,0		4,0	
Valvola a tre vie		10,0		8,0	
Passaggio attraverso radiatore		3,0			
Passaggio attraverso caldaia a terra		3,0			

TABELLE PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE [z]

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

Per alcuni componenti (quali ad esempio: gli scambiatori, i collettori, le valvole di zona) sono state tuttavia derivate le perdite localizzate direttamente dalle specifiche tecniche dei Costruttori.

Perdite di carico localizzate per $\Sigma \xi = 1 - 15$ (temperatura acqua = 10°C)

v = velocità, m/s		$\Sigma \xi$ = sommatoria coefficienti perdite di carico localizzate, adimensionale															z = perdite di carico localizzate, mm c.a.	
v	$\Sigma \xi$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	$\Sigma \xi$	v
0,10	z	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6	z	0,10
0,12	z	0,7	1,5	2,2	2,9	3,7	4,4	5,1	5,9	6,6	7,3	8,1	8,8	9,5	10	11	z	0,12
0,14	z	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10	11	12	13	14	15	z	0,14
0,16	z	1,3	2,6	3,9	5,2	6,5	7,8	9,1	10	12	13	14	16	17	18	20	z	0,16
0,18	z	1,7	3,3	5,0	6,6	8,3	9,9	12	13	15	17	18	20	21	23	25	z	0,18
0,20	z	2,0	4,1	6,1	8,2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	29	31	z	0,20
0,22	z	2,5	4,9	7,4	9,9	12	15	17	20	22	25	27	30	32	35	37	z	0,22
0,24	z	2,9	5,9	8,8	12	15	18	21	23	26	29	32	35	38	41	44	z	0,24
0,26	z	3,4	6,9	10	14	17	21	24	28	31	34	38	41	45	48	52	z	0,26
0,28	z	4,0	8,0	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	z	0,28
0,30	z	4,6	9,2	14	18	23	28	32	37	41	46	50	55	60	64	69	z	0,30
0,32	z	5,2	10	16	21	26	31	37	42	47	52	57	63	68	73	78	z	0,32
0,34	z	5,9	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	77	82	88	z	0,34
0,36	z	6,6	13	20	26	33	40	46	53	59	66	73	79	86	92	99	z	0,36
0,38	z	7,4	15	22	29	37	44	52	59	66	74	81	88	96	103	110	z	0,38
0,40	z	8,2	16	24	33	41	49	57	65	73	82	90	98	106	114	122	z	0,40
0,42	z	9,0	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126	135	z	0,42
0,44	z	9,9	20	30	39	49	59	69	79	89	99	109	118	128	138	148	z	0,44
0,46	z	11	22	32	43	54	65	75	86	97	108	119	129	140	151	162	z	0,46
0,48	z	12	23	35	47	59	70	82	94	106	117	129	141	153	164	176	z	0,48
0,50	z	13	25	38	51	64	76	89	102	115	127	140	153	166	178	191	z	0,50
0,52	z	14	28	41	55	69	83	96	110	124	138	152	165	179	193	207	z	0,52
0,54	z	15	30	45	59	74	89	104	119	134	149	163	178	193	208	223	z	0,54
0,56	z	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240	z	0,56
0,58	z	17	34	51	69	86	103	120	137	154	171	189	206	223	240	257	z	0,58
0,60	z	18	37	55	73	92	110	128	147	165	183	202	220	238	257	275	z	0,60
0,62	z	20	39	59	78	98	118	137	157	176	196	215	235	255	274	294	z	0,62
0,64	z	21	42	63	83	104	125	146	167	188	209	230	250	271	292	313	z	0,64
0,66	z	22	44	67	89	111	133	155	178	200	222	244	266	289	311	333	z	0,66
0,68	z	24	47	71	94	118	141	165	188	212	236	259	283	306	330	353	z	0,68
0,70	z	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	z	0,70
0,72	z	26	53	79	106	132	158	185	211	238	264	291	317	343	370	396	z	0,72
0,74	z	28	56	84	112	140	167	195	223	251	279	307	335	363	391	419	z	0,74
0,76	z	29	59	88	118	147	177	206	235	265	294	324	353	383	412	441	z	0,76
0,78	z	31	62	93	124	155	186	217	248	279	310	341	372	403	434	465	z	0,78
0,80	z	33	65	98	130	163	196	228	261	293	326	359	391	424	457	489	z	0,80
0,82	z	34	69	103	137	171	206	240	274	308	343	377	411	445	480	514	z	0,82
0,84	z	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360	395	431	467	503	539	z	0,84
0,86	z	38	75	113	151	188	226	264	301	339	377	415	452	490	528	565	z	0,86
0,88	z	39	79	118	158	197	237	276	316	355	395	434	473	513	552	592	z	0,88
0,90	z	41	83	124	165	206	248	289	330	371	413	454	495	537	578	619	z	0,90
0,92	z	43	86	129	173	216	259	302	345	388	431	474	518	561	604	647	z	0,92
0,94	z	45	90	135	180	225	270	315	360	405	450	495	540	585	630	675	z	0,94
0,96	z	47	94	141	188	235	282	329	376	423	470	517	564	610	657	704	z	0,96
0,98	z	49	98	147	196	245	294	343	391	440	489	538	587	636	685	734	z	0,98
1,00	z	51	102	153	204	255	306	357	408	459	510	560	611	662	713	764	z	1,00

Perdite di carico localizzate per $\Sigma \xi = 1 - 15$ (temperatura acqua = 10°C)

$v = \text{velocità, m/s}$		$\Sigma \xi = \text{somma dei coefficienti perdite di carico localizzate, adimensionale}$															$z = \text{perdite di carico localizzate, mm c.a.}$	
v	$\Sigma \xi$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	$\Sigma \xi$	v
1,00	z	51	102	153	204	255	306	357	408	459	510	560	611	662	713	764	z	1,00
1,05	z	56	112	169	225	281	337	393	449	506	562	618	674	730	786	843	z	1,05
1,10	z	62	123	185	247	308	370	432	493	555	617	678	740	801	863	925	z	1,10
1,15	z	67	135	202	270	337	404	472	539	606	674	741	809	876	943	1.011	z	1,15
1,20	z	73	147	220	293	367	440	514	587	660	734	807	880	954	1.027	1.101	z	1,20
1,25	z	80	159	239	318	398	478	557	637	717	796	876	955	1.035	1.115	1.194	z	1,25
1,30	z	86	172	258	344	431	517	603	689	775	861	947	1.033	1.119	1.206	1.292	z	1,30
1,35	z	93	186	279	371	464	557	650	743	836	929	1.021	1.114	1.207	1.300	1.393	z	1,35
1,40	z	100	200	300	399	499	599	699	799	899	999	1.099	1.198	1.298	1.398	1.498	z	1,40
1,45	z	107	214	321	429	536	643	750	857	964	1.071	1.178	1.286	1.393	1.500	1.607	z	1,45
1,50	z	115	229	344	459	573	688	803	917	1.032	1.146	1.261	1.376	1.490	1.605	1.720	z	1,50
1,55	z	122	245	367	490	612	734	857	979	1.102	1.224	1.347	1.469	1.591	1.714	1.836	z	1,55
1,60	z	130	261	391	522	652	783	913	1.044	1.174	1.304	1.435	1.565	1.696	1.826	1.957	z	1,60
1,65	z	139	277	416	555	694	832	971	1.110	1.248	1.387	1.526	1.665	1.803	1.942	2.081	z	1,65
1,70	z	147	295	442	589	736	884	1.031	1.178	1.325	1.473	1.620	1.767	1.914	2.062	2.209	z	1,70
1,75	z	156	312	468	624	780	936	1.092	1.248	1.404	1.560	1.716	1.873	2.029	2.185	2.341	z	1,75
1,80	z	165	330	495	660	825	991	1.156	1.321	1.486	1.651	1.816	1.981	2.146	2.311	2.476	z	1,80
1,85	z	174	349	523	698	872	1.046	1.221	1.395	1.569	1.744	1.918	2.093	2.267	2.441	2.616	z	1,85
1,90	z	184	368	552	736	920	1.104	1.288	1.472	1.655	1.839	2.023	2.207	2.391	2.575	2.759	z	1,90
1,95	z	194	387	581	775	969	1.162	1.356	1.550	1.744	1.937	2.131	2.325	2.519	2.712	2.906	z	1,95
2,00	z	204	408	611	815	1.019	1.223	1.427	1.630	1.834	2.038	2.242	2.446	2.650	2.853	3.057	z	2,00
2,05	z	214	428	642	857	1.071	1.285	1.499	1.713	1.927	2.141	2.355	2.570	2.784	2.998	3.212	z	2,05
2,10	z	225	449	674	899	1.124	1.348	1.573	1.798	2.022	2.247	2.472	2.696	2.921	3.146	3.371	z	2,10
2,15	z	236	471	707	942	1.178	1.413	1.649	1.884	2.120	2.355	2.591	2.826	3.062	3.297	3.533	z	2,15
2,20	z	247	493	740	986	1.233	1.480	1.726	1.973	2.220	2.466	2.713	2.959	3.206	3.453	3.699	z	2,20
2,25	z	258	516	774	1.032	1.290	1.548	1.806	2.064	2.322	2.580	2.837	3.095	3.353	3.611	3.869	z	2,25
2,30	z	270	539	809	1.078	1.348	1.617	1.887	2.156	2.426	2.695	2.965	3.235	3.504	3.774	4.043	z	2,30
2,35	z	281	563	844	1.126	1.407	1.688	1.970	2.251	2.532	2.814	3.095	3.377	3.658	3.939	4.221	z	2,35
2,40	z	293	587	880	1.174	1.467	1.761	2.054	2.348	2.641	2.935	3.228	3.522	3.815	4.109	4.402	z	2,40
2,45	z	306	612	918	1.223	1.529	1.835	2.141	2.447	2.753	3.058	3.364	3.670	3.976	4.282	4.588	z	2,45
2,50	z	318	637	955	1.274	1.592	1.911	2.229	2.548	2.866	3.185	3.503	3.821	4.140	4.458	4.777	z	2,50
2,60	z	344	689	1.033	1.378	1.722	2.067	2.411	2.756	3.100	3.444	3.789	4.133	4.478	4.822	5.167	z	2,60
2,70	z	371	743	1.114	1.486	1.857	2.229	2.600	2.972	3.343	3.714	4.086	4.457	4.829	5.200	5.572	z	2,70
2,80	z	399	799	1.198	1.598	1.997	2.397	2.796	3.196	3.595	3.995	4.394	4.794	5.193	5.593	5.992	z	2,80
2,90	z	429	857	1.286	1.714	2.143	2.571	3.000	3.428	3.857	4.285	4.714	5.142	5.571	5.999	6.428	z	2,90
3,00	z	459	917	1.376	1.834	2.293	2.751	3.210	3.669	4.127	4.586	5.044	5.503	5.962	6.420	6.879	z	3,00
3,10	z	490	979	1.469	1.959	2.448	2.938	3.428	3.917	4.407	4.897	5.386	5.876	6.366	6.855	7.345	z	3,10
3,20	z	522	1.044	1.565	2.087	2.609	3.131	3.652	4.174	4.696	5.218	5.739	6.261	6.783	7.305	7.826	z	3,20
3,30	z	555	1.110	1.665	2.220	2.774	3.329	3.884	4.439	4.994	5.549	6.104	6.659	7.213	7.768	8.323	z	3,30
3,40	z	589	1.178	1.767	2.356	2.945	3.534	4.123	4.712	5.301	5.890	6.479	7.068	7.657	8.246	8.835	z	3,40
3,50	z	624	1.248	1.873	2.497	3.121	3.745	4.369	4.993	5.618	6.242	6.866	7.490	8.114	8.738	9.363	z	3,50
3,60	z	660	1.321	1.981	2.641	3.302	3.962	4.622	5.283	5.943	6.604	7.264	7.924	8.585	9.245	9.905	z	3,60
3,70	z	698	1.395	2.093	2.790	3.488	4.185	4.883	5.580	6.278	6.975	7.673	8.371	9.068	9.766	10.463	z	3,70
3,80	z	736	1.472	2.207	2.943	3.679	4.415	5.150	5.886	6.622	7.358	8.093	8.829	9.565	10.301	11.036	z	3,80
3,90	z	775	1.550	2.325	3.100	3.875	4.650	5.425	6.200	6.975	7.750	8.525	9.300	10.075	10.850	11.625	z	3,90
4,00	z	815	1.630	2.446	3.261	4.076	4.891	5.707	6.522	7.337	8.152	8.968	9.783	10.598	11.413	12.229	z	4,00

3.3 DIMENSIONAMENTO CANALIZZAZIONI IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

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

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

Le perdite di carico possono essere continue o localizzate:

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

3.3.1 PERDITE DI CARICO CONTINUE

Per ogni condotto circolare, le perdite di carico continue possono essere calcolate con la formula:

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

dove:

r : perdita di carico continua unitaria, in Pa/m

F_a : fattore di attrito, adimensionale

ρ : massa volumica dell'aria, in Kg/m³

v : velocità media dell'aria, in m/s

D : diametro interno del tubo, in m

Il fattore di attrito dipende dal regime di moto del fluido, e dalla rugosità dei condotti.

REGIME DI MOTO DEL FLUIDO

Può essere:

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

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

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

Re : numero di Reynolds, adimensionale

v : velocità media del fluido, in m/s

D = diametro interno del tubo, in m

ν = viscosità cinematica del fluido, in m²/s

RUGOSITA'

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

Classi di rugosità per condotti che convogliano aria		
Materiale	Classe di rugosità	ε (mm)
Canali in PVC Canali in lamiera di alluminio	Molto lisci	0,03
Canali in lamiera zincata Canali in acciaio inox	Lisci	0,09
Canali con rivestimento interno in polietilene Condotti in cemento liscio	Rugosi	0,90
Tubi flessibili metallici Tubi flessibili non metallici Condotti in cemento non liscio	Molto rugosi	3

Dove ε rappresenta il valore della rugosità assoluta dei condotti: cioè il valore medio delle loro irregolarità superficiali.

DETERMINAZIONE DEL FATTORE DI ATTRITO [Fa]

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

$$Fa = \frac{64}{Re}$$

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

$$Fa^* = 0,11 \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}$$

dove:

$$\text{se } Fa^* \geq 0,018 \quad Fa = Fa^*$$

$$\text{se } Fa^* < 0,018 \quad Fa = 0,85 \cdot Fa^* + 0,0028$$

(Fa = fattore di attrito, adimensionale)

Ponendo nella:

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

i valori di [Fa] sopra riportati, è dunque possibile ottenere formule che consentono di calcolare le perdite di carico nei condotti circolari che convogliano aria.

CONDOTTI RETTANGOLARI – DIAMETRI EQUIVALENTI

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

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

Una simile trasformazione è ottenibile con la formula di Huebscher:

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

dove:

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

a, b = lati della sezione rettangolare, mm

3.3.2 TABELLE E DIAGRAMMI PERDITE DI CARICO CONTINUE

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

Detti tabelle e diagrammi, riportati all'interno della collana tecnica denominata "Quaderni Caleffi", sono stati utilizzati per il dimensionamento dei condotti del presente progetto, in base alla tipologia di canalizzazioni scelte per la distribuzione ed alle portate delle reti di progetto.

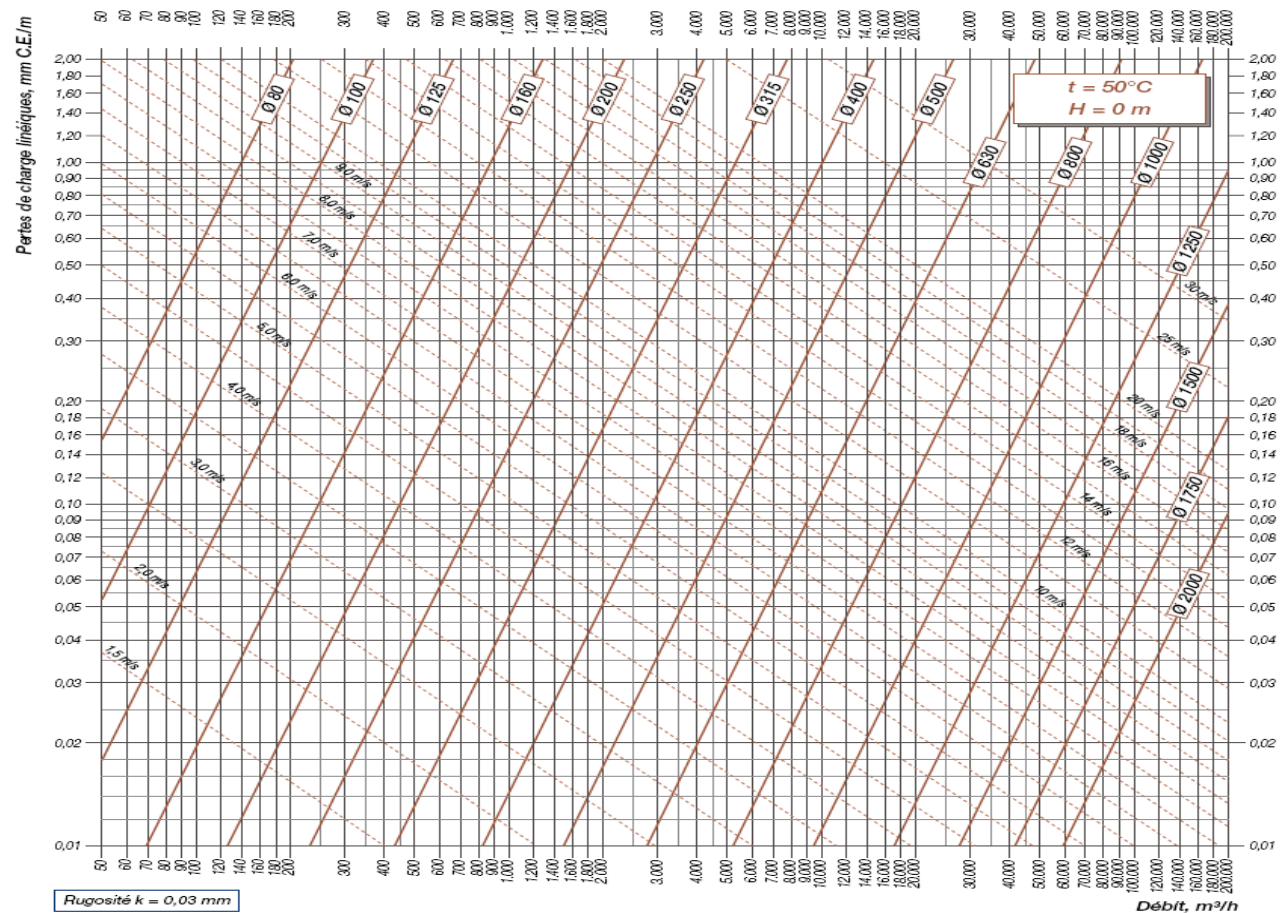
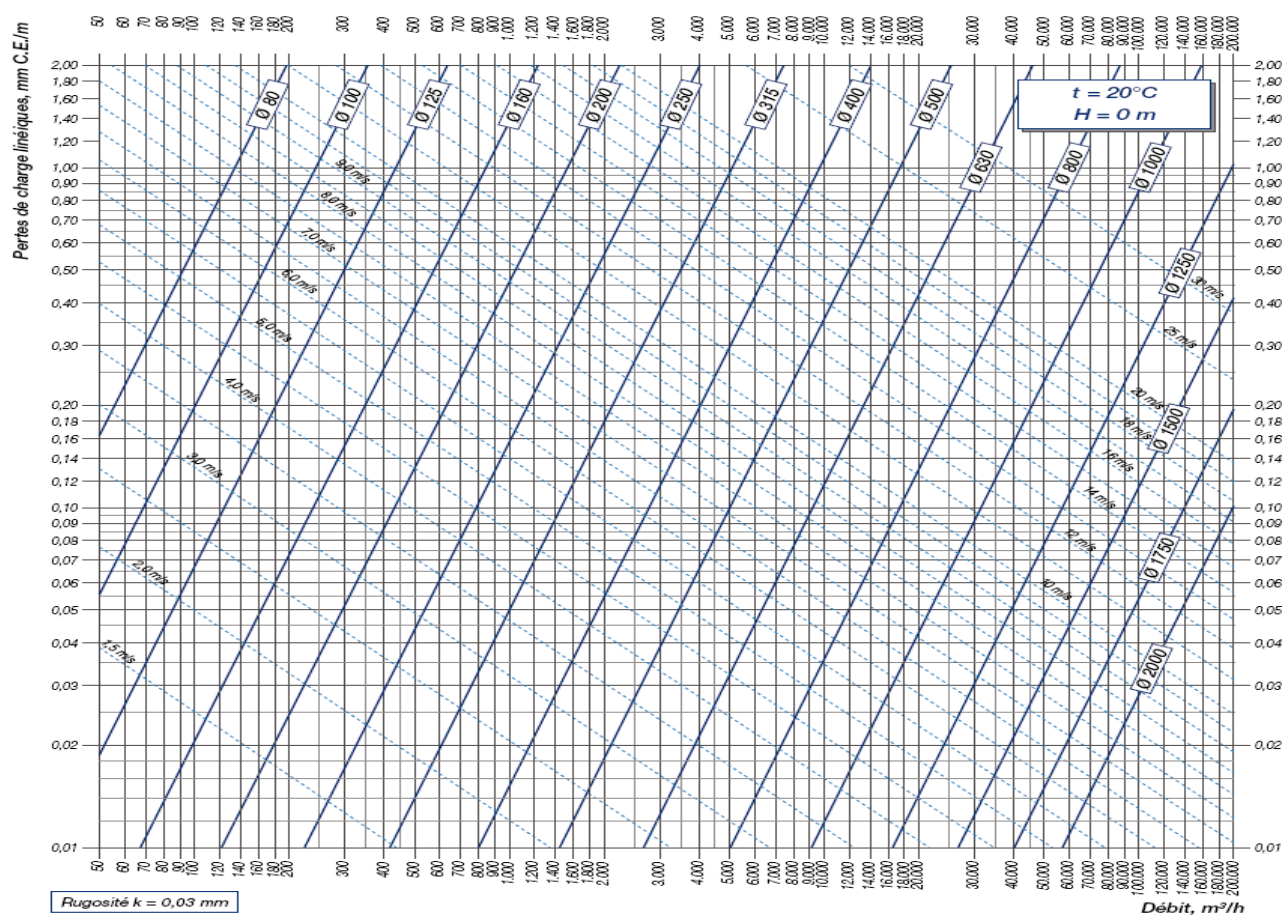
I diagrammi sono sviluppati in scala logaritmica con portate sulle ascisse e perdite di carico sulle ordinate. Fasci di rette fra loro perpendicolari rappresentano i diametri dei condotti e le velocità dell'aria.

I diagrammi utilizzati sono suddivisi in quattro gruppi in base alle classi di rugosità definite dalla tabella sopra indicata. Ogni gruppo è poi suddiviso in quattro sottogruppi in base alle temperature e alle quote sul livello del mare di seguito riportate:

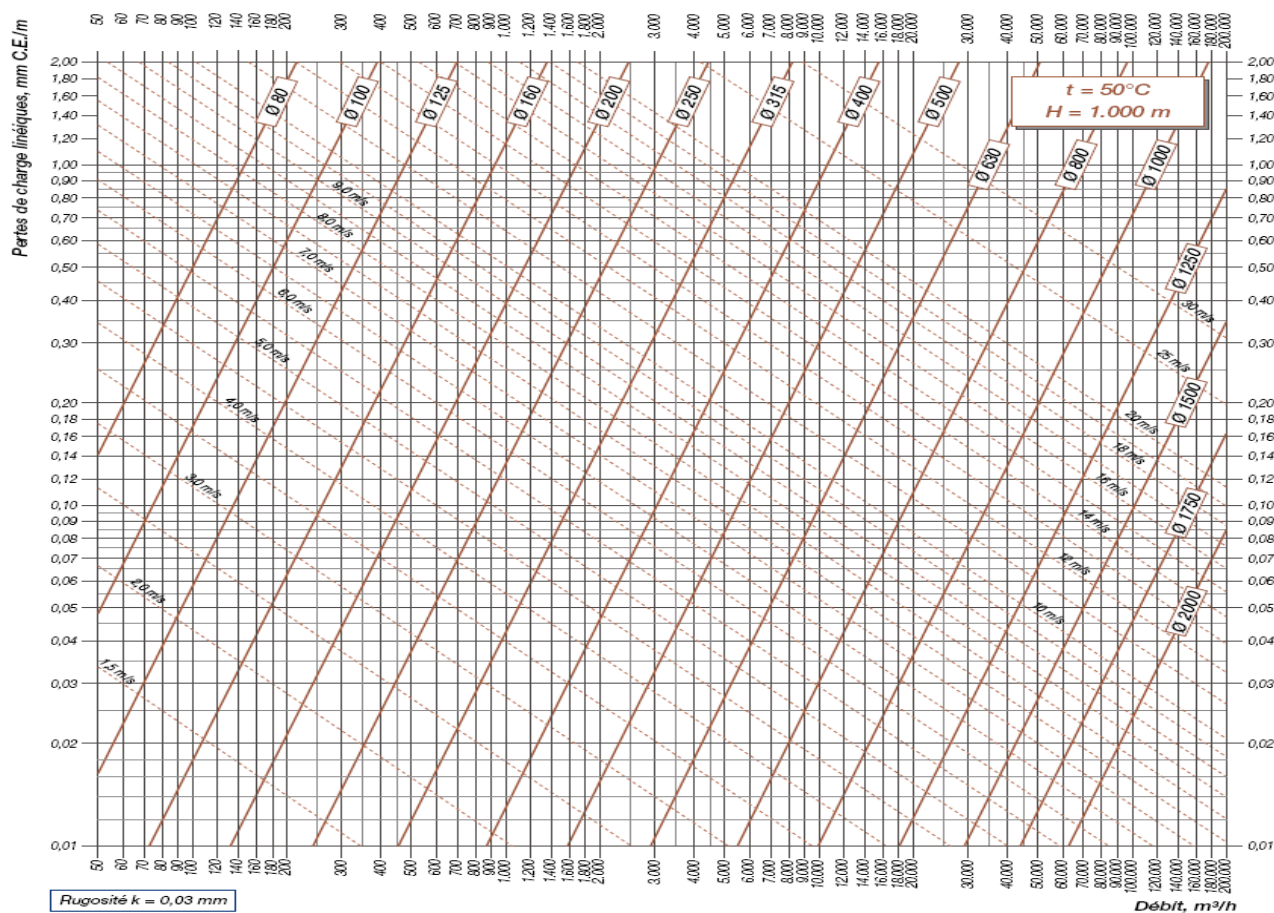
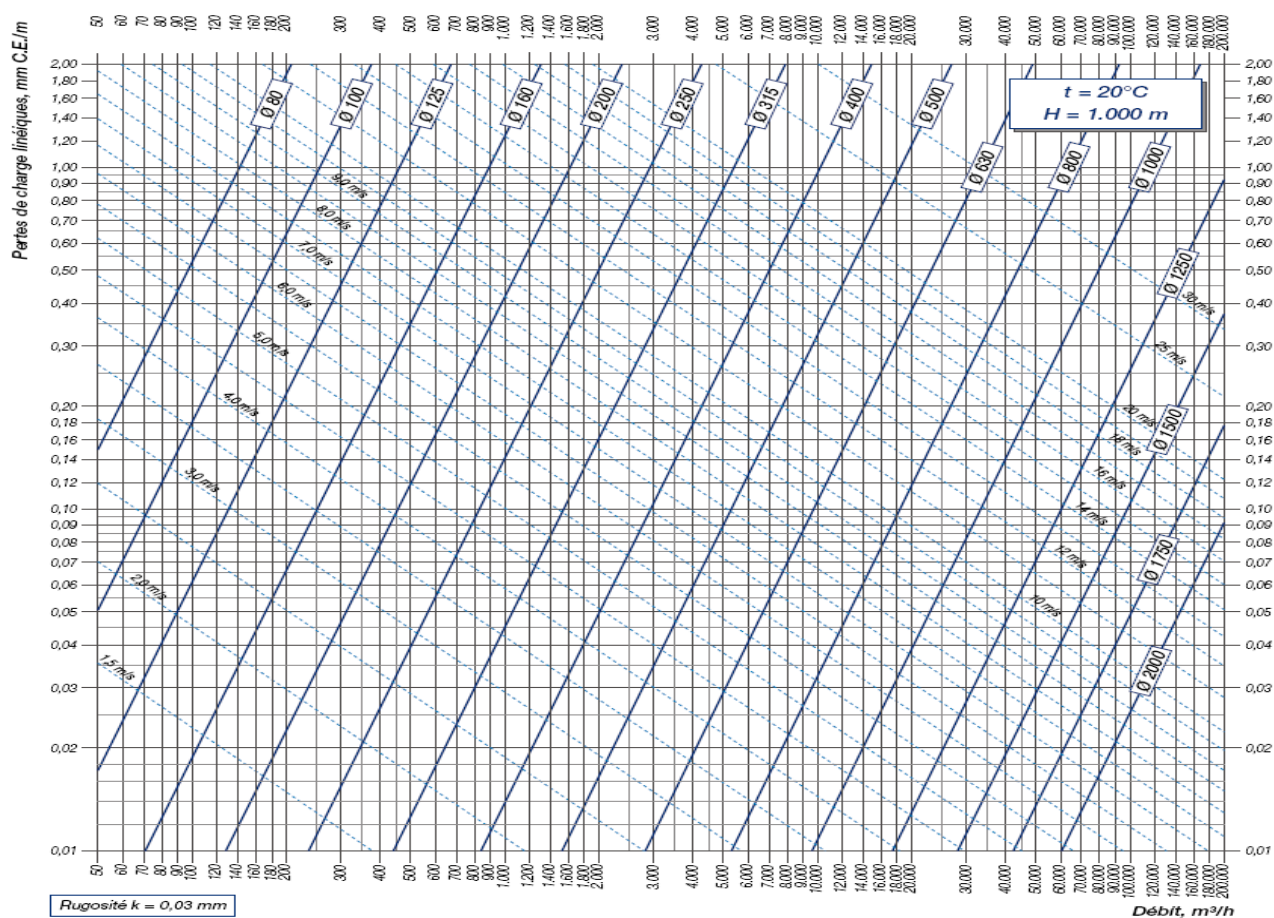
- $t = 20^{\circ}\text{C}$; $H = 0 \text{ m slm}$
 il diagramma può considerarsi valido quando:
 - la temperatura varia fra $+5^{\circ}\text{C}$ e $+35^{\circ}\text{C}$;
 - l'altitudine non supera i 500 m.
- $t = 50^{\circ}\text{C}$; $H = 0 \text{ m slm}$
 il diagramma può considerarsi valido quando:
 - la temperatura varia fra $+35^{\circ}\text{C}$ e $+65^{\circ}\text{C}$;
 - l'altitudine non supera i 500 m.
- $t = 20^{\circ}\text{C}$; $H = 1.000 \text{ m slm}$
 il diagramma può considerarsi valido quando:
 - la temperatura varia fra $+5^{\circ}\text{C}$ e $+35^{\circ}\text{C}$;
 - l'altitudine varia fra i 500 e i 1.500 m.
- $t = 50^{\circ}\text{C}$; $H = 1.000 \text{ m slm}$
 il diagramma può considerarsi valido quando:
 - la temperatura varia fra $+35^{\circ}\text{C}$ e $+65^{\circ}\text{C}$;
 - l'altitudine varia fra i 500 e i 1.500 m.

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

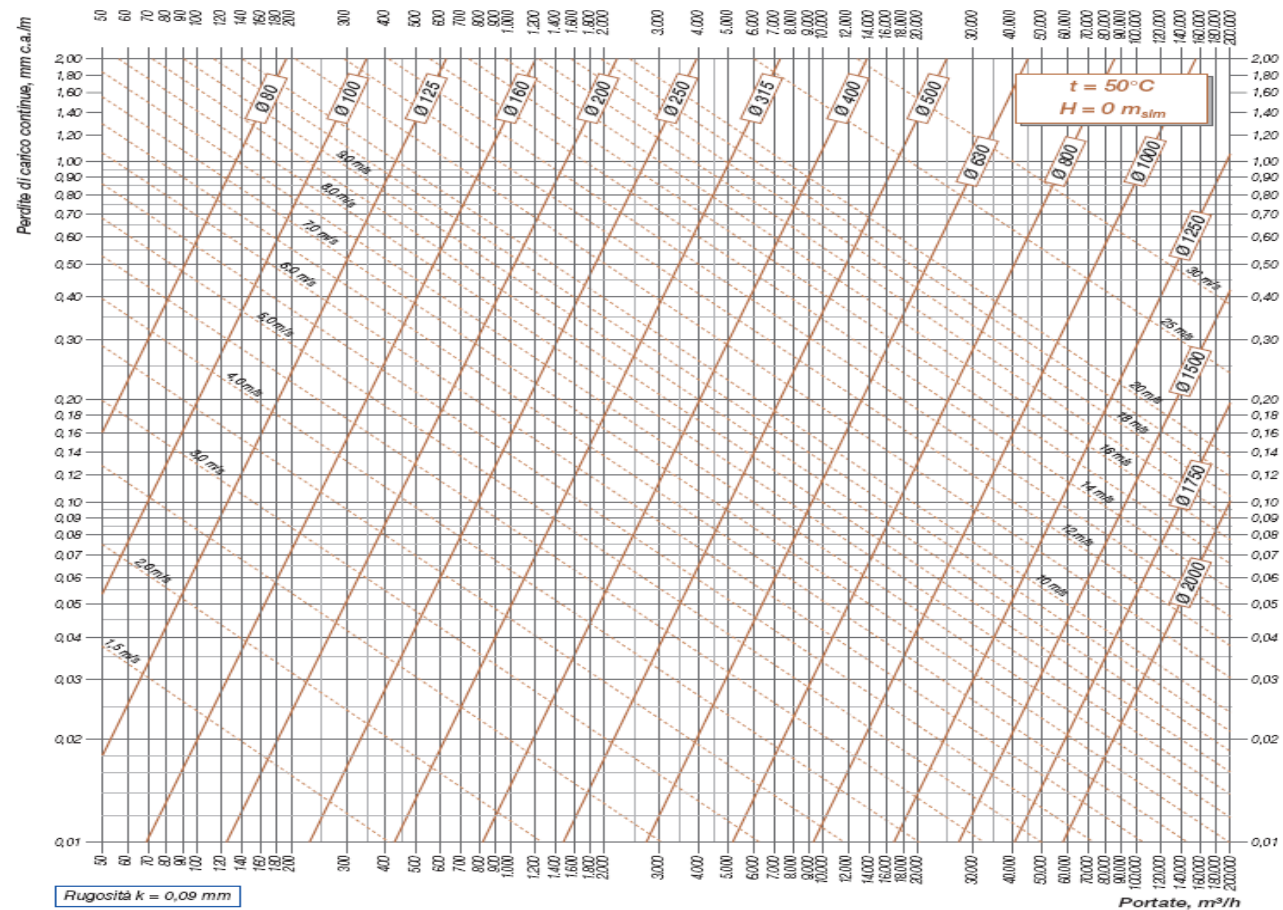
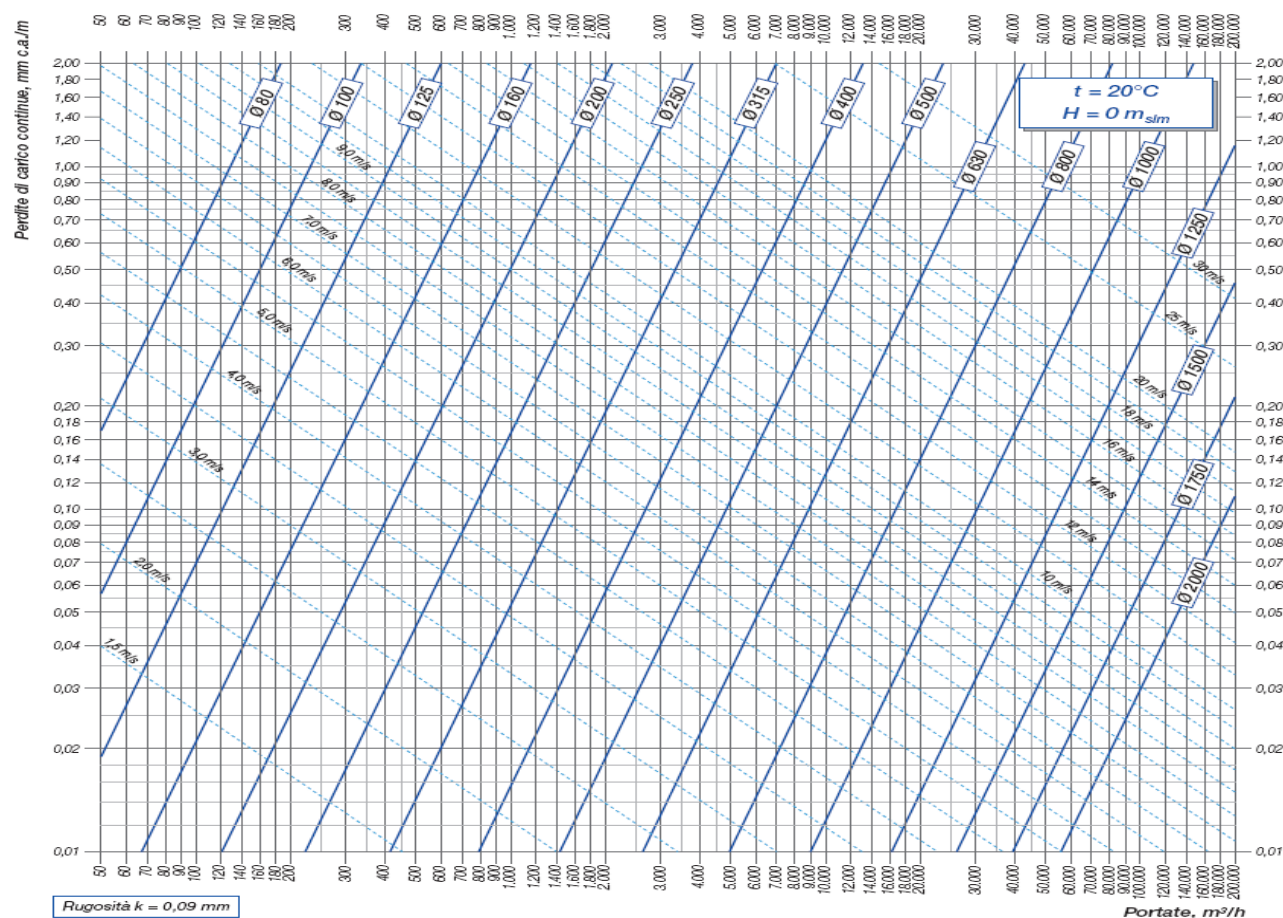
Perdite di carico continue dell'aria – CONDOTTI CIRCOLARI MOLTO LISCI



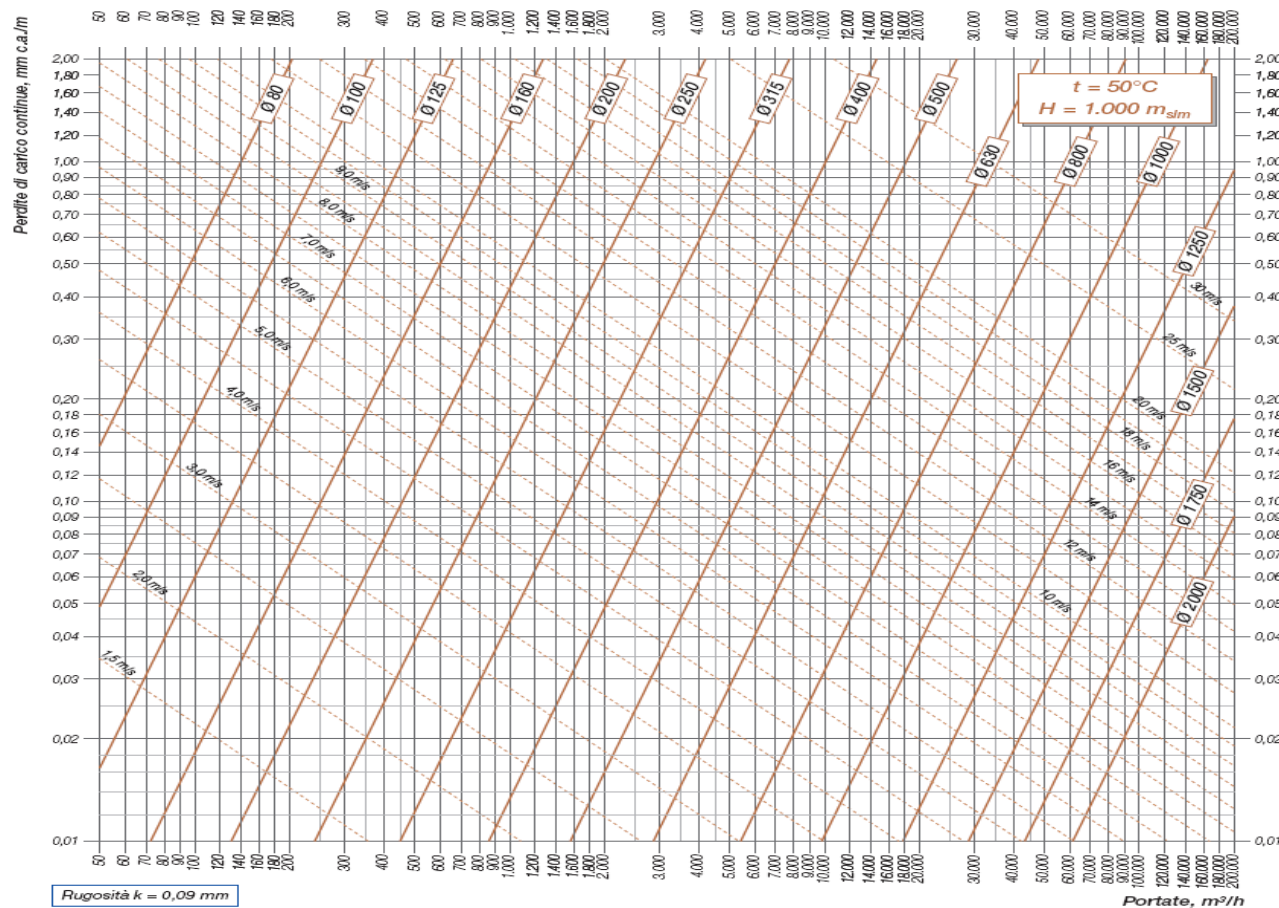
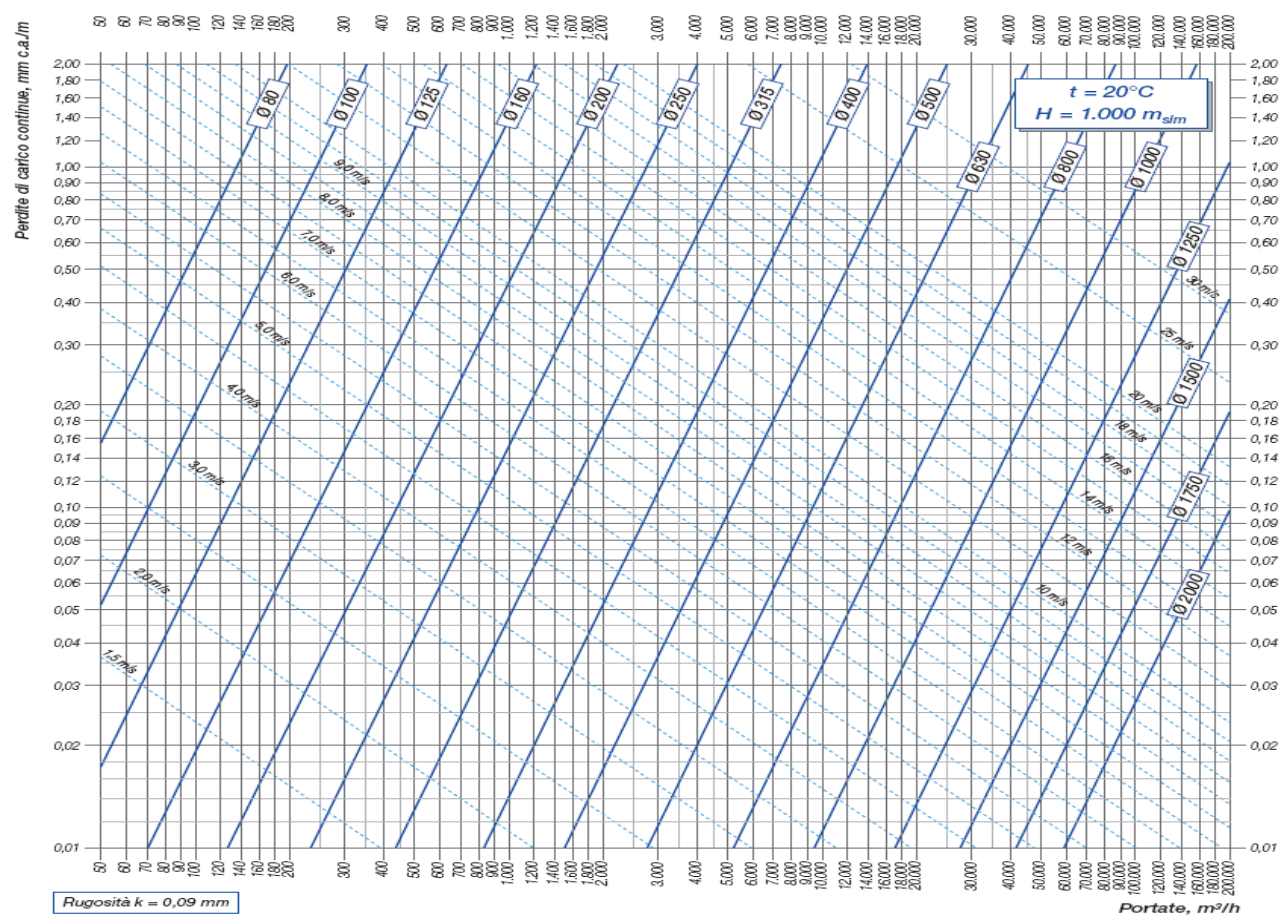
Perdite di carico continue dell'aria – CONDOTTI CIRCOLARI MOLTO LISCI



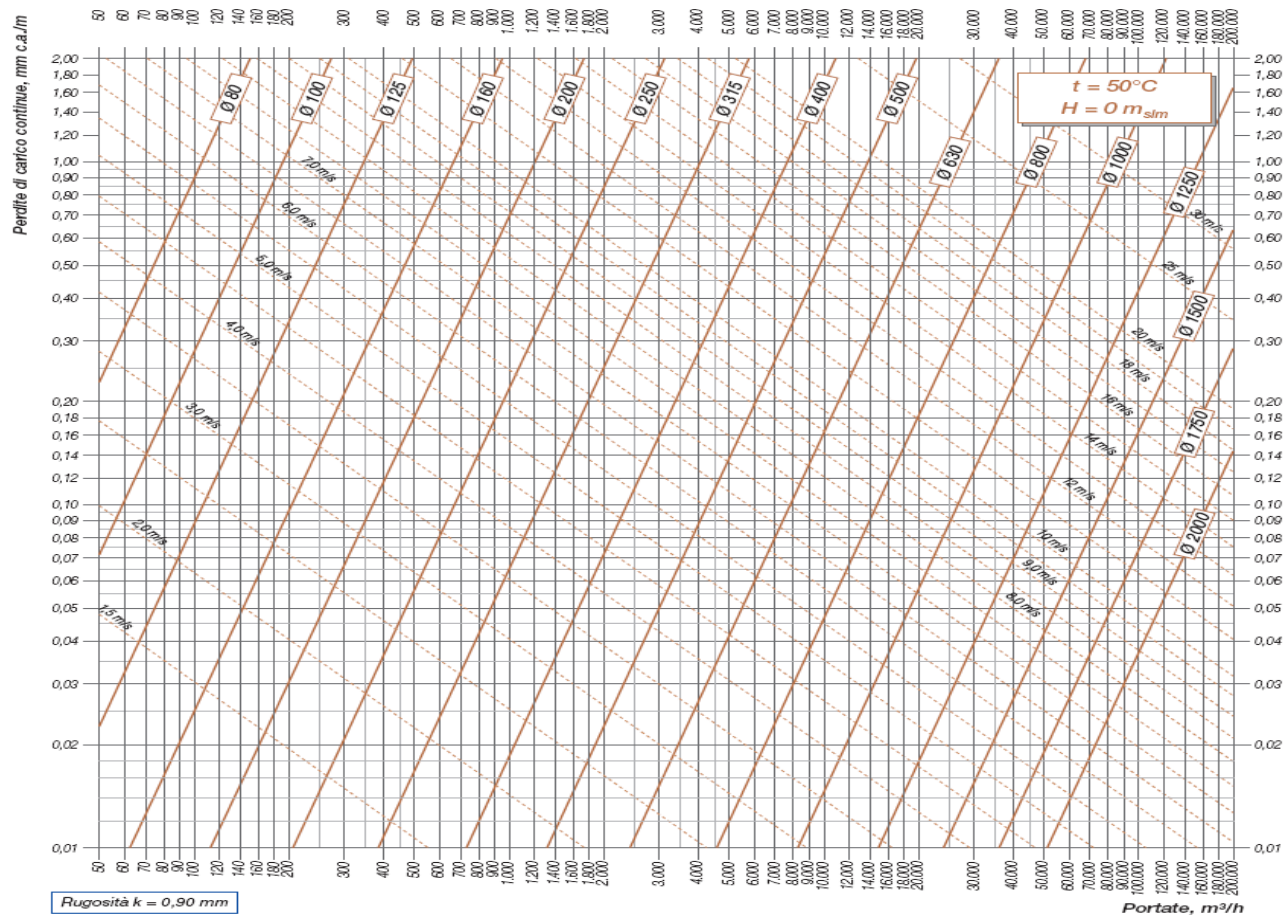
Perdite di carico continue dell'aria – CONDOTTI CIRCOLARI LISCI



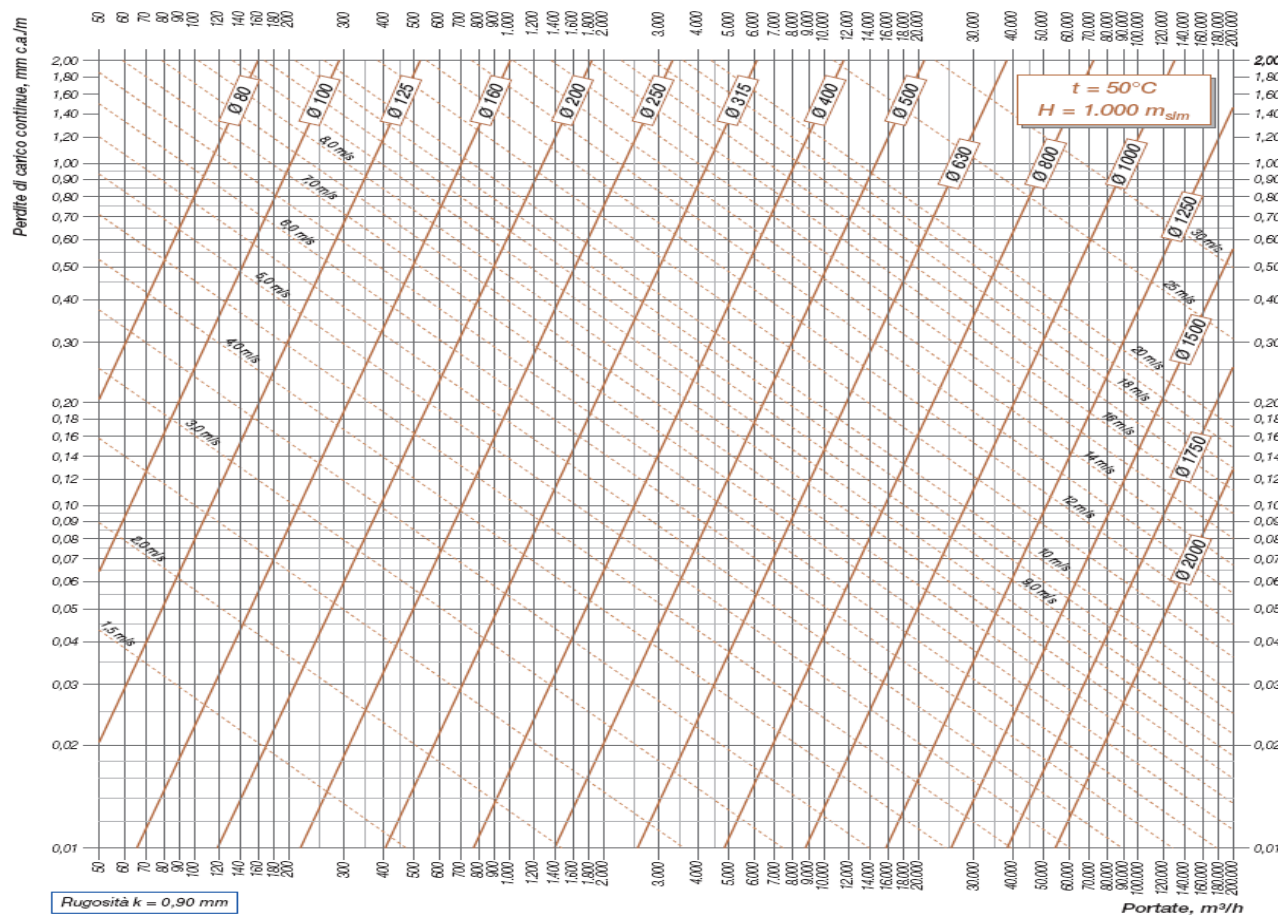
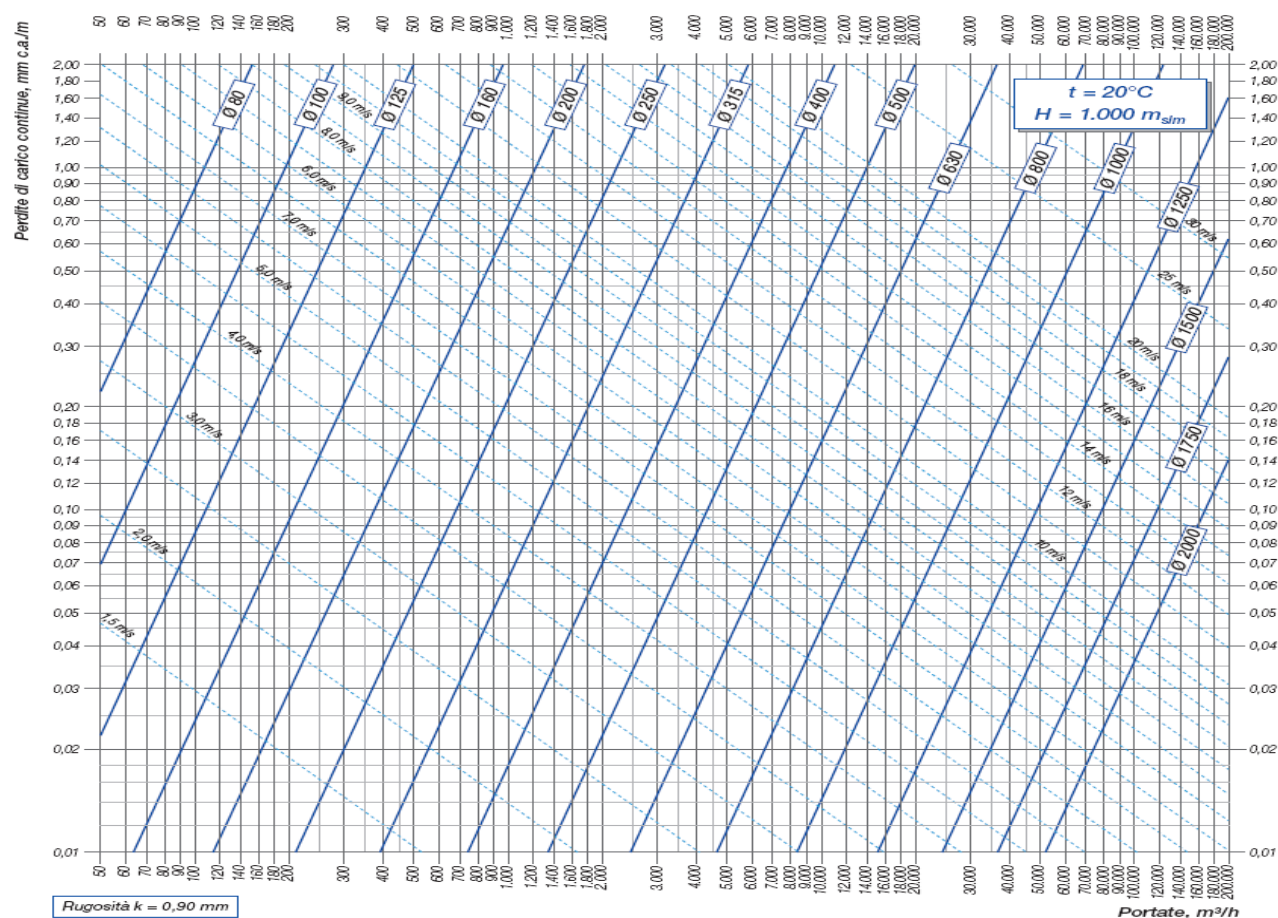
Perdite di carico continue dell'aria – CONDOTTI CIRCOLARI LISCI



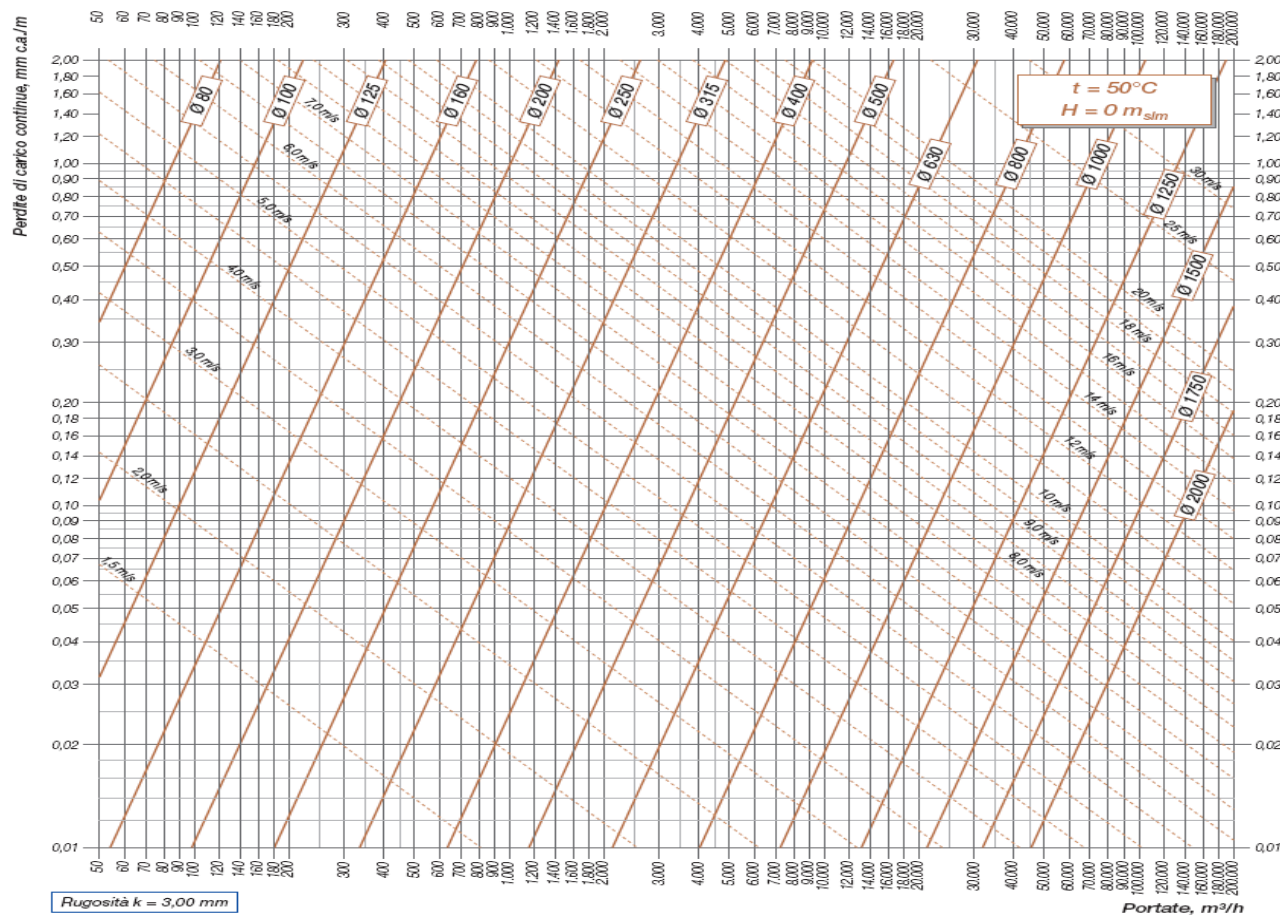
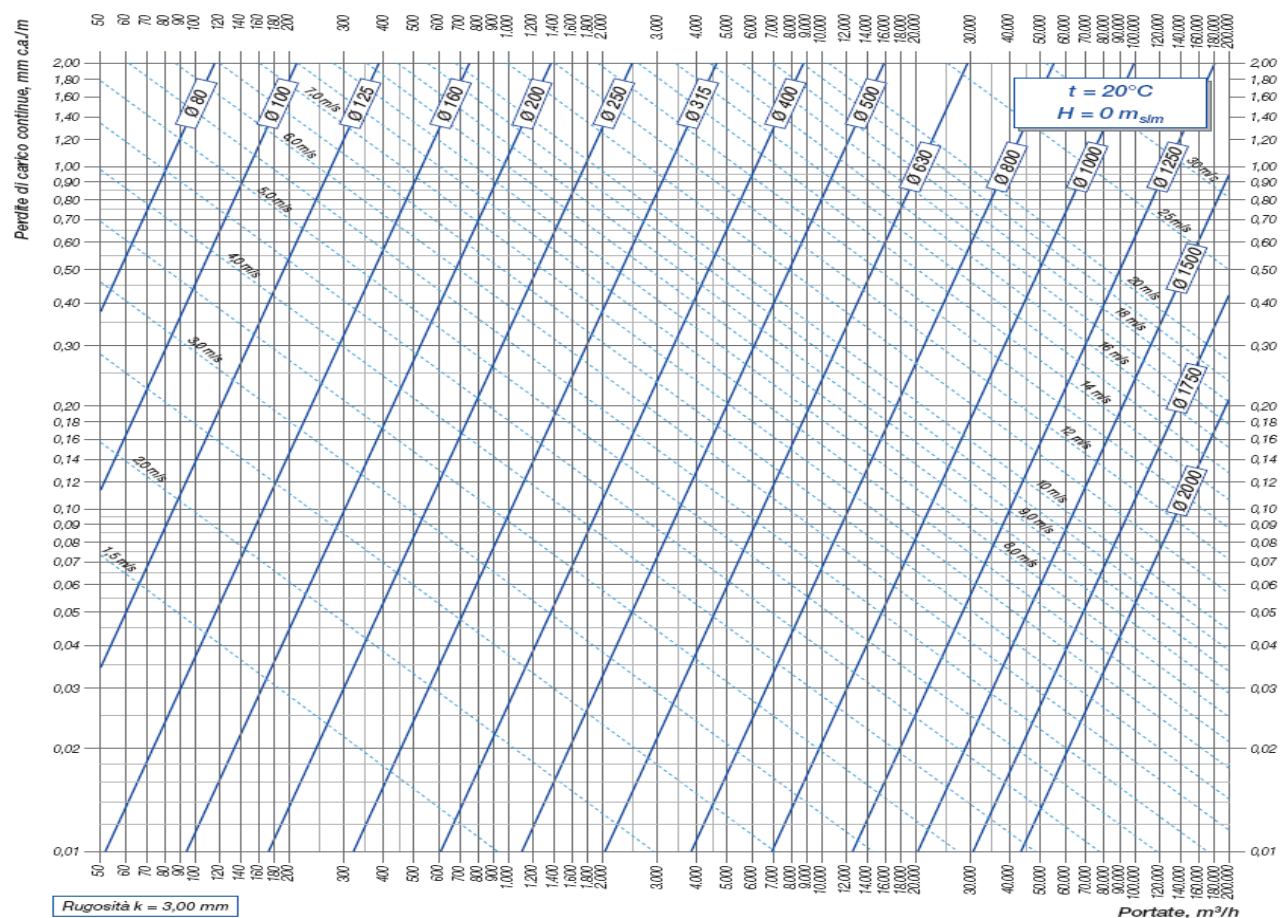
Perdite di carico continue dell'aria – CONDOTTI CIRCOLARI RUGOSI



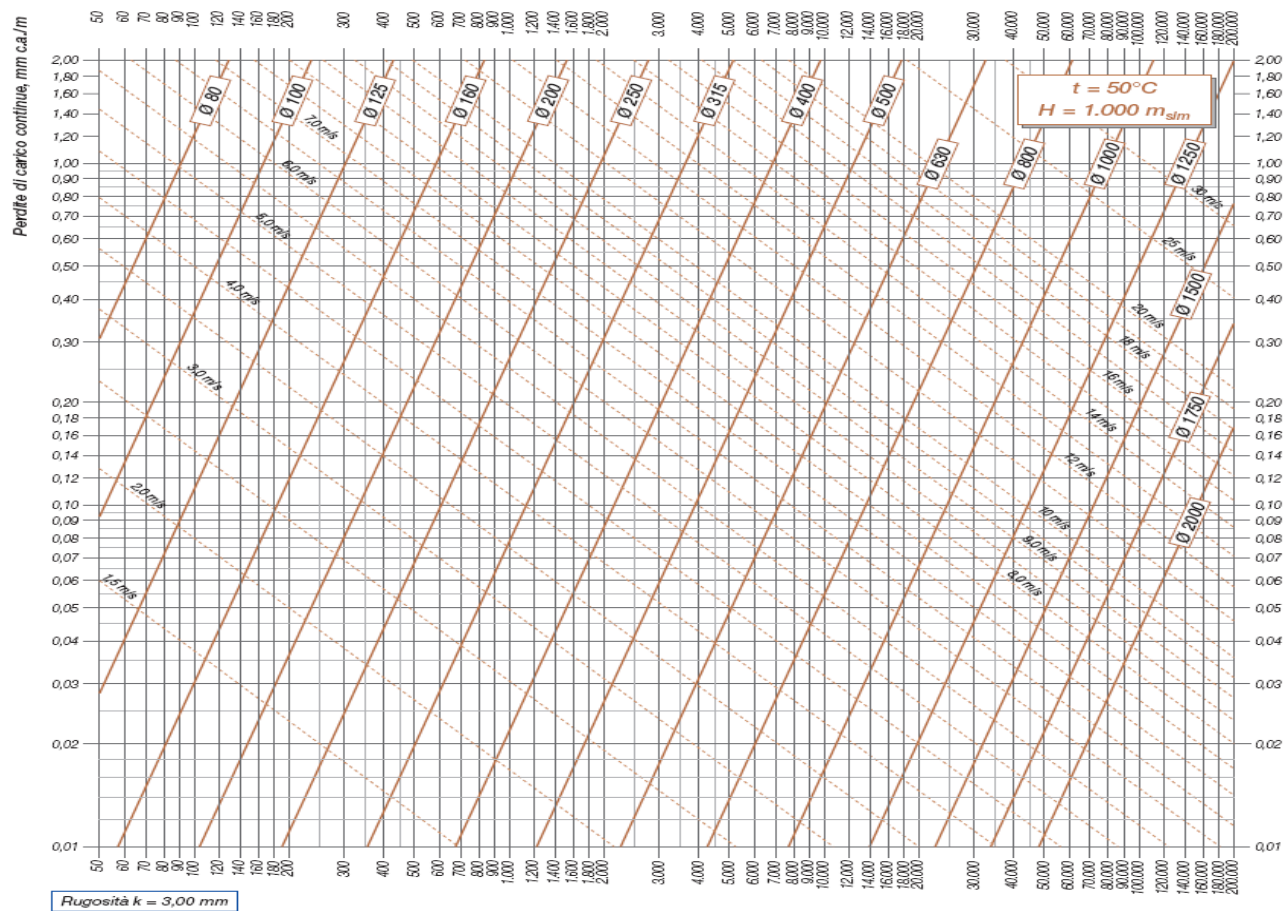
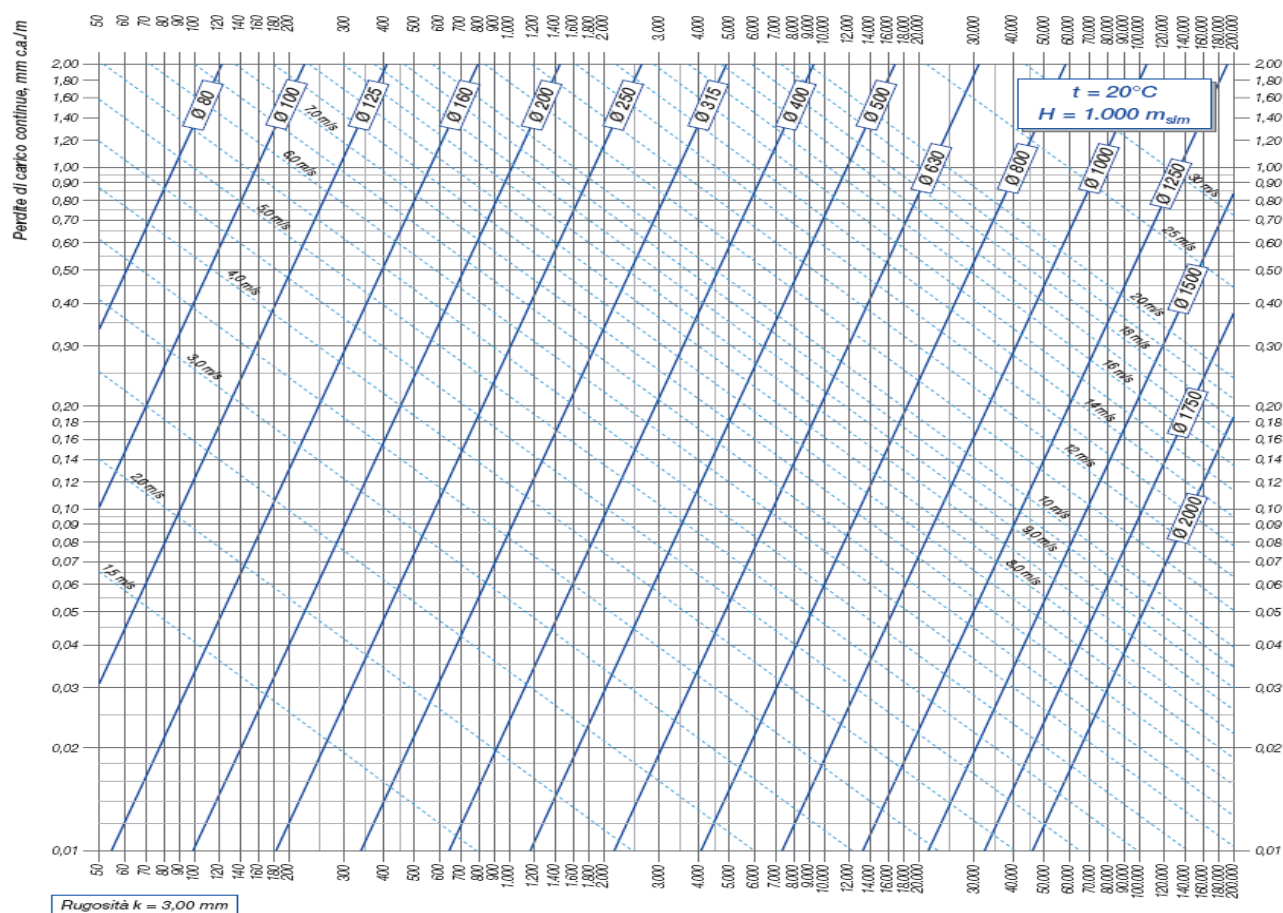
Perdite di carico continue dell'aria – CONDOTTI CIRCOLARI RUGOSI



Perdite di carico continue dell'aria – CONDOTTI CIRCOLARI MOLTO RUGOSI



Perdite di carico continue dell'aria – CONDOTTI CIRCOLARI MOLTO RUGOSI



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

a, b = dimensioni rettangolo/quadrato, mm				D _e = diametro equivalente, mm												f = fattore correttivo velocità			
b	a	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	a	b	
100	O _e	109	133	152	169	183	195	207	217	227	236	245	253	261	268	275	O _e	100	
	f	0,94	0,93	0,91	0,89	0,87	0,86	0,84	0,82	0,81	0,80	0,79	0,77	0,76	0,75	0,74	f		
150	O _e	133	164	189	210	229	245	260	274	287	299	310	321	331	341	350	O _e	150	
	f	0,93	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	f		
200	O _e	152	189	219	244	266	285	305	321	337	352	365	378	391	402	414	O _e	200	
	f	0,92	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	f		
250	O _e	169	210	244	273	299	322	343	363	381	398	414	429	443	457	470	O _e	250	
	f	0,89	0,92	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90	0,89	0,88	0,87	0,87	f		
300	O _e	183	229	266	299	328	354	378	400	420	439	457	474	490	506	520	O _e	300	
	f	0,87	0,91	0,93	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,91	0,90	0,90	0,89	0,89	f		
350	O _e	195	245	286	322	354	383	409	433	455	477	496	515	533	550	567	O _e	350	
	f	0,86	0,90	0,92	0,93	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	f		
400	O _e	207	260	305	343	378	409	437	464	488	511	533	553	573	592	609	O _e	400	
	f	0,84	0,89	0,91	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	f		
450	O _e	217	274	321	363	400	433	464	492	518	543	567	589	610	630	649	O _e	450	
	f	0,82	0,87	0,90	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	f		
500	O _e	227	287	337	381	420	455	488	518	547	573	598	622	644	666	687	O _e	500	
	f	0,81	0,86	0,89	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	f		
550	O _e	236	299	352	398	439	477	511	543	573	601	628	653	677	700	722	O _e	550	
	f	0,80	0,85	0,88	0,90	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	f		
600	O _e	245	310	365	414	457	496	533	567	598	628	656	683	708	732	755	O _e	600	
	f	0,79	0,84	0,87	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	f		
650	O _e	253	321	378	429	474	515	553	589	622	653	683	711	737	763	787	O _e	650	
	f	0,77	0,83	0,86	0,89	0,90	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f		
700	O _e	261	331	391	443	490	533	573	610	644	677	708	737	765	792	818	O _e	700	
	f	0,76	0,82	0,85	0,88	0,90	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f		
750	O _e	268	341	402	457	506	550	592	630	666	700	732	763	792	820	847	O _e	750	
	f	0,75	0,81	0,85	0,87	0,89	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f		
800	O _e	275	350	414	470	520	567	609	649	687	722	755	787	818	847	875	O _e	800	
	f	0,74	0,80	0,84	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	f		
850	O _e	282	359	424	482	534	582	626	668	706	743	778	811	842	872	901	O _e	850	
	f	0,74	0,79	0,83	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	f		
900	O _e	289	367	435	494	548	597	643	686	726	763	799	833	866	897	927	O _e	900	
	f	0,73	0,79	0,82	0,85	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	f		
950	O _e	295	376	445	506	561	612	659	703	744	783	820	855	889	921	952	O _e	950	
	f	0,72	0,78	0,82	0,85	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	f		
1000	O _e	301	384	454	517	574	626	674	719	762	802	840	876	911	944	976	O _e	1000	
	f	0,71	0,77	0,81	0,84	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	f		
1100	O _e	313	399	473	538	598	652	703	751	795	838	878	916	953	988	1.022	O _e	1100	
	f	0,70	0,76	0,80	0,83	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	f		
1200	O _e	324	413	490	558	620	677	731	780	827	872	914	954	993	1.030	1.066	O _e	1200	
	f	0,69	0,74	0,79	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	f		
1300	O _e	334	426	506	577	642	701	757	808	857	904	948	990	1.031	1.069	1.107	O _e	1300	
	f	0,67	0,73	0,77	0,80	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92	0,92	f		
1400	O _e	344	439	522	595	662	724	781	835	886	934	980	1.024	1.066	1.107	1.146	O _e	1400	
	f	0,66	0,72	0,76	0,79	0,82	0,84	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	f		
1500	O _e	355	452	536	612	681	745	805	860	913	963	1.011	1.057	1.100	1.143	1.183	O _e	1500	
	f	0,65	0,71	0,75	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	f		
1600	O _e	362	463	551	629	700	766	827	885	939	991	1.041	1.088	1.133	1.177	1.219	O _e	1600	
	f	0,64	0,70	0,74	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	0,91	f		
1700	O _e	371	475	564	644	718	785	849	908	964	1.018	1.069	1.118	1.164	1.209	1.253	O _e	1700	
	f	0,64	0,69	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	f		
1800	O _e	379	485	577	660	735	804	869	930	988	1.043	1.096	1.146	1.195	1.241	1.286	O _e	1800	
	f	0,63	0,69	0,73	0,76	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,90	f		
1900	O _e	387	496	590	674	751	823	889	952	1.012	1.068	1.122	1.174	1.224	1.271	1.318	O _e	1900	
	f	0,62	0,68	0,72	0,75	0,78	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	f		
2000	O _e	395	506	602	688	767	840	908	973	1.034	1.092	1.147	1.200	1.252	1.301	1.348	O _e	2000	
	f	0,61	0,67	0,71	0,74	0,77	0,79	0,8	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	f		
2200	O _e	410	525	625	715	797	874	945	1.013	1.076	1.137	1.195	1.251	1.305	1.356	1.406	O _e	2200	
	f	0,60	0,66	0,70	0,73	0,76	0,78	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	f		

b	a	850	900	950	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2200	a	b
850	O _e	929	956	982	1.007	1.055	1.100	1.143	1.183	1.222	1.259	1.295	1.329	1.362	1.394	1.455	O _e	850
	f	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89	f	
900	O _e	956	984	1.011	1.037	1.086	1.133	1.177	1.220	1.260	1.298	1.335	1.371	1.405	1.438	1.501	O _e	900
	f	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	0,89	f	
950	O _e	982	1.011	1.039	1.065	1.117	1.165	1.211	1.255	1.297	1.336	1.375	1.412	1.447	1.482	1.547	O _e	950
	f	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	f	
1000	O _e	1.007	1.037	1.065	1.093	1.146	1.196	1.244	1.289	1.332	1.373	1.413	1.451	1.485	1.523	1.591	O _e	1000
	f	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	0,90	f	
1100	O _e	1.055	1.086	1.117	1.146	1.202	1.256	1.306	1.354	1.400	1.444	1.486	1.527	1.566	1.604	1.676	O _e	1100
	f	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	f	
1200	O _e	1.100	1.133	1.165	1.196	1.256	1.312	1.365	1.416	1.464	1.511	1.555	1.598	1.640	1.680	1.756	O _e	1200
	f	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	f	
1300	O _e	1.143	1.177	1.211	1.244	1.306	1.365	1.421	1.475	1.526	1.574	1.621	1.667	1.710	1.753	1.833	O _e	1300
	f	0,93	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,92	f	
1400	O _e	1																



$$v = v_e \cdot f$$

v	= velocità condotto rettangolare, m/s
v_e	= velocità condotto circolare equivalente, m/s
f	= fattore correttivo

Nota:
la velocità $[v]$ serve a determinare le perdite di carico localizzate dei condotti rettangolari.

3.3.3 PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE

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

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

In genere, per il dimensionamento dei condotti e dei ventilatori si ricorre al metodo diretto, in quanto è sufficientemente accurato ed è facile da utilizzare.

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

$$z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

dove:

z = perdita di carico localizzata, in Pa

ξ = coefficiente di perdita localizzata, adimensionale (determinato con prove di laboratorio)

ρ = massa volumica dell'aria, in kg/m³

v = velocità media dell'aria, in m/s

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

$$z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9.81}$$



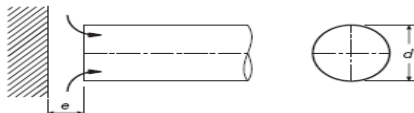
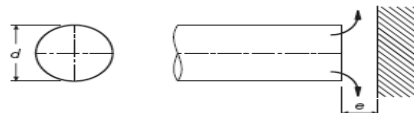
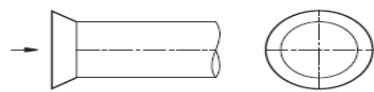
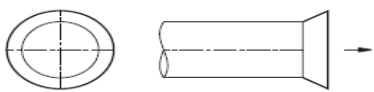
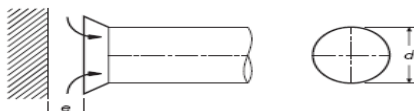
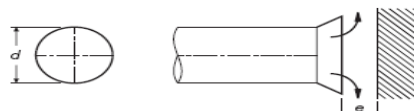
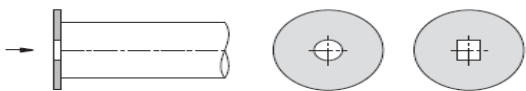
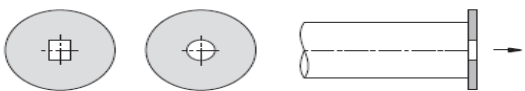
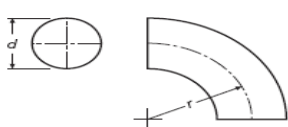

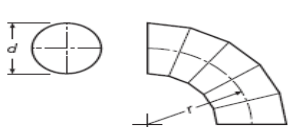
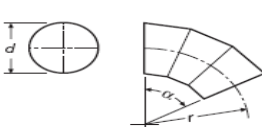
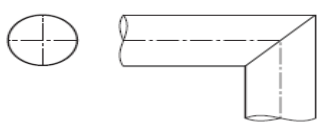
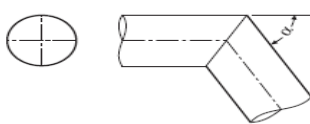
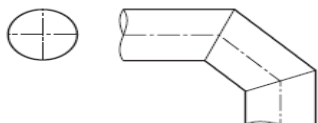
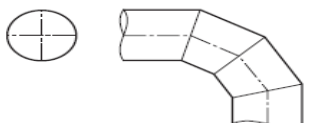
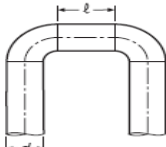
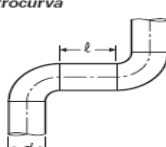
3.3.4 TABELLE PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE

Per determinare il valore delle perdite di carico localizzate, sono stati utilizzati i seguenti tipi di tabelle, riportati all'interno della collana tecnica denominata "Quaderni Caleffi".

TABELLE COEFFICIENTI PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE [ξ]

Riportano i valori dei coefficienti [ξ] relativi ai raccordi e componenti più utilizzati negli impianti aeraulici

CANALI CIRCOLARI - Valori del coefficiente $[\xi]$ di perdita localizzata

<p><i>Imbocco senza invito</i></p>  <p>$\xi = 0,8$</p>	<p><i>Sbocco senza invito</i></p>  <p>$\xi = 1,0$</p>																																							
<p><i>Imbocco senza invito con impedimento frontale</i></p>  <table data-bbox="660 454 756 591"><tr><th>e/d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,2</td><td>2,6</td></tr><tr><td>0,4</td><td>1,5</td></tr><tr><td>0,6</td><td>1,2</td></tr><tr><td>0,8</td><td>1,0</td></tr><tr><td>1,0</td><td>0,8</td></tr></table>	e/d	ξ	0,2	2,6	0,4	1,5	0,6	1,2	0,8	1,0	1,0	0,8	<p><i>Sbocco senza invito con impedimento frontale</i></p>  <table data-bbox="1299 454 1394 591"><tr><th>e/d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,4</td><td>1,8</td></tr><tr><td>0,6</td><td>1,4</td></tr><tr><td>0,8</td><td>1,2</td></tr><tr><td>1,0</td><td>1,0</td></tr></table>	e/d	ξ	0,4	1,8	0,6	1,4	0,8	1,2	1,0	1,0																	
e/d	ξ																																							
0,2	2,6																																							
0,4	1,5																																							
0,6	1,2																																							
0,8	1,0																																							
1,0	0,8																																							
e/d	ξ																																							
0,4	1,8																																							
0,6	1,4																																							
0,8	1,2																																							
1,0	1,0																																							
<p><i>Imbocco con invito</i></p>  <p>$\xi = 0,4$</p>	<p><i>Sbocco con invito</i></p>  <p>$\xi = 0,6$</p>																																							
<p><i>Imbocco con invito e impedimento frontale</i></p>  <table data-bbox="660 815 756 947"><tr><th>e/d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,2</td><td>1,2</td></tr><tr><td>0,4</td><td>0,7</td></tr><tr><td>0,6</td><td>0,6</td></tr><tr><td>0,8</td><td>0,5</td></tr><tr><td>1,0</td><td>0,4</td></tr></table>	e/d	ξ	0,2	1,2	0,4	0,7	0,6	0,6	0,8	0,5	1,0	0,4	<p><i>Sbocco con invito e impedimento frontale</i></p>  <table data-bbox="1299 815 1394 947"><tr><th>e/d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,4</td><td>1,2</td></tr><tr><td>0,6</td><td>1,0</td></tr><tr><td>0,8</td><td>0,8</td></tr><tr><td>1,0</td><td>0,6</td></tr></table>	e/d	ξ	0,4	1,2	0,6	1,0	0,8	0,8	1,0	0,6																	
e/d	ξ																																							
0,2	1,2																																							
0,4	0,7																																							
0,6	0,6																																							
0,8	0,5																																							
1,0	0,4																																							
e/d	ξ																																							
0,4	1,2																																							
0,6	1,0																																							
0,8	0,8																																							
1,0	0,6																																							
<p><i>Imbocco con diaframma</i></p>  <p>A = area sezione canale A^* = area passaggio diaframma</p> <table data-bbox="421 1084 772 1140"><tr><th>A^*/A</th><th>0,3</th><th>0,4</th><th>0,5</th><th>0,6</th><th>0,7</th><th>0,8</th><th>0,9</th></tr><tr><td>ξ</td><td>24</td><td>11</td><td>6,2</td><td>3,0</td><td>2,2</td><td>1,4</td><td>1,2</td></tr></table>	A^*/A	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	ξ	24	11	6,2	3,0	2,2	1,4	1,2	<p><i>Sbocco con diaframma</i></p>  <p>A = area sezione canale A^* = area passaggio diaframma</p> <table data-bbox="1058 1084 1409 1140"><tr><th>A^*/A</th><th>0,3</th><th>0,4</th><th>0,5</th><th>0,6</th><th>0,7</th><th>0,8</th><th>0,9</th></tr><tr><td>ξ</td><td>28</td><td>13</td><td>7,8</td><td>3,6</td><td>2,6</td><td>1,7</td><td>1,4</td></tr></table>	A^*/A	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	ξ	28	13	7,8	3,6	2,6	1,7	1,4							
A^*/A	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9																																	
ξ	24	11	6,2	3,0	2,2	1,4	1,2																																	
A^*/A	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9																																	
ξ	28	13	7,8	3,6	2,6	1,7	1,4																																	
<p><i>Curva a 90°</i></p>  <table data-bbox="660 1193 756 1330"><tr><th>r/d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,50</td><td>0,9</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,5</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,4</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,3</td></tr><tr><td>2,00</td><td>0,2</td></tr></table>	r/d	ξ	0,50	0,9	0,75	0,5	1,00	0,4	1,50	0,3	2,00	0,2	<p><i>Curve a 30°, 45° e 60°</i></p>  <table data-bbox="1169 1193 1409 1330"><tr><th rowspan="2">r/d</th><th colspan="3">ξ</th></tr><tr><th>$\alpha = 30^\circ$</th><th>$\alpha = 45^\circ$</th><th>$\alpha = 60^\circ$</th></tr><tr><td>0,50</td><td>0,3</td><td>0,5</td><td>0,7</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,3</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,3</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,2</td></tr><tr><td>2,00</td><td>0,1</td><td>0,1</td><td>0,1</td></tr></table>	r/d	ξ			$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	0,50	0,3	0,5	0,7	0,75	0,2	0,3	0,3	1,00	0,1	0,2	0,3	1,50	0,1	0,2	0,2	2,00	0,1	0,1	0,1
r/d	ξ																																							
0,50	0,9																																							
0,75	0,5																																							
1,00	0,4																																							
1,50	0,3																																							
2,00	0,2																																							
r/d	ξ																																							
	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$																																					
0,50	0,3	0,5	0,7																																					
0,75	0,2	0,3	0,3																																					
1,00	0,1	0,2	0,3																																					
1,50	0,1	0,2	0,2																																					
2,00	0,1	0,1	0,1																																					
<p><i>Curva a settori a 90°</i></p>  <table data-bbox="660 1373 756 1509"><tr><th>r/d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,50</td><td>1,1</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,6</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,4</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,3</td></tr><tr><td>2,00</td><td>0,2</td></tr></table>	r/d	ξ	0,50	1,1	0,75	0,6	1,00	0,4	1,50	0,3	2,00	0,2	<p><i>Curve a settori a 30°, 45° e 60°</i></p>  <table data-bbox="1169 1373 1409 1509"><tr><th rowspan="2">r/d</th><th colspan="3">ξ</th></tr><tr><th>$\alpha = 30^\circ$</th><th>$\alpha = 45^\circ$</th><th>$\alpha = 60^\circ$</th></tr><tr><td>0,50</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>0,7</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,4</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,3</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,2</td></tr><tr><td>2,00</td><td>0,1</td><td>0,1</td><td>0,1</td></tr></table>	r/d	ξ			$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	0,50	0,4	0,6	0,7	0,75	0,2	0,3	0,4	1,00	0,1	0,2	0,3	1,50	0,1	0,2	0,2	2,00	0,1	0,1	0,1
r/d	ξ																																							
0,50	1,1																																							
0,75	0,6																																							
1,00	0,4																																							
1,50	0,3																																							
2,00	0,2																																							
r/d	ξ																																							
	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$																																					
0,50	0,4	0,6	0,7																																					
0,75	0,2	0,3	0,4																																					
1,00	0,1	0,2	0,3																																					
1,50	0,1	0,2	0,2																																					
2,00	0,1	0,1	0,1																																					
<p><i>Curva con spigolo vivo a 90°</i></p>  <p>$\xi = 1,4$</p>	<p><i>Curve con spigolo vivo a 30°, 45° e 60°</i></p>  <table data-bbox="1233 1576 1409 1655"><tr><th colspan="3">ξ</th></tr><tr><th>$\alpha = 30^\circ$</th><th>$\alpha = 45^\circ$</th><th>$\alpha = 60^\circ$</th></tr><tr><td>0,4</td><td>0,7</td><td>1,0</td></tr></table>	ξ			$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	0,4	0,7	1,0																														
ξ																																								
$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$																																						
0,4	0,7	1,0																																						
<p><i>Curva ad un segmento a 90°</i></p>  <p>$\xi = 1,3$</p>	<p><i>Curva a due segmenti a 90°</i></p>  <p>$\xi = 1,2$</p>																																							
<p><i>Curva doppia</i></p>  <table data-bbox="660 1935 756 2033"><tr><th>l/d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>< 1</td><td>4,0</td></tr><tr><td>$1 + 2$</td><td>3,0</td></tr><tr><td>> 2</td><td>2,0</td></tr></table>	l/d	ξ	< 1	4,0	$1 + 2$	3,0	> 2	2,0	<p><i>Curva e controcurva</i></p>  <table data-bbox="1299 1935 1394 2033"><tr><th>l/d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>< 1</td><td>3,5</td></tr><tr><td>$1 + 2$</td><td>2,7</td></tr><tr><td>> 2</td><td>2,0</td></tr></table>	l/d	ξ	< 1	3,5	$1 + 2$	2,7	> 2	2,0																							
l/d	ξ																																							
< 1	4,0																																							
$1 + 2$	3,0																																							
> 2	2,0																																							
l/d	ξ																																							
< 1	3,5																																							
$1 + 2$	2,7																																							
> 2	2,0																																							

CANALI CIRCOLARI - Valori del coefficiente $[\xi]$ di perdita localizzata

<p>Derivazione a 90°</p> <p>$\xi_1 = 0,2 \quad \xi_2 = 1,3$</p>	<p>Derivazioni a 30°, 45° e 60°</p> <p>$\xi_1 = 0,2$</p> <table><tr><th colspan="3">ξ_2</th></tr><tr><th>$\alpha=30^\circ$</th><th>$\alpha=45^\circ$</th><th>$\alpha=60^\circ$</th></tr><tr><td>0,4</td><td>0,7</td><td>0,9</td></tr></table>	ξ_2			$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$	0,4	0,7	0,9															
ξ_2																									
$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$																							
0,4	0,7	0,9																							
<p>Derivazione con riduzione a 90°</p> <p>$\xi_1 = 0,4 \quad \xi_2 = 1,3$</p>	<p>Derivazioni con riduzione a 30°, 45° e 60°</p> <p>$\xi_1 = 0,4$</p> <table><tr><th colspan="3">ξ_2</th></tr><tr><th>$\alpha=30^\circ$</th><th>$\alpha=45^\circ$</th><th>$\alpha=60^\circ$</th></tr><tr><td>0,4</td><td>0,7</td><td>0,9</td></tr></table>	ξ_2			$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$	0,4	0,7	0,9															
ξ_2																									
$\alpha=30^\circ$	$\alpha=45^\circ$	$\alpha=60^\circ$																							
0,4	0,7	0,9																							
<p>Derivazione a doppia curva</p> <table><tr><th>r/d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,50</td><td>1,2</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,6</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,4</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,3</td></tr><tr><td>2,00</td><td>0,2</td></tr></table>	r/d	ξ	0,50	1,2	0,75	0,6	1,00	0,4	1,50	0,3	2,00	0,2	<p>Confluenza a doppia curva</p> <table><tr><th>r/d</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,50</td><td>1,1</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,5</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,3</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,2</td></tr><tr><td>2,00</td><td>0,2</td></tr></table>	r/d	ξ	0,50	1,1	0,75	0,5	1,00	0,3	1,50	0,2	2,00	0,2
r/d	ξ																								
0,50	1,2																								
0,75	0,6																								
1,00	0,4																								
1,50	0,3																								
2,00	0,2																								
r/d	ξ																								
0,50	1,1																								
0,75	0,5																								
1,00	0,3																								
1,50	0,2																								
2,00	0,2																								
<p>Derivazione ad Y</p> <table><tr><th>α</th><th>ξ</th></tr><tr><td>30°</td><td>0,3</td></tr><tr><td>45°</td><td>0,7</td></tr><tr><td>60°</td><td>1,0</td></tr></table>	α	ξ	30°	0,3	45°	0,7	60°	1,0	<p>Confluenza a Y</p> <table><tr><th>α</th><th>ξ</th></tr><tr><td>30°</td><td>0,3</td></tr><tr><td>45°</td><td>0,6</td></tr><tr><td>60°</td><td>0,9</td></tr></table>	α	ξ	30°	0,3	45°	0,6	60°	0,9								
α	ξ																								
30°	0,3																								
45°	0,7																								
60°	1,0																								
α	ξ																								
30°	0,3																								
45°	0,6																								
60°	0,9																								
<p>Derivazione a T</p> <p>$\xi_1 = 1,4$</p>	<p>Confluenza a T</p> <p>$\xi_1 = 1,3$</p>																								

<p>Restringimento senza invito</p> <table><tr><th>A_2/A_1</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,2</td><td>0,5</td></tr><tr><td>0,4</td><td>0,4</td></tr><tr><td>0,6</td><td>0,3</td></tr><tr><td>0,8</td><td>0,2</td></tr></table>	A_2/A_1	ξ	0,2	0,5	0,4	0,4	0,6	0,3	0,8	0,2	<p>Restringimento con invito</p> <p>$\xi = 0,2$</p>																																		
A_2/A_1	ξ																																												
0,2	0,5																																												
0,4	0,4																																												
0,6	0,3																																												
0,8	0,2																																												
<p>Allargamento senza invito</p> <table><tr><th>A_2/A_1</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,1</td><td>0,9</td></tr><tr><td>0,2</td><td>0,7</td></tr><tr><td>0,4</td><td>0,4</td></tr><tr><td>0,6</td><td>0,2</td></tr></table>	A_2/A_1	ξ	0,1	0,9	0,2	0,7	0,4	0,4	0,6	0,2	<p>Allargamento con invito</p> <table><tr><th>A_2/A_1</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,1</td><td>0,5</td></tr><tr><td>0,2</td><td>0,3</td></tr><tr><td>0,4</td><td>0,2</td></tr><tr><td>0,6</td><td>0,2</td></tr></table>	A_2/A_1	ξ	0,1	0,5	0,2	0,3	0,4	0,2	0,6	0,2																								
A_2/A_1	ξ																																												
0,1	0,9																																												
0,2	0,7																																												
0,4	0,4																																												
0,6	0,2																																												
A_2/A_1	ξ																																												
0,1	0,5																																												
0,2	0,3																																												
0,4	0,2																																												
0,6	0,2																																												
<p>Diaframma di equilibratura</p> <p>A = area sezione canale A* = area passaggio diaframma</p> <table><tr><th>A*/A</th><td>0,20</td><td>0,25</td><td>0,30</td><td>0,35</td><td>0,40</td><td>0,45</td><td>0,50</td><td>0,55</td><td>0,60</td></tr><tr><th>ξ</th><td>50</td><td>30</td><td>20</td><td>15</td><td>8</td><td>7</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td></tr></table>	A*/A	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	ξ	50	30	20	15	8	7	4	3	2	<p>Tubi e barre che attraversano canali</p> <table><tr><th colspan="4">Tubi</th><th colspan="4">Barre</th></tr><tr><th>e/d</th><td>0,10</td><td>0,25</td><td>0,50</td><th>h/d</th><td>0,10</td><td>0,25</td><td>0,50</td></tr><tr><th>ξ</th><td>0,2</td><td>0,6</td><td>2,0</td><th>ξ</th><td>0,7</td><td>1,4</td><td>4,0</td></tr></table>	Tubi				Barre				e/d	0,10	0,25	0,50	h/d	0,10	0,25	0,50	ξ	0,2	0,6	2,0	ξ	0,7	1,4	4,0
A*/A	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60																																				
ξ	50	30	20	15	8	7	4	3	2																																				
Tubi				Barre																																									
e/d	0,10	0,25	0,50	h/d	0,10	0,25	0,50																																						
ξ	0,2	0,6	2,0	ξ	0,7	1,4	4,0																																						
<p>Regolatore a farfalla</p> <table><tr><th>α</th><td>0°</td><td>10°</td><td>20°</td><td>30°</td><td>40°</td><td>45°</td><td>50°</td><td>55°</td><td>60°</td></tr><tr><th>ξ</th><td>0,2</td><td>0,6</td><td>1,8</td><td>4,4</td><td>11</td><td>21</td><td>35</td><td>65</td><td>105</td></tr></table>	α	0°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	55°	60°	ξ	0,2	0,6	1,8	4,4	11	21	35	65	105	<p>Regolatore a serranda</p> <table><tr><th>h/d</th><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,7</td></tr><tr><th>ξ</th><td>30</td><td>11</td><td>5,2</td><td>2,2</td><td>1,3</td><td>0,5</td></tr></table>	h/d	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	ξ	30	11	5,2	2,2	1,3	0,5										
α	0°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	55°	60°																																				
ξ	0,2	0,6	1,8	4,4	11	21	35	65	105																																				
h/d	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7																																							
ξ	30	11	5,2	2,2	1,3	0,5																																							
<p>Rete di protezione</p> <table><tr><th>A*/A</th><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,7</td></tr><tr><th>ξ</th><td>17</td><td>6,5</td><td>3,0</td><td>1,7</td><td>1,0</td><td>0,8</td></tr></table>	A*/A	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	ξ	17	6,5	3,0	1,7	1,0	0,8	<p>Lamiera forata</p> <table><tr><th>A*/A</th><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,7</td></tr><tr><th>ξ</th><td>60</td><td>22</td><td>9,0</td><td>4,0</td><td>2,2</td><td>1,0</td></tr></table>	A*/A	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	ξ	60	22	9,0	4,0	2,2	1,0																
A*/A	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7																																							
ξ	17	6,5	3,0	1,7	1,0	0,8																																							
A*/A	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7																																							
ξ	60	22	9,0	4,0	2,2	1,0																																							

CANALI RETTANGOLARI - Valori del coefficiente $[\xi]$ di perdita localizzata

<p><i>Imbocco senza invito</i></p> <p>$\xi = 1,00$</p>	<p><i>Sbocco senza invito</i></p> <p>$\xi = 1,20$</p>																																		
<p><i>Imbocco senza invito con impedimento frontale</i></p> <p>$d_e = \text{diametro equivalente}$</p> <table><tr><th>$e/d_e$</th><th>$\xi$</th></tr><tr><td>0,2</td><td>2,8</td></tr><tr><td>0,4</td><td>1,7</td></tr><tr><td>0,6</td><td>1,4</td></tr><tr><td>0,8</td><td>1,2</td></tr><tr><td>1,0</td><td>1,0</td></tr></table>	e/d_e	ξ	0,2	2,8	0,4	1,7	0,6	1,4	0,8	1,2	1,0	1,0	<p><i>Sbocco senza invito con impedimento frontale</i></p> <p>$d_e = \text{diametro equivalente}$</p> <table><tr><th>$e/d_e$</th><th>$\xi$</th></tr><tr><td>0,4</td><td>2,0</td></tr><tr><td>0,6</td><td>1,6</td></tr><tr><td>0,8</td><td>1,4</td></tr><tr><td>1,0</td><td>1,2</td></tr></table>	e/d_e	ξ	0,4	2,0	0,6	1,6	0,8	1,4	1,0	1,2												
e/d_e	ξ																																		
0,2	2,8																																		
0,4	1,7																																		
0,6	1,4																																		
0,8	1,2																																		
1,0	1,0																																		
e/d_e	ξ																																		
0,4	2,0																																		
0,6	1,6																																		
0,8	1,4																																		
1,0	1,2																																		
<p><i>Imbocco con invito</i></p> <p>$\xi = 0,6$</p>	<p><i>Sbocco con invito</i></p> <p>$\xi = 0,8$</p>																																		
<p><i>Imbocco con invito e impedimento frontale</i></p> <p>$d_e = \text{diametro equivalente}$</p> <table><tr><th>$e/d_e$</th><th>$\xi$</th></tr><tr><td>0,2</td><td>1,4</td></tr><tr><td>0,4</td><td>0,9</td></tr><tr><td>0,6</td><td>0,8</td></tr><tr><td>0,8</td><td>0,7</td></tr><tr><td>1,0</td><td>0,6</td></tr></table>	e/d_e	ξ	0,2	1,4	0,4	0,9	0,6	0,8	0,8	0,7	1,0	0,6	<p><i>Sbocco con invito e impedimento frontale</i></p> <p>$d_e = \text{diametro equivalente}$</p> <table><tr><th>$e/d_e$</th><th>$\xi$</th></tr><tr><td>0,4</td><td>1,4</td></tr><tr><td>0,6</td><td>1,2</td></tr><tr><td>0,8</td><td>1,0</td></tr><tr><td>1,0</td><td>0,8</td></tr></table>	e/d_e	ξ	0,4	1,4	0,6	1,2	0,8	1,0	1,0	0,8												
e/d_e	ξ																																		
0,2	1,4																																		
0,4	0,9																																		
0,6	0,8																																		
0,8	0,7																																		
1,0	0,6																																		
e/d_e	ξ																																		
0,4	1,4																																		
0,6	1,2																																		
0,8	1,0																																		
1,0	0,8																																		
<p><i>Imbocco con diaframma</i></p> <p>$A = \text{area sezione canale}$ $A^* = \text{area passaggio diaframma}$</p> <table><tr><th>$A^*/A$</th><th>0,3</th><th>0,4</th><th>0,5</th><th>0,6</th><th>0,7</th><th>0,8</th><th>0,9</th></tr><tr><th>ξ</th><td>24</td><td>11</td><td>6,2</td><td>3,0</td><td>2,2</td><td>1,4</td><td>1,2</td></tr></table>	A^*/A	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	ξ	24	11	6,2	3,0	2,2	1,4	1,2	<p><i>Sbocco con diaframma</i></p> <p>$A = \text{area sezione canale}$ $A^* = \text{area passaggio diaframma}$</p> <table><tr><th>$A^*/A$</th><th>0,3</th><th>0,4</th><th>0,5</th><th>0,6</th><th>0,7</th><th>0,8</th><th>0,9</th></tr><tr><th>ξ</th><td>28</td><td>13</td><td>7,8</td><td>3,6</td><td>2,6</td><td>1,7</td><td>1,4</td></tr></table>	A^*/A	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	ξ	28	13	7,8	3,6	2,6	1,7	1,4		
A^*/A	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9																												
ξ	24	11	6,2	3,0	2,2	1,4	1,2																												
A^*/A	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9																												
ξ	28	13	7,8	3,6	2,6	1,7	1,4																												
<p><i>Curva a 90°</i></p> <table><tr><th rowspan="2">r/a</th><th colspan="2">ξ</th></tr><tr><th>$b/a \leq 1$</th><th>$b/a \geq 1$</th></tr><tr><td>0,50</td><td>1,2</td><td>1,0</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,6</td><td>0,4</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,3</td><td>0,2</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,1</td><td>0,1</td></tr></table>	r/a	ξ		$b/a \leq 1$	$b/a \geq 1$	0,50	1,2	1,0	0,75	0,6	0,4	1,00	0,3	0,2	1,50	0,1	0,1	<p><i>Curve a 30°, 45° e 60°</i></p> <table><tr><th colspan="2">ξ</th></tr><tr><td>$\alpha = 30^\circ$</td><td>$\xi = \xi_{(90^\circ)} \cdot 0,33$</td></tr><tr><td>$\alpha = 45^\circ$</td><td>$\xi = \xi_{(90^\circ)} \cdot 0,50$</td></tr><tr><td>$\alpha = 60^\circ$</td><td>$\xi = \xi_{(90^\circ)} \cdot 0,66$</td></tr></table>	ξ		$\alpha = 30^\circ$	$\xi = \xi_{(90^\circ)} \cdot 0,33$	$\alpha = 45^\circ$	$\xi = \xi_{(90^\circ)} \cdot 0,50$	$\alpha = 60^\circ$	$\xi = \xi_{(90^\circ)} \cdot 0,66$									
r/a		ξ																																	
	$b/a \leq 1$	$b/a \geq 1$																																	
0,50	1,2	1,0																																	
0,75	0,6	0,4																																	
1,00	0,3	0,2																																	
1,50	0,1	0,1																																	
ξ																																			
$\alpha = 30^\circ$	$\xi = \xi_{(90^\circ)} \cdot 0,33$																																		
$\alpha = 45^\circ$	$\xi = \xi_{(90^\circ)} \cdot 0,50$																																		
$\alpha = 60^\circ$	$\xi = \xi_{(90^\circ)} \cdot 0,66$																																		
<p><i>Curva a 90° con deflettori</i></p> <table><tr><th>a</th><th>N</th><th>X_1</th><th>X_2</th><th>X_3</th><th>X_4</th></tr><tr><td>300 + 500</td><td>1</td><td>1/3a</td><td>2/3a</td><td></td><td></td></tr><tr><td>500 + 1.000</td><td>2</td><td>1/6a</td><td>1/3a</td><td>1/2a</td><td></td></tr><tr><td>> 1.000</td><td>3</td><td>1/12a</td><td>1/6a</td><td>1/4a</td><td>1/2a</td></tr></table> <p>$a = \text{altezza sezione canale}$ $N = \text{numero deflettori}$ $X_n = \text{distanza dei vari passaggi d'aria}$</p> <table><tr><th>$r/a$</th><th>$\xi$</th></tr><tr><td>0,50</td><td>0,5</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,2</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,1</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,1</td></tr></table>	a	N	X_1	X_2	X_3	X_4	300 + 500	1	1/3a	2/3a			500 + 1.000	2	1/6a	1/3a	1/2a		> 1.000	3	1/12a	1/6a	1/4a	1/2a	r/a	ξ	0,50	0,5	0,75	0,2	1,00	0,1	1,50	0,1	
a	N	X_1	X_2	X_3	X_4																														
300 + 500	1	1/3a	2/3a																																
500 + 1.000	2	1/6a	1/3a	1/2a																															
> 1.000	3	1/12a	1/6a	1/4a	1/2a																														
r/a	ξ																																		
0,50	0,5																																		
0,75	0,2																																		
1,00	0,1																																		
1,50	0,1																																		
<p><i>Curva con spigolo vivo a 90°</i></p> <p>$\xi = 1,4$</p>	<p><i>Curve con spigolo vivo a 30°, 45° e 60°</i></p> <table><tr><th colspan="3">ξ</th></tr><tr><td>$\alpha = 30^\circ$</td><td>$\alpha = 45^\circ$</td><td>$\alpha = 60^\circ$</td></tr><tr><td>0,5</td><td>0,7</td><td>0,9</td></tr></table>	ξ			$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	0,5	0,7	0,9																									
ξ																																			
$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$																																	
0,5	0,7	0,9																																	
<p><i>Curva a 90° con alette normali</i></p> <p>$\xi = 0,4$</p>	<p><i>Curva a 90° con alette aerodinamiche</i></p> <p>$\xi = 0,2$</p>																																		
<p><i>Curva a 90° ad un segmento</i></p> <p>$\xi = 1,3$</p>	<p><i>Curva a 90° a due segmenti</i></p> <p>$\xi = 1,2$</p>																																		

CANALI RETTANGOLARI - Valori del coefficiente $[\xi]$ di perdita localizzata

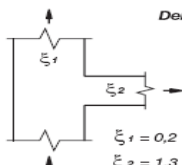
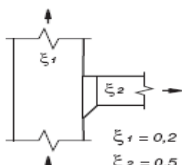
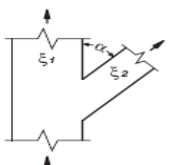
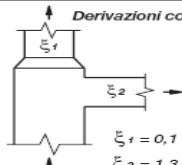
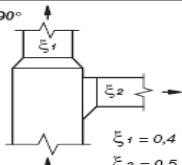
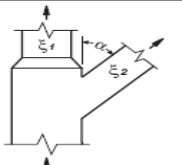
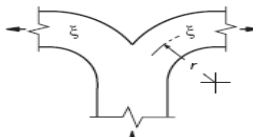
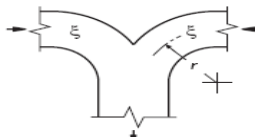
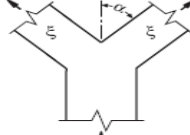
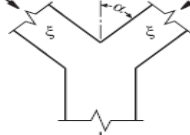


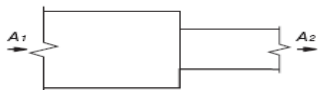
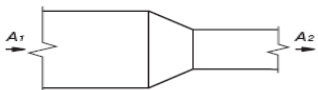
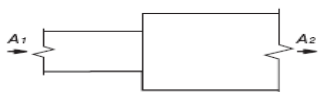
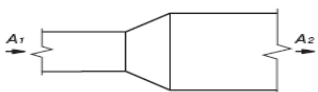
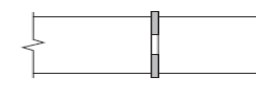
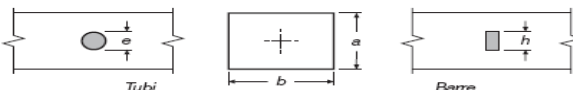
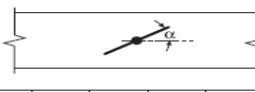
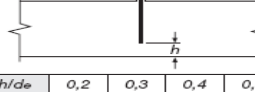

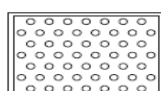
<p>Derivazioni a 90°</p>  <p>$\xi_1 = 0,2$ $\xi_2 = 1,3$</p>  <p>$\xi_1 = 0,2$ $\xi_2 = 0,5$</p>	<p>Derivazioni a 30°, 45° e 60°</p>  <p>$\xi_1 = 0,2$</p> <table><tr><th colspan="3">ξ_2</th></tr><tr><th>$\alpha = 30^\circ$</th><th>$\alpha = 45^\circ$</th><th>$\alpha = 60^\circ$</th></tr><tr><td>0,4</td><td>0,7</td><td>0,9</td></tr></table>	ξ_2			$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	0,4	0,7	0,9																																	
ξ_2																																											
$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$																																									
0,4	0,7	0,9																																									
<p>Derivazioni con riduzione a 90°</p>  <p>$\xi_1 = 0,1$ $\xi_2 = 1,3$</p>  <p>$\xi_1 = 0,4$ $\xi_2 = 0,5$</p>	<p>Derivazioni con riduzione a 30°, 45° e 60°</p>  <p>$\xi_1 = 0,4$</p> <table><tr><th colspan="3">ξ_2</th></tr><tr><th>$\alpha = 30^\circ$</th><th>$\alpha = 45^\circ$</th><th>$\alpha = 60^\circ$</th></tr><tr><td>0,4</td><td>0,7</td><td>0,9</td></tr></table>	ξ_2			$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	0,4	0,7	0,9																																	
ξ_2																																											
$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$																																									
0,4	0,7	0,9																																									
<p>Derivazione a doppia curva</p>  <table><tr><th>r/a</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,50</td><td>1,0</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,5</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,3</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,1</td></tr><tr><td>2,00</td><td>0,1</td></tr></table>	r/a	ξ	0,50	1,0	0,75	0,5	1,00	0,3	1,50	0,1	2,00	0,1	<p>Confluenza a doppia curva</p>  <table><tr><th>r/a</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,50</td><td>1,0</td></tr><tr><td>0,75</td><td>0,4</td></tr><tr><td>1,00</td><td>0,2</td></tr><tr><td>1,50</td><td>0,1</td></tr><tr><td>2,00</td><td>0,1</td></tr></table>	r/a	ξ	0,50	1,0	0,75	0,4	1,00	0,2	1,50	0,1	2,00	0,1																		
r/a	ξ																																										
0,50	1,0																																										
0,75	0,5																																										
1,00	0,3																																										
1,50	0,1																																										
2,00	0,1																																										
r/a	ξ																																										
0,50	1,0																																										
0,75	0,4																																										
1,00	0,2																																										
1,50	0,1																																										
2,00	0,1																																										
<p>Derivazione ad Y</p>  <table><tr><th>α</th><th>ξ</th></tr><tr><td>30°</td><td>0,3</td></tr><tr><td>45°</td><td>0,7</td></tr><tr><td>60°</td><td>1,0</td></tr></table>	α	ξ	30°	0,3	45°	0,7	60°	1,0	<p>Confluenza a Y</p>  <table><tr><th>α</th><th>ξ</th></tr><tr><td>30°</td><td>0,3</td></tr><tr><td>45°</td><td>0,6</td></tr><tr><td>60°</td><td>0,9</td></tr></table>	α	ξ	30°	0,3	45°	0,6	60°	0,9																										
α	ξ																																										
30°	0,3																																										
45°	0,7																																										
60°	1,0																																										
α	ξ																																										
30°	0,3																																										
45°	0,6																																										
60°	0,9																																										
<p>Derivazione a T</p>  <p>$\xi_1 = 1,4$</p>	<p>Confluenza a T</p>  <p>$\xi_1 = 1,3$</p>																																										
<p>Restringimento senza invito</p>  <table><tr><th>A_2/A_1</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,2</td><td>0,5</td></tr><tr><td>0,4</td><td>0,4</td></tr><tr><td>0,6</td><td>0,3</td></tr><tr><td>0,8</td><td>0,2</td></tr></table>	A_2/A_1	ξ	0,2	0,5	0,4	0,4	0,6	0,3	0,8	0,2	<p>Restringimento con invito</p>  <p>$\xi = 0,2$</p>																																
A_2/A_1	ξ																																										
0,2	0,5																																										
0,4	0,4																																										
0,6	0,3																																										
0,8	0,2																																										
<p>Allargamento senza invito</p>  <table><tr><th>A_2/A_1</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,1</td><td>0,9</td></tr><tr><td>0,2</td><td>0,7</td></tr><tr><td>0,4</td><td>0,4</td></tr><tr><td>0,6</td><td>0,2</td></tr></table>	A_2/A_1	ξ	0,1	0,9	0,2	0,7	0,4	0,4	0,6	0,2	<p>Allargamento con invito</p>  <table><tr><th>A_2/A_1</th><th>ξ</th></tr><tr><td>0,1</td><td>0,5</td></tr><tr><td>0,2</td><td>0,3</td></tr><tr><td>0,4</td><td>0,2</td></tr><tr><td>0,6</td><td>0,2</td></tr></table>	A_2/A_1	ξ	0,1	0,5	0,2	0,3	0,4	0,2	0,6	0,2																						
A_2/A_1	ξ																																										
0,1	0,9																																										
0,2	0,7																																										
0,4	0,4																																										
0,6	0,2																																										
A_2/A_1	ξ																																										
0,1	0,5																																										
0,2	0,3																																										
0,4	0,2																																										
0,6	0,2																																										
<p>Diagrammi di equilibratura</p>  <p>A = area sezione canale A^* = area passaggio diaframma</p> <table><tr><th>A^*/A</th><td>0,20</td><td>0,25</td><td>0,30</td><td>0,35</td><td>0,40</td><td>0,45</td><td>0,50</td><td>0,55</td><td>0,60</td></tr><tr><th>ξ</th><td>50</td><td>30</td><td>20</td><td>15</td><td>8</td><td>7</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td></tr></table>	A^*/A	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	ξ	50	30	20	15	8	7	4	3	2	<p>Tubi e barre che attraversano canali</p>  <table><tr><th colspan="3">Tubi</th><th colspan="3">Barre</th></tr><tr><th>e/de</th><td>0,10</td><td>0,25</td><td>0,50</td><th>h/de</th><td>0,10</td><td>0,25</td><td>0,50</td></tr><tr><th>ξ</th><td>0,2</td><td>0,6</td><td>2,0</td><th>ξ</th><td>0,7</td><td>1,4</td><td>4,0</td></tr></table> <p>de = diametro equivalente</p>	Tubi			Barre			e/de	0,10	0,25	0,50	h/de	0,10	0,25	0,50	ξ	0,2	0,6	2,0	ξ	0,7	1,4	4,0
A^*/A	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60																																		
ξ	50	30	20	15	8	7	4	3	2																																		
Tubi			Barre																																								
e/de	0,10	0,25	0,50	h/de	0,10	0,25	0,50																																				
ξ	0,2	0,6	2,0	ξ	0,7	1,4	4,0																																				
<p>Regolatore a farfalla</p>  <table><tr><th>α</th><td>0°</td><td>10°</td><td>20°</td><td>30°</td><td>40°</td><td>45°</td><td>50°</td><td>55°</td><td>60°</td></tr><tr><th>ξ</th><td>0,2</td><td>0,6</td><td>1,8</td><td>4,4</td><td>11</td><td>21</td><td>35</td><td>65</td><td>105</td></tr></table>	α	0°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	55°	60°	ξ	0,2	0,6	1,8	4,4	11	21	35	65	105	<p>Regolatore a serranda</p>  <table><tr><th>h/de</th><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,7</td></tr><tr><th>ξ</th><td>30</td><td>11</td><td>5,2</td><td>2,2</td><td>1,3</td><td>0,5</td></tr></table> <p>de = diametro equivalente</p>	h/de	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	ξ	30	11	5,2	2,2	1,3	0,5								
α	0°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	55°	60°																																		
ξ	0,2	0,6	1,8	4,4	11	21	35	65	105																																		
h/de	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7																																					
ξ	30	11	5,2	2,2	1,3	0,5																																					
<p>Rete di protezione</p>  <p>A = area sezione canale A^* = area netta passaggio aria</p> <table><tr><th>A^*/A</th><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,7</td></tr><tr><th>ξ</th><td>17</td><td>6,5</td><td>3,0</td><td>1,7</td><td>1,0</td><td>0,8</td></tr></table>	A^*/A	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	ξ	17	6,5	3,0	1,7	1,0	0,8	<p>Lamiera forata</p>  <p>A = area sezione canale A^* = area netta passaggio aria</p> <table><tr><th>A^*/A</th><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,7</td></tr><tr><th>ξ</th><td>60</td><td>22</td><td>9,0</td><td>4,0</td><td>2,2</td><td>1,0</td></tr></table>	A^*/A	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	ξ	60	22	9,0	4,0	2,2	1,0														
A^*/A	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7																																					
ξ	17	6,5	3,0	1,7	1,0	0,8																																					
A^*/A	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7																																					
ξ	60	22	9,0	4,0	2,2	1,0																																					

TABELLE PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE [z]

Sono tabelle che consentono di determinare le perdite di carico localizzate [z] noti i coefficienti $[\xi]$ e le velocità dell'aria [v] .

Per alcuni componenti (quali ad esempio: gli specifici diffusori, le griglie, le serrande, ecc) sono state tuttavia derivate le perdite localizzate direttamente dalle specifiche tecniche dei Costruttori.

Perdite di carico localizzate per $\Sigma \xi = 1 - 10$

v = velocità, m/s		$\Sigma \xi$ = sommatoria coefficienti perdite localizzate, adimensionale										z = perdite di carico localizzate, mm c.a.	
v	$\Sigma \xi$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma \xi$	v
1,0	z	0,06	0,12	0,18	0,25	0,31	0,37	0,43	0,49	0,55	0,61	z	1,0
1,5	z	0,14	0,28	0,41	0,55	0,69	0,83	0,97	1,10	1,24	1,38	z	1,5
2,0	z	0,25	0,49	0,74	0,98	1,23	1,47	1,72	1,96	2,21	2,45	z	2,0
2,5	z	0,38	0,77	1,15	1,53	1,92	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	z	2,5
3,0	z	0,55	1,10	1,66	2,21	2,76	3,31	3,86	4,41	4,97	5,52	z	3,0
3,2	z	0,63	1,26	1,88	2,51	3,14	3,77	4,40	5,02	5,65	6,28	z	3,2
3,4	z	0,71	1,42	2,13	2,84	3,54	4,25	4,96	5,67	6,38	7,09	z	3,4
3,6	z	0,79	1,59	2,38	3,18	3,97	4,77	5,56	6,36	7,15	7,95	z	3,6
3,8	z	0,89	1,77	2,66	3,54	4,43	5,31	6,20	7,08	7,97	8,85	z	3,8
4,0	z	0,98	1,96	2,94	3,92	4,91	5,89	6,87	7,85	8,83	9,81	z	4,0
4,2	z	1,08	2,16	3,24	4,33	5,41	6,49	7,57	8,65	9,73	10,8	z	4,2
4,4	z	1,19	2,37	3,56	4,75	5,94	7,12	8,31	9,50	10,7	11,9	z	4,4
4,6	z	1,30	2,59	3,89	5,19	6,49	7,78	9,08	10,4	11,7	13,0	z	4,6
4,8	z	1,41	2,83	4,24	5,65	7,06	8,48	9,89	11,3	12,7	14,1	z	4,8
5,0	z	1,53	3,07	4,60	6,13	7,66	9,20	10,7	12,3	13,8	15,3	z	5,0
5,2	z	1,66	3,32	4,97	6,63	8,29	9,95	11,6	13,3	14,9	16,6	z	5,2
5,4	z	1,79	3,58	5,36	7,15	8,94	10,7	12,5	14,3	16,1	17,9	z	5,4
5,6	z	1,92	3,85	5,77	7,69	9,61	11,5	13,5	15,4	17,3	19,2	z	5,6
5,8	z	2,06	4,13	6,19	8,25	10,3	12,4	14,4	16,5	18,6	20,6	z	5,8
6,0	z	2,21	4,41	6,62	8,83	11,0	13,2	15,5	17,7	19,9	22,1	z	6,0
6,2	z	2,36	4,71	7,07	9,43	11,8	14,1	16,5	18,9	21,2	23,6	z	6,2
6,4	z	2,51	5,02	7,53	10,0	12,6	15,1	17,6	20,1	22,6	25,1	z	6,4
6,6	z	2,67	5,34	8,01	10,7	13,4	16,0	18,7	21,4	24,0	26,7	z	6,6
6,8	z	2,84	5,67	8,51	11,3	14,2	17,0	19,8	22,7	25,5	28,4	z	6,8
7,0	z	3,00	6,01	9,01	12,0	15,0	18,0	21,0	24,0	27,0	30,0	z	7,0
7,2	z	3,18	6,36	9,54	12,7	15,9	19,1	22,3	25,4	28,6	31,8	z	7,2
7,4	z	3,36	6,72	10,1	13,4	16,8	20,1	23,5	26,9	30,2	33,6	z	7,4
7,6	z	3,54	7,08	10,6	14,2	17,7	21,2	24,8	28,3	31,9	35,4	z	7,6
7,8	z	3,73	7,46	11,2	14,9	18,7	22,4	26,1	29,8	33,6	37,3	z	7,8
8,0	z	3,92	7,85	11,8	15,7	19,6	23,5	27,5	31,4	35,3	39,2	z	8,0
8,5	z	4,43	8,86	13,3	17,7	22,2	26,6	31,0	35,4	39,9	44,3	z	8,5
9,0	z	4,97	9,93	14,9	19,9	24,8	29,8	34,8	39,7	44,7	49,7	z	9,0
9,5	z	5,53	11,1	16,6	22,1	27,7	33,2	38,7	44,3	49,8	55,3	z	9,5
10,0	z	6,13	12,3	18,4	24,5	30,7	36,8	42,9	49,1	55,2	61,3	z	10,0
10,5	z	6,76	13,5	20,3	27,0	33,8	40,6	47,3	54,1	60,8	67,6	z	10,5
11,0	z	7,42	14,8	22,3	29,7	37,1	44,5	51,9	59,4	66,8	74,2	z	11,0
11,5	z	8,11	16,2	24,3	32,4	40,5	48,7	56,8	64,9	73,0	81,1	z	11,5
12,0	z	8,83	17,7	26,5	35,3	44,1	53,0	61,8	70,6	79,5	88,3	z	12,0
12,5	z	9,58	19,2	28,7	38,3	47,9	57,5	67,1	76,6	86,2	95,8	z	12,5
13,0	z	10,4	20,7	31,1	41,4	51,8	62,2	72,5	82,9	93,3	104	z	13,0
13,5	z	11,2	22,3	33,5	44,7	55,9	67,0	78,2	89,4	101	112	z	13,5
14,0	z	12,0	24,0	36,1	48,1	60,1	72,1	84,1	96,1	108	120	z	14,0
14,5	z	12,9	25,8	38,7	51,6	64,5	77,3	90,2	103	116	129	z	14,5
15,0	z	13,8	27,6	41,4	55,2	69,0	82,8	96,6	110	124	138	z	15,0
15,5	z	14,7	29,5	44,2	58,9	73,7	88,4	103	118	133	147	z	15,5
16,0	z	15,7	31,4	47,1	62,8	78,5	94,2	110	126	141	157	z	16,0

3.5 DIMENSIONAMENTO RETI DI ADDUZIONE ACQUA SANITARIA

Per il calcolo delle reti di distribuzione di acqua calda e fredda sanitaria è stato usato il metodo delle Unità di Carico (UC).

Esso definisce l'unità di carico UC come il valore, assunto convenzionalmente, che tiene conto della portata di un punto di erogazione, delle sue caratteristiche dimensionali e funzionali e della sua frequenza d'uso.

Ad ogni apparecchio o combinazioni di apparecchi, associa quindi un determinato valore di UC; le tabelle dei valori di UC per gli apparecchi singoli o per le combinazioni di apparecchi, sono differenti a seconda che si tratti di abitazioni private o di edifici pubblici.

Se si tratta di abitazioni private le tabelle utilizzate per il calcolo delle unità di carico, sono le seguenti:

Unità di carico (UC) per le utenze delle abitazioni private – Apparecchi singoli

Apparecchio	Unità di carico		
	Acqua fredda	Acqua calda	Totale acqua calda + fredda
Lavabo	0,75	0,75	1,00
Bidet	0,75	0,75	1,00
Vasca	1,50	1,50	2,00
Doccia	1,50	1,50	2,00
Vaso con cassetta	3,00	-	3,00
Vaso con flussometro o passo rapido	6,00	-	6,00
Lavello cucina	1,50	1,50	2,00
Lavabiancheria	2,00	-	2,00
Lavastoviglie	2,00	-	2,00
Pilozzo	1,50	1,50	2,00
Idrantino 3/8"	1,00	-	1,00
Idrantino 1/2"	2,00	-	2,00
Idrantino 3/4"	3,00	-	3,00
Idrantino 1"	6,00	-	6,00

Unità di carico (UC) per edifici ad uso pubblico e collettivo (alberghi, uffici, ecc.) - Apparecchi singoli

Apparecchio	Unità di carico		
	Acqua fredda	Acqua calda	Totale acqua calda + fredda
Lavabo	1,50	1,50	2,00
Bidet	1,50	1,50	2,00
Vasca	3,00	3,00	4,00
Doccia	3,00	3,00	4,00
Vaso con cassetta	5,00	-	5,00
Vaso con flussometro o passo rapido	10,00	-	10,00
Orinatoio con rubinetto a vela	0,75	-	0,75
Orinatoio con flussometro o passo rapido	10,00	-	10,00
Lavello	2,00	2,00	3,00
Lavatoio di cucina	3,00	3,00	4,00
Pilozzo	2,00	2,00	3,00
Vuotatoio con cassetta	5,00	-	5,00
Vuotatoio con flussometro o passo rapido	10,00	-	10,00
Lavabo a canale (per ogni posto)	1,50	1,50	2,00
Lavapiedi	1,50	1,50	2,00
Lavapadelle	2,00	2,00	3,00
Lavabo clinico	1,50	1,50	2,00
Beverino	0,75	-	0,75
Doccia di emergenza comando a pressione	3,00	-	3 00
Idrantino 3/8"	2,00	-	2,00
Idrantino 1/2"	4,00	-	4,00
Idrantino 3/4"	6,00	-	6,00
Idrantino 1"	10,00	-	10,00

Una volta calcolata la somma delle unità di carico delle diverse utenze, si determina il valore della portata massima contemporanea utilizzando altre tabelle (o grafici), che associano al valore delle unità di carico il valore della portata.

Le tabelle (o i grafici) da usare sono differenti a seconda che si tratti di:

- abitazioni private e edifici pubblici collettivi (alberghi, ospedali, scuole, caserme, centri sportivi e simili)
- uffici e simili.

Inoltre le tabelle (o i grafici) da utilizzare sono diverse a seconda che si tratti di:

- vasi con cassetta
- vasi con passo rapido o flussometro

Le tabelle (o i grafici) utilizzate nei diversi casi sono riportate di seguito.

Utenze di abitazioni private e di edifici collettivi (alberghi, ospedali, scuole, caserme, centri sportivi e simili)

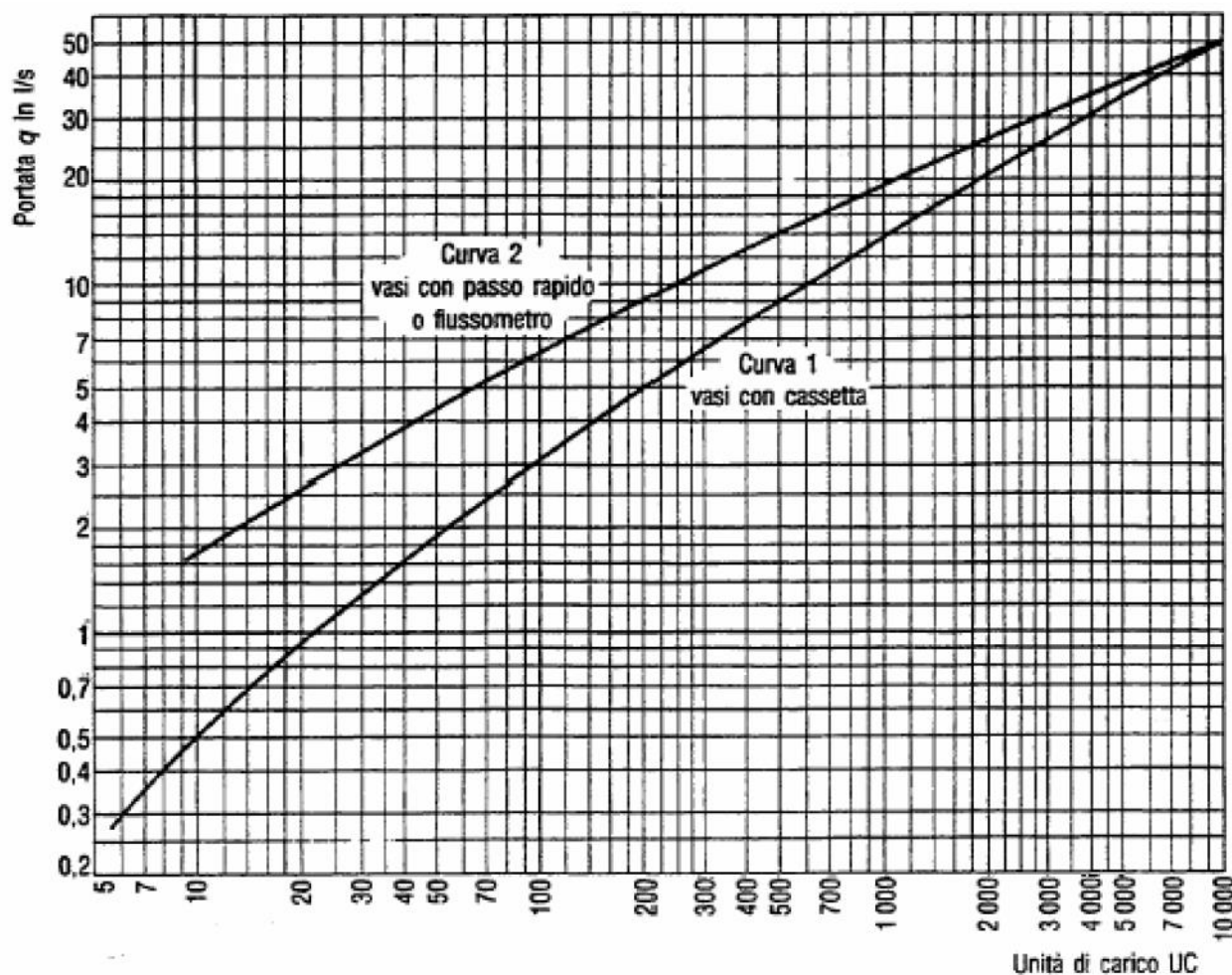
Vasi con cassette

Unità di carico UC	Portata l/s	Unità di carico UC	Portata l/s	Unità di carico UC	Portata l/s
6	0,30	120	3,65	1250	15,50
8	0,40	140	3,90	1500	17,50
10	0,50	160	4,25	1750	18,80
12	0,60	180	4,60	2000	20,50
14	0,68	200	4,95	2250	22,00
16	0,78	225	5,35	2500	23,50
18	0,85	250	5,75	2750	24,50
20	0,93	275	6,10	3000	26,00
25	1,13	300	6,45	3500	28,00
30	1,30	400	7,80	4000	30,50
35	1,46	500	9,00	4500	32,50
40	1,62	600	10,00	5000	34,50
50	1,90	700	11,00	6000	38,00
60	2,20	800	11,90	7000	41,00
70	2,40	900	12,90	8000	44,00
80	2,65	1000	13,80	9000	47,00
90	2,90			10000	50,00
100	3,15				

Vasi con passo rapido o flussostato

Unità di carico UC	Portata l/s	Unità di carico UC	Portata l/s	Unità di carico UC	Portata l/s
10	1,70	120	7,15	1250	21,00
12	1,90	140	7,50	1500	23,00
14	2,10	160	8,00	1750	24,50
16	2,27	180	8,50	2000	26,00
18	2,45	200	9,00	2250	27,50
20	2,60	225	9,50	2500	28,50
25	2,95	250	10,00	2750	29,50
30	3,25	275	10,50	3000	30,50
35	3,55	300	11,00	3500	33,00
40	3,80	400	12,70	4000	35,00
50	4,30	500	14,00	4500	36,50
60	4,80	600	15,10	5000	37,50
70	5,25	700	16,30	6000	40,50
80	5,60	800	17,30	7000	44,00
90	6,00	900	18,20	8000	46,00
100	6,35	1000	19,00	9000	48,00
				10000	50,00

Curve $q = f(UC)$ portata in l/s in funzione delle unità di carico



Le tabelle precedenti non riportano i valori di portata da considerare al di sotto di 6 UC nel caso di vasi con cassetta o al di sotto di 10 UC nel caso di flussometri o passi rapidi. Anche dai grafici riportati è difficile estrapolare un valore di portata attendibile.

Possiamo perciò ottenere la portata che corrisponde ad 1 UC, considerando che la portata di un singolo lavandino è pari a 0,1 l/s e che nel caso di abitazioni private ad un singolo lavandino sono attribuite 0,75 UC, mentre nel caso di edifici pubblici ad un singolo lavandino sono attribuite 1,5 UC.

Perciò, nel caso di abitazioni private: 1 lavandino = 0,75 UC = 0,1 l/s

1 UC = 0,1/0,75 l/s

1 UC \cong 0,1333 l/s

mentre nel caso di edifici pubblici: 1 lavandino = 1,5 UC = 0,1 l/s

1 UC = 0,1/1,5 l/s

1 UC \cong 0,2666 l/s

Possiamo quindi attribuire ad 1 UC tale valore di portata, nei due diversi casi.

Le portate per gli altri valori di UC compresi tra 1 e 6 (nel caso di vasi con cassetta) e tra 1 e 10 (nel caso di flussometri o passi rapidi), sono state ottenute per estrapolazione lineare.

Le tabelle seguenti riportano i valori di portata per le diverse UC per le abitazioni private e per gli edifici pubblici, nel caso di vasi con cassetta e nel caso di flussometri o passo rapido.

Abitazioni private

	Vasi con cassetta	Vasi con passo rapido
Unità di carico UC	Portata l/s	Portata l/s
1	0,13330	0,13330
2	0,16664	0,30738
3	0,19998	0,48146
4	0,23332	0,65553
5	0,26666	0,82961
6	0,30000	1,00369
7		1,17777
8		1,35184
9		1,52592
10		1,70000

Edifici pubblici

	Vasi con cassetta	Vasi con passo rapido
Unità di carico UC	Portata l/s	Portata l/s
1	0,26660	0,26660
2	0,27328	0,42587
3	0,27996	0,58513
4	0,28664	0,74440
5	0,29332	0,90367
6	0,30000	1,06293
7		1,22220
8		1,38147
9		1,54073
10		1,70000

Per il dimensionamento delle reti e per la determinazione dei diametri delle tubazioni, sono stati utilizzati i metodi di calcolo indicati nella collana tecnica denominata “Quaderni Caleffi”, facendo riferimento ai diagrammi e le tabelle pubblicate nei volumi della collana stessa.

CARICO UNITARIO LINEARE

E' la pressione unitaria che può essere spesa per vincere le resistenze idrauliche della rete.

Con buona approssimazione, il suo valore può essere calcolato con la formula:

$$J = \frac{(P_{pr} - \Delta h P_{min} - H_{app}) \cdot F \cdot 1000}{L}$$

dove:

J : Carico unitario lineare, in mm c.a./m

P_{pr} : Pressione di progetto, in m c.a.

Δh : Dislivello tra l'origine della rete e il punto di erogazione più sfavorito, in m c.a.

P_{min} : Pressione minima richiesta a monte del punto di erogazione più sfavorito, in m c.a.

H_{app} : Perdite di carico indotte dai principali componenti dell'impianto, in m c.a.

Si possono determinare con sufficiente approssimazione mediante le tabelle di seguito riportate, oppure in base alle portate di progetto e ai dati dei costruttori.

F : Fattore riduttivo che tiene conto delle perdite di carico dovute alle valvole di intercettazione, alle curve e ai pezzi speciali della rete, adimensionale. Si può assumere: F = 0,7.

L : Lunghezza della rete che collega l'origine al punto di erogazione più sfavorito, in m

In base al valore del carico unitario J si possono fare le seguenti considerazioni:

- per J < 20 ÷ 25 mm c.a./m la pressione di progetto prevista è bassa ed è quindi consigliabile installare un sistema di sopraelevazione;
- per J < 110 ÷ 120 mm c.a./m la pressione di progetto prevista è alta ed è quindi consigliabile installare un riduttore di pressione.

Per il presente progetto si è considerato nel calcolo delle reti di distribuzione un valore predeterminato del carico unitario lineare, valutato nell'ordine di 50 mm c.a./m.

La formula che segue, ricavata dalla precedente, serve a calcolare la pressione di progetto necessaria per ottenere un valore predeterminato del carico unitario lineare.

$$P_{pr} = \Delta h + P_{min} + H_{app} + \frac{J \cdot L}{F \cdot 1000}$$

Tabella valori medi delle perdite di carico indotte dai principali componenti dell'impianto

Componenti	Happ [m c.a.]
Contatore d'acqua generale	6 ÷ 8
Contatore d'acqua d'alloggio	3 ÷ 4
Disconnettore	5 ÷ 6
Miscelatore termostatico	4
Miscelatore elettronico	2
Scambiatore di calore a piastre	4
Addolcitore	8
Dosatore di polifosfati	4

VELOCITÀ MASSIME CONSENTITE

Sono le velocità massime con cui l'acqua può fluire nei tubi senza causare rumori o vibrazioni. Il loro valore dipende da molti fattori, quali ad esempio: il tipo di impianto, il diametro e il materiale dei tubi, la natura e lo spessore dell'isolamento termico.

Di seguito sono riportate le velocità massime generalmente accettabili negli impianti di tipo A (a servizio di edifici residenziali, uffici, alberghi, ospedali, cliniche, scuole e simili) e di tipo B (a servizio di edifici ad uso industriale e artigianale, palestre e simili).

Materiale tubi	Ø tubo	Impianti tipo A V_{\max} (m/s)	Impianti tipo B V_{\max} (m/s)
Acciaio zincato	fino a 3/4"	1,1	1,3
	1"	1,3	1,5
	1"1/4	1,6	1,8
	1"1/2	1,8	2,1
	2"	2,0	2,3
	2"1/2	2,2	2,5
	oltre 3"	2,5	2,8
PEAD PN10 e PN16	fino a DN25	1,2	1,4
	DN32	1,3	1,5
	DN40	1,6	1,8
	DN50	1,9	2,2
	DN63	2,1	2,4
	DN75	2,3	2,6
	oltre DN90	2,5	2,8
Multistrato	fino a DN26	1,2	1,4
	DN32	1,3	1,5
	DN40	1,6	1,8
	DN50	2,0	2,3

3.5.1 DIMENSIONAMENTO DELLE RETI IDRICHE CALDA E FREDDA

Il dimensionamento delle reti idriche è stato effettuato con il metodo del carico unitario lineare, che prevede il dimensionamento dei tubi in base al valore del carico unitario lineare disponibile.

Lo sviluppo del metodo è stato il seguente:

- sono state determinate le portate nominali di tutti i punti di erogazione e le portate totali dei vari tratti di rete (secondo metodologia sopra descritta);
- sono stati dimensionati i diametri in base alle portate di progetto e al carico unitario lineare (in base alle tabelle di seguito riportate).

Le tabelle hanno consentito anche di verificare se il diametro scelto comportava o meno una velocità accettabile. Se la velocità era troppo alta si è scelto scegliere un diametro maggiore.

Perdite di carico continue TUBI IN ACCIAIO (pollici) – Temperatura acqua = 10°C

r = perdite di carico continue, mm c.a./m					G = portate, l/h					v = velocità, m/s					
r	G	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	G	r
2	G	44	88	188	347	727	1.090	2.054	4.090	6.272	12.695	22.267	35.979	G	2
	v	0,10	0,12	0,14	0,16	0,20	0,22	0,26	0,31	0,34	0,41	0,47	0,53	v	
4	G	64	127	273	503	1.053	1.579	2.975	5.926	9.086	18.392	32.258	52.123	G	4
	v	0,14	0,17	0,20	0,24	0,29	0,32	0,37	0,44	0,49	0,59	0,68	0,77	v	
6	G	80	158	339	625	1.308	1.962	3.696	7.360	11.286	22.845	40.069	64.744	G	6
	v	0,17	0,21	0,25	0,29	0,35	0,39	0,46	0,55	0,61	0,73	0,85	0,95	v	
8	G	93	184	395	729	1.525	2.288	4.310	8.584	13.162	26.644	46.733	75.511	G	8
	v	0,20	0,24	0,29	0,34	0,41	0,46	0,54	0,64	0,71	0,85	0,99	1,11	v	
10	G	105	208	445	821	1.719	2.578	4.857	9.672	14.831	30.021	52.656	85.081	G	10
	v	0,23	0,27	0,33	0,39	0,47	0,52	0,61	0,72	0,81	0,96	1,11	1,25	v	
12	G	115	229	490	905	1.895	2.842	5.354	10.663	16.349	33.096	58.048	93.704	G	12
	v	0,25	0,30	0,37	0,43	0,51	0,57	0,67	0,80	0,89	1,06	1,22	1,38	v	
14	G	125	248	533	983	2.057	3.086	5.814	11.579	17.754	35.939	63.036	101.854	G	14
	v	0,27	0,33	0,40	0,46	0,56	0,62	0,73	0,87	0,96	1,15	1,33	1,50	v	
16	G	135	267	572	1.056	2.210	3.315	6.244	12.436	19.068	38.600	67.702	109.393	G	16
	v	0,29	0,35	0,43	0,50	0,60	0,66	0,78	0,93	1,04	1,24	1,43	1,61	v	
18	G	143	284	609	1.124	2.353	3.530	6.650	13.245	20.308	41.109	72.103	116.504	G	18
	v	0,31	0,37	0,45	0,53	0,64	0,71	0,83	0,99	1,10	1,32	1,52	1,72	v	
20	G	152	301	645	1.189	2.490	3.735	7.036	14.012	21.485	43.492	76.282	123.257	G	20
	v	0,33	0,40	0,48	0,56	0,68	0,75	0,88	1,05	1,17	1,40	1,61	1,82	v	
22	G	159	316	678	1.251	2.620	3.930	7.404	14.745	22.609	45.766	80.271	129.702	G	22
	v	0,35	0,42	0,50	0,59	0,71	0,79	0,93	1,10	1,23	1,47	1,69	1,91	v	
24	G	167	331	711	1.311	2.745	4.117	7.756	15.447	23.685	47.946	84.094	135.880	G	24
	v	0,37	0,44	0,53	0,62	0,74	0,83	0,97	1,15	1,29	1,54	1,77	2,00	v	
26	G	174	346	742	1.368	2.865	4.297	8.096	16.123	24.721	50.042	87.772	141.822	G	26
	v	0,38	0,45	0,55	0,64	0,78	0,86	1,01	1,20	1,34	1,61	1,85	2,09	v	
28	G	181	360	772	1.424	2.980	4.471	8.423	16.775	25.721	52.065	91.320	147.555	G	28
	v	0,40	0,47	0,57	0,67	0,81	0,90	1,05	1,25	1,40	1,67	1,93	2,18	v	
30	G	188	373	801	1.477	3.092	4.639	8.739	17.405	26.687	54.022	94.752	153.101	G	30
	v	0,41	0,49	0,60	0,70	0,84	0,93	1,09	1,30	1,45	1,73	2,00	2,26	v	
35	G	204	406	869	1.604	3.358	5.038	9.490	18.901	28.980	58.664	102.894	166.256	G	35
	v	0,45	0,53	0,65	0,76	0,91	1,01	1,19	1,41	1,57	1,88	2,17	2,45	v	
40	G	220	436	934	1.723	3.607	5.411	10.193	20.300	31.125	63.006	110.510	178.563	G	40
	v	0,48	0,57	0,69	0,81	0,98	1,08	1,27	1,52	1,69	2,02	2,33	2,63	v	
45	G	234	464	994	1.835	3.841	5.762	10.855	21.619	33.149	67.102	117.695	190.171	G	45
	v	0,51	0,61	0,74	0,86	1,04	1,16	1,36	1,62	1,80	2,15	2,48	2,80	v	
50	G	247	491	1.052	1.941	4.064	6.096	11.485	22.873	35.070	70.992	124.516	201.193	G	50
	v	0,54	0,65	0,78	0,91	1,10	1,22	1,44	1,71	1,90	2,28	2,63	2,97	v	
60	G	273	541	1.160	2.140	4.480	6.721	12.661	25.215	38.662	78.262	137.268	221.798	G	60
	v	0,60	0,71	0,86	1,01	1,22	1,35	1,58	1,88	2,10	2,51	2,89	3,27	v	
70	G	296	588	1.260	2.324	4.865	7.298	13.749	27.382	41.984	84.987	149.063	240.856	G	70
	v	0,65	0,77	0,94	1,09	1,32	1,46	1,72	2,05	2,28	2,73	3,14	3,55	v	
80	G	318	631	1.353	2.496	5.225	7.838	14.766	29.408	45.091	91.277	160.096	258.684	G	80
	v	0,70	0,83	1,01	1,18	1,42	1,57	1,85	2,20	2,45	2,93	3,38	3,81	v	
90	G	339	672	1.441	2.658	5.565	8.348	15.726	31.320	48.023	97.211	170.504	275.501	G	90
	v	0,74	0,88	1,07	1,25	1,51	1,67	1,97	2,34	2,61	3,12	3,60	4,06	v	
100	G	358	711	1.524	2.812	5.887	8.832	16.638	33.135	50.806	102.846	180.387	291.469	G	100
	v	0,79	0,93	1,13	1,32	1,60	1,77	2,08	2,48	2,76	3,30	3,80	4,30	v	

Se = superficie esterna, m²/m		Si = sezione interna, mm²		V = contenuto acqua, l/m		P = peso tubo nero, kg/m		P* = peso tubo zincato, kg/m					
Ø	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	Ø
Øe [mm]	16,7	21	26,4	33,2	41,9	47,8	59,6	75,2	87,9	113	138,5	163,9	Øe [mm]
Øi [mm]	12,7	16,4	21,8	27,4	36,1	42	53,2	68,8	80,7	105	129,5	154,9	Øi [mm]
Se [m²/m]	0,052	0,066	0,083	0,104	0,132	0,150	0,187	0,236	0,276	0,355	0,435	0,515	Se [m²/m]
Si [mm²]	127	211	373	590	1.024	1.385	2.223	3.718	5.115	8.659	13.171	18.845	Si [mm²]
V [l/m]	0,13	0,21	0,37	0,59	1,02	1,39	2,22	3,72	5,11	8,66	13,17	18,84	V [l/m]
P [kg/m]	0,72	1,06	1,37	2,17	2,79	3,21	4,45	5,68	7,48	10,75	14,86	17,68	P [kg/m]
P* [kg/m]	0,78	1,16	1,48	2,30	2,95	3,40	4,77	6,12	8,03	11,58	16,88	20,02	P* [kg/m]

Perdite di carico continue TUBI IN ACCIAIO (pollici) – Temperatura acqua = 50°C

r = perdite di carico continue, mm c.a./m					G = portate, l/h					v = velocità, m/s					
r	Ø	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	Ø	r
2	G	47	94	201	371	777	1.166	2.196	4.374	6.707	13.577	23.813	38.478	G	2
	v	0,10	0,12	0,15	0,17	0,21	0,23	0,27	0,33	0,36	0,44	0,50	0,57	v	
4	G	69	136	292	538	1.126	1.680	3.182	6.337	9.717	19.669	34.499	55.743	G	4
	v	0,15	0,18	0,22	0,25	0,31	0,34	0,40	0,47	0,53	0,63	0,73	0,82	v	
6	G	85	169	362	668	1.399	2.098	3.952	7.871	12.069	24.431	42.852	69.240	G	6
	v	0,19	0,22	0,27	0,31	0,38	0,42	0,49	0,59	0,66	0,78	0,90	1,02	v	
8	G	99	197	422	779	1.631	2.447	4.610	9.181	14.076	28.495	49.978	80.755	G	8
	v	0,22	0,26	0,31	0,37	0,44	0,49	0,58	0,69	0,76	0,91	1,05	1,19	v	
10	G	112	222	476	878	1.838	2.757	5.194	10.344	15.861	32.106	56.312	90.990	G	10
	v	0,25	0,29	0,35	0,41	0,50	0,55	0,65	0,77	0,86	1,03	1,19	1,34	v	
12	G	123	245	525	968	2.026	3.039	5.726	11.403	17.485	35.394	62.079	100.308	G	12
	v	0,27	0,32	0,39	0,46	0,55	0,61	0,72	0,85	0,95	1,14	1,31	1,48	v	
14	G	134	266	570	1.051	2.200	3.301	6.218	12.383	18.987	38.435	67.413	108.927	G	14
	v	0,29	0,35	0,42	0,50	0,60	0,66	0,78	0,93	1,03	1,23	1,42	1,61	v	
16	G	144	285	612	1.129	2.363	3.545	6.678	13.300	20.393	41.280	72.403	116.989	G	16
	v	0,32	0,38	0,46	0,53	0,64	0,71	0,83	0,99	1,11	1,32	1,53	1,72	v	
18	G	153	304	652	1.202	2.517	3.775	7.112	14.165	21.718	43.964	77.110	124.595	G	18
	v	0,34	0,40	0,48	0,57	0,68	0,76	0,89	1,06	1,18	1,41	1,63	1,84	v	
20	G	162	322	689	1.272	2.663	3.994	7.524	14.985	22.977	46.512	81.590	131.817	G	20
	v	0,36	0,42	0,51	0,60	0,72	0,80	0,94	1,12	1,25	1,49	1,72	1,94	v	
22	G	171	338	725	1.338	2.802	4.203	7.918	15.769	24.179	48.944	85.845	138.709	G	22
	v	0,37	0,44	0,54	0,63	0,76	0,84	0,99	1,18	1,31	1,57	1,81	2,04	v	
24	G	179	354	760	1.402	2.935	4.403	8.295	16.520	25.330	51.275	89.934	145.316	G	24
	v	0,39	0,47	0,57	0,66	0,80	0,88	1,04	1,23	1,38	1,64	1,90	2,14	v	
26	G	187	370	793	1.463	3.064	4.596	8.658	17.243	26.438	53.518	93.867	151.671	G	26
	v	0,41	0,49	0,59	0,69	0,83	0,92	1,08	1,29	1,44	1,72	1,98	2,24	v	
28	G	194	385	825	1.523	3.187	4.782	9.008	17.940	27.507	55.681	97.662	157.802	G	28
	v	0,43	0,51	0,61	0,72	0,87	0,96	1,13	1,34	1,49	1,79	2,06	2,33	v	
30	G	201	399	856	1.580	3.307	4.961	9.346	18.614	28.541	57.774	101.332	163.733	G	30
	v	0,44	0,53	0,64	0,74	0,90	0,99	1,17	1,39	1,55	1,85	2,14	2,41	v	
35	G	219	434	930	1.716	3.591	5.388	10.149	20.213	30.993	62.738	110.040	177.802	G	35
	v	0,48	0,57	0,69	0,81	0,97	1,08	1,27	1,51	1,68	2,01	2,32	2,62	v	
40	G	235	466	999	1.843	3.857	5.786	10.901	21.709	33.287	67.382	118.184	190.963	G	40
	v	0,51	0,61	0,74	0,87	1,05	1,16	1,36	1,62	1,81	2,16	2,49	2,81	v	
45	G	250	496	1.064	1.962	4.108	6.163	11.609	23.121	35.451	71.762	125.868	203.378	G	45
	v	0,55	0,65	0,79	0,92	1,11	1,24	1,45	1,73	1,93	2,30	2,65	3,00	v	
50	G	265	525	1.125	2.076	4.346	6.520	12.282	24.461	37.506	75.022	133.163	215.165	G	50
	v	0,58	0,69	0,84	0,98	1,18	1,31	1,53	1,83	2,04	2,44	2,81	3,17	v	
60	G	292	579	1.240	2.289	4.791	7.187	13.540	26.966	41.347	83.697	146.800	237.200	G	60
	v	0,64	0,76	0,92	1,08	1,30	1,44	1,69	2,01	2,25	2,68	3,10	3,50	v	
70	G	317	628	1.347	2.485	5.203	7.805	14.703	29.283	44.899	90.889	159.414	257.582	G	70
	v	0,69	0,83	1,00	1,17	1,41	1,56	1,84	2,19	2,44	2,92	3,36	3,80	v	
80	G	340	675	1.447	2.669	5.588	8.383	15.792	31.451	48.223	97.616	171.214	276.648	G	80
	v	0,75	0,89	1,08	1,26	1,52	1,68	1,97	2,35	2,62	3,13	3,61	4,08	v	
90	G	362	719	1.541	2.843	5.951	8.928	16.818	33.495	51.358	103.962	182.345	294.633	G	90
	v	0,79	0,95	1,15	1,34	1,62	1,79	2,10	2,50	2,79	3,34	3,85	4,34	v	
100	G	383	760	1.630	3.008	6.296	9.445	17.793	35.437	54.335	109.988	192.913	311.710	G	100
	v	0,84	1,00	1,21	1,42	1,71	1,89	2,22	2,65	2,95	3,53	4,07	4,59	v	

Se = superficie esterna, m²/m		Si = sezione interna, mm²		V = contenuto acqua, l/m		P = peso tubo nero, kg/m		P* = peso tubo zincato, kg/m					
Ø	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	Ø
Øe [mm]	16,7	21	26,4	33,2	41,9	47,8	59,6	75,2	87,9	113	138,5	163,9	Øe [mm]
Øi [mm]	12,7	16,4	21,8	27,4	36,1	42	53,2	68,8	80,7	105	129,5	154,9	Øi [mm]
Se [m²/m]	0,052	0,066	0,083	0,104	0,132	0,150	0,187	0,236	0,276	0,355	0,435	0,515	Se [m²/m]
Si [mm²]	127	211	373	590	1.024	1.385	2.223	3.718	5.115	8.659	13.171	18.845	Si [mm²]
V [l/m]	0,13	0,21	0,37	0,59	1,02	1,39	2,22	3,72	5,11	8,66	13,17	18,84	V [l/m]
P [kg/m]	0,72	1,06	1,37	2,17	2,79	3,21	4,45	5,68	7,48	10,75	14,86	17,68	P [kg/m]
P* [kg/m]	0,78	1,16	1,48	2,30	2,95	3,40	4,77	6,12	8,03	11,58	16,88	20,02	P* [kg/m]

Perdite di carico continue TUBI MULTISTRATO – Temperatura acqua = 10°C

r = perdite di carico continue, mm c.a./m					G = portate, l/h					v = velocità, m/s				
r	Oe	14	16	20	26	32	40	50	63	75	90	110	Oe	r
	OI	10	11,5	15	20	26	33	42	51	60	73	90	OI	
2	G	22	32	67	146	297	567	1.091	1.848	2.872	4.891	8.633	G	2
	v	0,08	0,09	0,10	0,13	0,16	0,18	0,22	0,25	0,28	0,32	0,38	v	
4	G	33	48	99	216	441	842	1.621	2.746	4.268	7.268	12.828	G	4
	v	0,12	0,13	0,16	0,19	0,23	0,27	0,32	0,37	0,42	0,48	0,56	v	
6	G	42	61	125	273	556	1.062	2.044	3.461	5.381	9.162	16.173	G	6
	v	0,15	0,16	0,20	0,24	0,29	0,34	0,41	0,47	0,53	0,61	0,71	v	
8	G	49	72	147	322	655	1.252	2.409	4.080	6.342	10.800	19.063	G	8
	v	0,17	0,19	0,23	0,28	0,34	0,41	0,48	0,55	0,62	0,72	0,83	v	
10	G	56	81	167	365	744	1.422	2.736	4.635	7.204	12.268	21.655	G	10
	v	0,20	0,22	0,26	0,32	0,39	0,46	0,55	0,63	0,71	0,81	0,95	v	
12	G	62	90	186	405	826	1.578	3.037	5.144	7.996	13.615	24.033	G	12
	v	0,22	0,24	0,29	0,36	0,43	0,51	0,61	0,70	0,79	0,90	1,05	v	
14	G	67	99	203	443	902	1.723	3.316	5.617	8.732	14.869	26.246	G	14
	v	0,24	0,26	0,32	0,39	0,47	0,56	0,66	0,76	0,86	0,99	1,15	v	
16	G	73	106	219	478	974	1.860	3.579	6.063	9.424	16.048	28.327	G	16
	v	0,26	0,28	0,34	0,42	0,51	0,60	0,72	0,82	0,93	1,07	1,24	v	
18	G	78	114	234	511	1.042	1.989	3.828	6.485	10.080	17.165	30.299	G	18
	v	0,28	0,30	0,37	0,45	0,54	0,65	0,77	0,88	0,99	1,14	1,32	v	
20	G	83	121	249	543	1.106	2.113	4.066	6.887	10.706	18.231	32.180	G	20
	v	0,29	0,32	0,39	0,48	0,58	0,69	0,82	0,94	1,05	1,21	1,41	v	
22	G	87	128	262	573	1.168	2.231	4.294	7.273	11.305	19.251	33.981	G	22
	v	0,31	0,34	0,41	0,51	0,61	0,72	0,86	0,99	1,11	1,28	1,48	v	
24	G	92	134	276	602	1.228	2.345	4.513	7.643	11.881	20.232	35.713	G	24
	v	0,32	0,36	0,43	0,53	0,64	0,76	0,90	1,04	1,17	1,34	1,56	v	
26	G	96	140	289	631	1.285	2.455	4.724	8.001	12.437	21.179	37.384	G	26
	v	0,34	0,38	0,45	0,56	0,67	0,80	0,95	1,09	1,22	1,41	1,63	v	
28	G	100	146	301	658	1.341	2.561	4.928	8.347	12.975	22.095	39.002	G	28
	v	0,35	0,39	0,47	0,58	0,70	0,83	0,99	1,14	1,27	1,47	1,70	v	
30	G	104	152	313	684	1.395	2.664	5.126	8.683	13.497	22.984	40.570	G	30
	v	0,37	0,41	0,49	0,60	0,73	0,87	1,03	1,18	1,33	1,53	1,77	v	
35	G	114	166	342	747	1.523	2.909	5.598	9.482	14.740	25.100	44.306	G	35
	v	0,40	0,44	0,54	0,66	0,80	0,94	1,12	1,29	1,45	1,67	1,93	v	
40	G	123	180	369	806	1.644	3.140	6.042	10.234	15.909	27.090	47.819	G	40
	v	0,43	0,48	0,58	0,71	0,86	1,02	1,21	1,39	1,56	1,80	2,09	v	
45	G	131	192	395	863	1.758	3.358	6.463	10.947	17.016	28.977	51.148	G	45
	v	0,46	0,51	0,62	0,76	0,92	1,09	1,30	1,49	1,67	1,92	2,23	v	
50	G	140	204	420	916	1.867	3.567	6.864	11.626	18.072	30.775	54.322	G	50
	v	0,49	0,55	0,66	0,81	0,98	1,16	1,38	1,58	1,78	2,04	2,37	v	
60	G	155	226	466	1.017	2.072	3.958	7.617	12.903	20.057	34.154	60.287	G	60
	v	0,55	0,61	0,73	0,90	1,08	1,29	1,53	1,75	1,97	2,27	2,63	v	
70	G	169	247	509	1.110	2.263	4.323	8.319	14.091	21.904	37.299	65.838	G	70
	v	0,60	0,66	0,80	0,98	1,18	1,40	1,67	1,92	2,15	2,48	2,87	v	
80	G	183	267	549	1.198	2.443	4.666	8.979	15.208	23.640	40.256	71.058	G	80
	v	0,65	0,71	0,86	1,06	1,28	1,52	1,80	2,07	2,32	2,67	3,10	v	
90	G	195	285	587	1.282	2.613	4.991	9.604	16.267	25.286	43.059	76.006	G	90
	v	0,69	0,76	0,92	1,13	1,37	1,62	1,93	2,21	2,48	2,86	3,32	v	
100	G	207	303	624	1.361	2.775	5.300	10.200	17.276	26.855	45.731	80.722	G	100
	v	0,73	0,81	0,98	1,20	1,45	1,72	2,04	2,35	2,64	3,04	3,52	v	

Se = superficie esterna, m²/m					Si = sezione interna, mm²					V = contenuto acqua, l/m				
Oe [mm]	14	16	20	26	32	40	50	63	75	90	110	Oe [mm]		
OI [mm]	10	11,5	15	20	26	33	42	51	60	73	90	OI [mm]		
Se [m²/m]	0,044	0,050	0,063	0,082	0,101	0,126	0,157	0,198	0,236	0,283	0,346	Se [m²/m]		
Si [mm²]	79	104	177	314	531	855	1.385	2.043	2.827	4.185	6.362	Si [mm²]		
V [l/m]	0,08	0,10	0,18	0,31	0,53	0,86	1,39	2,04	2,83	4,19	6,36	V [l/m]		

Perdite di carico continue TUBI MULTISTRATO – Temperatura acqua = 50°C

r = perdite di carico continue, mm c.a./m														G = portate, l/h								v = velocità, m/s																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
r	Oe	14	16	20	26	32	40	50	63	75	90	110	Oe	r	Oe	14	16	20	26	32	40	50	63	75	90	110	Oe	r	Oe	14	16	20	26	32	40	50	63	75	90	110	Oe																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	OI	10	11,5	15	20	26	33	42	51	60	73	90	OI		G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G		v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G	v	G

Perdite di carico continue TUBI IN PE 100 PN10 – Temperatura acqua = 10°C

r = perdite di carico continue, mm c.a./m																G = portate, l/h										v = velocità, m/s									
r	Oe	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	Oe	r	Oe	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	Oe	r	
	OI	16,8	21,8	28	35,2	44	55,4	66	79,2	96,8	110,2	123,4	141	158,6	176,2	OI		OI	16,8	21,8	28	35,2	44	55,4	66	79,2	96,8	110,2	123,4	141	158,6	176,2	OI		OI
2	G	91	184	363	675	1.238	2.313	3.720	6.102	10.520	14.957	20.333	29.199	40.182	53.466	G	2	G	91	184	363	675	1.238	2.313	3.720	6.102	10.520	14.957	20.333	29.199	40.182	53.466	G	2	
	v	0,11	0,14	0,16	0,19	0,23	0,27	0,30	0,34	0,40	0,44	0,47	0,52	0,56	0,61	v		v	0,11	0,14	0,16	0,19	0,23	0,27	0,30	0,34	0,40	0,44	0,47	0,52	0,56	0,61	v		
4	G	135	273	539	1.004	1.839	3.437	5.528	9.067	15.633	22.226	30.215	43.390	59.710	79.451	G	4	G	135	273	539	1.004	1.839	3.437	5.528	9.067	15.633	22.226	30.215	43.390	59.710	79.451	G	4	
	v	0,17	0,20	0,24	0,29	0,34	0,40	0,45	0,51	0,59	0,65	0,70	0,77	0,84	0,91	v		v	0,17	0,20	0,24	0,29	0,34	0,40	0,45	0,51	0,59	0,65	0,70	0,77	0,84	0,91	v		
6	G	170	345	680	1.265	2.319	4.333	6.969	11.432	19.709	28.021	38.093	54.704	75.279	100.166	G	6	G	170	345	680	1.265	2.319	4.333	6.969	11.432	19.709	28.021	38.093	54.704	75.279	100.166	G	6	
	v	0,21	0,26	0,31	0,36	0,42	0,50	0,57	0,64	0,74	0,82	0,88	0,97	1,06	1,14	v		v	0,21	0,26	0,31	0,36	0,42	0,50	0,57	0,64	0,74	0,82	0,88	0,97	1,06	1,14	v		
8	G	200	406	801	1.491	2.733	5.107	8.214	13.474	23.230	33.028	44.899	64.478	88.729	118.064	G	8	G	200	406	801	1.491	2.733	5.107	8.214	13.474	23.230	33.028	44.899	64.478	88.729	118.064	G	8	
	v	0,25	0,30	0,36	0,43	0,50	0,59	0,67	0,76	0,88	0,96	1,04	1,15	1,25	1,34	v		v	0,25	0,30	0,36	0,43	0,50	0,59	0,67	0,76	0,88	0,96	1,04	1,15	1,25	1,34	v		
10	G	228	461	910	1.694	3.104	5.802	9.332	15.306	26.389	37.519	51.006	73.246	100.796	134.120	G	10	G	228	461	910	1.694	3.104	5.802	9.332	15.306	26.389	37.519	51.006	73.246	100.796	134.120	G	10	
	v	0,29	0,34	0,41	0,48	0,57	0,67	0,76	0,86	1,00	1,09	1,18	1,30	1,42	1,53	v		v	0,29	0,34	0,41	0,48	0,57	0,67	0,76	0,86	1,00	1,09	1,18	1,30	1,42	1,53	v		
12	G	253	512	1.010	1.880	3.445	6.439	10.356	16.987	29.287	41.639	56.606	81.289	111.864	148.847	G	12	G	253	512	1.010	1.880	3.445	6.439	10.356	16.987	29.287	41.639	56.606	81.289	111.864	148.847	G	12	
	v	0,32	0,38	0,46	0,54	0,63	0,74	0,84	0,96	1,11	1,21	1,31	1,45	1,57	1,70	v		v	0,32	0,38	0,46	0,54	0,63	0,74	0,84	0,96	1,11	1,21	1,31	1,45	1,57	1,70	v		
14	G	276	559	1.103	2.053	3.763	7.032	11.310	18.551	31.984	45.473	61.819	88.774	122.164	162.553	G	14	G	276	559	1.103	2.053	3.763	7.032	11.310	18.551	31.984	45.473	61.819	88.774	122.164	162.553	G	14	
	v	0,35	0,42	0,50	0,59	0,69	0,81	0,92	1,05	1,21	1,32	1,44	1,58	1,72	1,85	v		v	0,35	0,42	0,50	0,59	0,69	0,81	0,92	1,05	1,21	1,32	1,44	1,58	1,72	1,85	v		
16	G	298	604	1.191	2.216	4.061	7.590	12.207	20.022	34.519	49.079	66.720	95.813	131.851	175.442	G	16	G	298	604	1.191	2.216	4.061	7.590	12.207	20.022	34.519	49.079	66.720	95.813	131.851	175.442	G	16	
	v	0,37	0,45	0,54	0,63	0,74	0,87	0,99	1,13	1,30	1,43	1,55	1,70	1,85	2,00	v		v	0,37	0,45	0,54	0,63	0,74	0,87	0,99	1,13	1,30	1,43	1,55	1,70	1,85	2,00	v		
18	G	318	646	1.274	2.370	4.344	8.118	13.056	21.416	36.923	52.496	71.365	102.484	141.030	187.656	G	18	G	318	646	1.274	2.370	4.344	8.118	13.056	21.416	36.923	52.496	71.365	102.484	141.030	187.656	G	18	
	v	0,40	0,48	0,57	0,68	0,79	0,94	1,06	1,21	1,39	1,53	1,66	1,82	1,98	2,14	v		v	0,40	0,48	0,57	0,68	0,79	0,94	1,06	1,21	1,39	1,53	1,66	1,82	1,98	2,14	v		
20	G	338	686	1.353	2.517	4.613	8.622	13.867	22.745	39.214	55.754	75.794	108.844	149.782	199.301	G	20	G	338	686	1.353	2.517	4.613	8.622	13.867	22.745	39.214	55.754	75.794	108.844	149.782	199.301	G	20	
	v	0,42	0,51	0,61	0,72	0,84	0,99	1,13	1,28	1,48	1,62	1,76	1,94	2,11	2,27	v		v	0,42	0,51	0,61	0,72	0,84	0,99	1,13	1,28	1,48	1,62	1,76	1,94	2,11	2,27	v		
22	G	357	724	1.428	2.658	4.871	9.104	14.643	24.018	41.409	58.874	80.037	114.936	158.166	210.457	G	22	G	357	724	1.428	2.658	4.871	9.104	14.643	24.018	41.409	58.874	80.037	114.936	158.166	210.457	G	22	
	v	0,45	0,54	0,64	0,76	0,89	1,05	1,19	1,35	1,56	1,71	1,86	2,04	2,22	2,40	v		v	0,45	0,54	0,64	0,76	0,89	1,05	1,19	1,35	1,56	1,71	1,86	2,04	2,22	2,40	v		
24	G	375	761	1.501	2.794	5.120	9.568	15.389	25.243	43.520	61.876	84.117	120.795	166.229	221.185	G	24	G	375	761	1.501	2.794	5.120	9.568	15.389	25.243	43.520	61.876	84.117	120.795	166.229	221.185	G	24	
	v	0,47	0,57	0,68	0,80	0,94	1,10	1,25	1,42	1,64	1,80	1,95	2,15	2,34	2,52	v		v	0,47	0,57	0,68	0,80	0,94	1,10	1,25	1,42	1,64	1,80	1,95	2,15	2,34	2,52	v		
26	G	393	797	1.572	2.925	5.359	10.016	16.109	26.424	45.557	64.771	88.053	126.449	174.009	231.573	G	26	G	393	797	1.572	2.925	5.359	10.016	16.109	26.424	45.557	64.771	88.053	126.449	174.009	231.573	G	26	
	v	0,49	0,59	0,71	0,83	0,98	1,15	1,31	1,49	1,72	1,89	2,05	2,25	2,45	2,64	v		v	0,49	0,59	0,71	0,83	0,98	1,15	1,31	1,49	1,72	1,89	2,05	2,25	2,45	2,64	v		
28	G	410	831	1.639	3.051	5.591	10.449	16.806	27.567	47.527	67.573	91.862	131.918	181.536	241.553	G	28	G	410	831	1.639	3.051	5.591	10.449	16.806	27.567	47.527	67.573	91.862	131.918	181.536	241.553	G	28	
	v	0,51	0,62	0,74	0,87	1,02	1,20	1,36	1,55	1,79	1,97	2,13	2,35	2,55	2,75	v		v	0,51	0,62	0,74	0,87	1,02	1,20	1,36	1,55	1,79	1,97	2,13	2,35	2,55	2,75	v		
30	G	426	865	1.705	3.174	5.816	10.870	17.482	28.676	49.438	70.290	95.556	137.223	188.835	251.266	G	30	G	426	865	1.705	3.174	5.816	10.870	17.482	28.676	49.438	70.290	95.556	137.223	188.835	251.266	G	30	
	v	0,53	0,64	0,77	0,91	1,06	1,25	1,42	1,62	1,87	2,05	2,22	2,44	2,66	2,86	v		v	0,53	0,64	0,77	0,91	1,06	1,25	1,42	1,62	1,87	2,05	2,22	2,44	2,66	2,86	v		
35	G	466	944	1.862	3.466	6.352	11.871	19.092	31.316	53.991	76.763	104.355	149.859	206.224	274.403	G	35	G	466	944	1.862	3.466	6.352	11.871	19.092	31.316	53.991	76.763	104.355	149.859	206.224	274.403	G	35	
	v	0,58	0,70	0,84	0,99	1,16	1,37	1,55	1,77	2,04	2,24	2,42	2,67	2,90	3,13	v		v	0,58	0,70	0,84	0,99	1,16	1,37	1,55	1,77	2,04	2,24	2,42	2,67	2,90	3,13	v		
40	G	502	1.019	2.010	3.741	6.855	12.812	20.606	33.799	58.272	82.850	112.630	161.741	222.575	296.161	G	40	G	502	1.019	2.010	3.741	6.855	12.812	20.606	33.799	58.272	82.850	112.630	161.741	222.575	296.161	G	40	
	v	0,63	0,76	0,91	1,07	1,25	1,48	1,67	1,91	2,20	2,41	2,62	2,88	3,13	3,37	v		v	0,63	0,															

3.7 RETE DI SCARICO ACQUE USATE

3.7.1 DIMENSIONAMENTO DELLE RETI DI SCARICO

Per dimensionare le tubazioni dell'impianto di scarico delle acque usate è necessario conoscere:

- il numero degli apparecchi sanitari serviti;
- la loro portata;
- la loro possibile contemporaneità d'uso;
- il carico totale (Q.T.);
- la portata massima contemporanea di acque usate da smaltire o carico di progetto (Q.P.).

Come unità di misura delle acque di scarico si è adottato un valore base corrispondente ad uno scarico specifico di 0,25 l/sec. o 15 l/min. chiamato unità di scarico. Tutti i punti di scarico di acque usate (apparecchi) sono ripartiti, secondo la loro potenzialità specifica di scarico, in unità costituenti dei gruppi di valori d'allacciamento.

Per il calcolo del totale (Qt) di acque usate che affluiscono in una colonna o in un collettore si è eseguita la somma dei singoli valori specifici di scarico secondo i tipi di apparecchi allacciati.

Mediante la tabella relativa o le formule riduttive della contemporaneità si è determinato il carico ridotto (Qr), cioè il carico probabile contemporaneo.

Quindi sono stati determinati determinano i rispettivi diametri di colonne e collettori, consultando le relative tabelle.

La formula riduttiva della contemporaneità sono:

case d'appartamenti, uffici, ecc. : $Q_r [l/s] = 0,5\sqrt{Q_t} [l/s]$

grandi ristoranti, alberghi, ospedali, scuole e comunità: $Q_r [l/s] = 0,7\sqrt{Q_t} [l/s]$

industrie, laboratori, ecc. : $Q_r [l/s] = 1,2\sqrt{Q_t} [l/s]$

Valori d'allacciamento apparecchi idrosanitari ad uso civile, suddivisi in gruppi di unità di scarico.

Gruppo di unità di scarico	Tipo di apparecchi idrosanitari	Intensità di scarico Q in l/s
1	bacinella ad uso dentistico fontanella a zampillo	0,25
2	lavamani, lavabo bidet lavabo a canale (3 rubinetti) centrifuga ad uso domestico piatto doccia	0,50
4	vasca da bagno lavapiedi (5 pilette) lavabo a canale (10 rubinetti) orinatoio lavello da cucina semplice e doppio lavastoviglie lavatoio per lavanderia lavatrice fino a 6 kg pozzetto a pavimento con uscita Ø63	1,00
6	vasca da bagno terapeutica lavatrice da 7 a 12 kg pozzetto a pavimento con uscita 75 lavastoviglie per ristoranti lavatoio doppio per lavanderia	1,50
10	WC (tutti i tipi) vuotatolo lavatrice da 13 a 40 kg pozzetto a pavimento con uscita Ø90-110	2,50

Valori d'allacciamento per apparecchi ad uso industriale e per laboratori

Tipo di apparecchi industriali e per laboratori	Intensità di scarico Q in l/s
- pompa d'aspirazione acqua (iniettore)	0,13
- acqua di raffreddamento	0,03
- rubinetto d'erogazione d'acqua	0,08
- rubinetto per acqua demineralizzata	0,30
- piccola lavatrice di provette, ecc.	0,40
- vuotatolo per acidi	1,00
- bacinelle con tappo di chiusura	1,00
- lavatrice da laboratorio	1,50

Tabella riduttiva per la contemporaneità

1 - case d'appartamenti (carichi variabili per tempo breve):

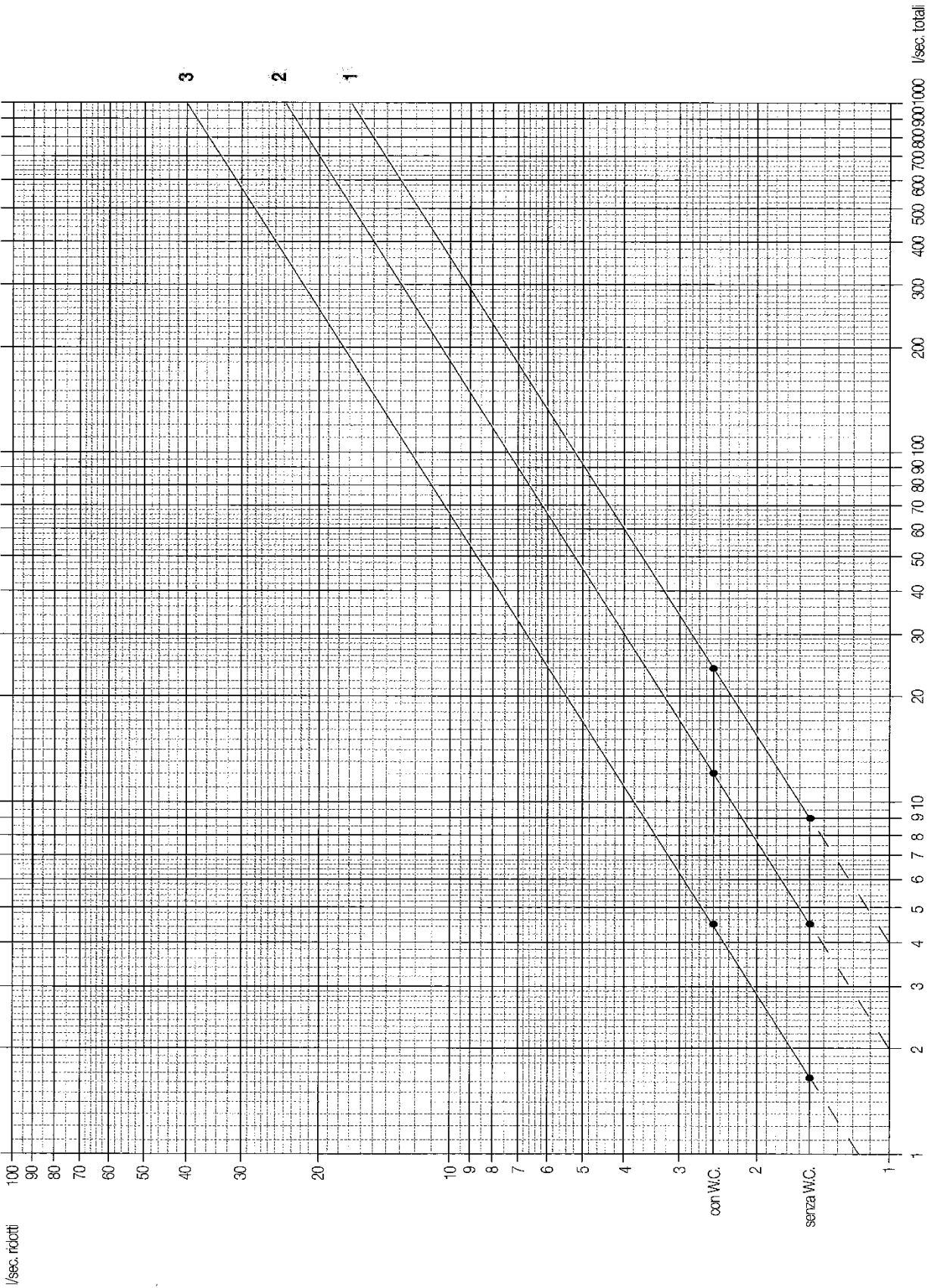
$$Q_r [l/s] = 0,5\sqrt{Q_t} [l/s]$$

2 - grandi ristoranti, alberghi, ospedali, scuole e comunità:

$$Q_r [l/s] = 0,7\sqrt{Q_t} [l/s]$$

3 - industrie e laboratori (carico costante per tempo lungo):

$$Q_r [l/s] = 1,2\sqrt{Q_t} [l/s]$$



DIMENSIONAMENTO DELLE COLONNE DI ACQUE USATE

Colonne di scarico di acque usate con sistema di ventilazione primaria.

Ø interno/ esterno Mm	Portata Q l/sec.	Totale servizi tipo allacciabili	servizi* tipo allacciabili per piano
57/63 **	1,5		
69/75 **	2,0		
83/90 **	3,0		
101/110	4,2	14	6
115/125	5,0	20	7
147/160	10,0	80	22
187/200	15,0		
234/250	27,0		
295/315	50,0		

* il servizio tipo è composto da: WC, lavabo, bidet, vasca

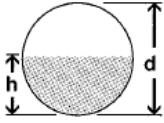
** solo per colonne senza WC.

DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI DI ACQUE USATE

Diramazioni di scarico degli apparecchi

La seguente tabella serve per dimensionare i singoli allacciamenti degli apparecchi e le diramazioni di raccolta degli stessi fino alla colonna di scarico.

I quantitativi massimi di acque usate ammessi per i diversi diametri e le varie pendenze corrispondono ad un'altezza di riempimento $h/d = 0,5$ (50%).

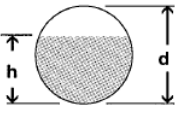
 $h/d=0,5$	pendenza in %				
	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%
Ø mm	portata Q in l/sec.				
34/40*	0,11	0,15	0,19	0,22	0,24
44/50*	0,21	0,30	0,37	0,43	0,48
57/63*	0,43	0,61	0,75	0,87	0,98
69/75*	0,72	1,03	1,26	1,46	1,64
83/90*	1,05	1,53	1,88	2,18	2,44
101/110	1,95	2,79	3,42	3,96	4,43
115/125	2,85	4,05	4,97	5,75	6,43
147/160	5,70	8,23	10,10	11,68	13,07
187/200	10,43	14,80	18,16	21,00	23,49
234/250	18,93	26,86	32,94	38,07	42,59
295/315	35,00	49,62	60,85	70,32	78,66

* solo per scarichi senza WC.

Collettori di scarico interni ai fabbricati

La seguente tabella serve per dimensionare i collettori di scarico e gli altri allacciamenti installati nelle zone inferiori dei fabbricati (garage, cantine, magazzini, locali infrastrutturali in genere).

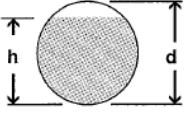
I quantitativi massimi di acque usate ammessi per i vari diametri e le diverse pendenze corrispondono ad un'altezza di riempimento $h/d = 0,7$ (70%).

 $h/d=0,7$	pendenza in %				
	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%
Ø mm	portata Q in l/sec.				
57/63*	0,9	1,2	1,4	1,6	1,7
69/75*	1,7	2,0	2,4	2,6	2,9
83/90*	2,5	3,0	3,5	4,0	4,3
101/110	4,5	5,5	6,4	7,1	7,8
115/125	6,5	8,0	9,2	10,3	11,3
147/160	13,0	16,0	18,5	21,0	23,0
187/200	23,8	29,2	33,7	37,7	41,4
234/250	43,2	53,0	61,2	68,5	75,0
295/315	79,8	97,8	113,0	126,5	138,6

* solo per scarichi senza WC.

Collettori di scarico esterni ai fabbricati (fognature)

La seguente tabella serve per dimensionare le diramazioni di scarico di acque usate installate esternamente ai fabbricati sia civili che industriali. I quantitativi massimi di acque usate ammessi per i vari diametri e le diverse pendenze corrispondono ad un'altezza di riempimento $h/d = 0,8$ (80%).

 $h/d=0,8$	pendenza in %						
	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	4,0%	5,0%
Ø mm	portata Q in l/sec.						
69/75*	1,8	2,3	2,6	3,0	3,2	3,8	4,2
83/90*	2,8	3,4	4,0	4,5	4,9	5,6	6,3
101/110	5,0	6,2	7,2	8,0	8,9	10,2	11,5
115/125	7,4	9,0	10,5	11,7	12,9	14,9	16,7
147/160	15,0	18,0	21,0	23,5	26,0	30,0	33,0
187/200	27,0	33,1	38,1	42,8	47,0	54,3	60,8
234/250	49,0	60,1	69,5	77,7	85,2	98,4	110,1
295/315	90,6	111,1	128,4	143,6	157,4	181,8	203,3

* solo per scarichi senza WC.