

ark progetti +

mandatario

architetto cunial giampaolo

mandante

architetto fabbian giampaolo

mandante

architetto pandolfo andrea

mandante

ingegnere carlo franceschini

mandante

ingegnere sara pretto

mandante

geometra forner simone

mandante

perito i. michelin guido

mandante

perito i. gabrielli luca

31030 borso del grappa treviso via ospedale 2/d
31010 asolo treviso via foresto nuovo 32/b

tel. uff. +39 0423 56 19 71
fax. +39 0423 91 46 30

e-mail info@arkprogetti.it

CODICE CUP : G49H180000000001

AMPLIAMENTO SCUOLA PRIMARIA DI MONTE DI MALO DESTINATO A SCUOLA SECONDARIA

COMUNE	MONTE DI MALO
COMMITTENTE	AMMINISTRAZIONE COMUNALE
DATA	SETTEMBRE 2019
AGGIORNAMENTO	EMISSIONE A SEGUITO VALIDAZIONE
CODICE	1219

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATI

IMPIANTI MECCANICO-IDRICO-TERMO-SANITARI

RELAZIONE DI CALCOLO E DIMENSIONAMENTO

ALLEGATO
**MEC
DIM**



f.to. Gabrielli Per. Ind. Luca

Il presente elaborato grafico è coperto dalle leggi sul diritto d'autore ed è di proprietà dello studio Gabrielli Per. Ind. Luca.
E' vietata la riproduzione parziale o totale delle immagini, testi e progetti contenuti senza l'esplicito consenso scritto dell'autore (art. 2576 c.c., art. 991 n. 633 del 22/04/41)

PREMESSA

La presente relazione tecnica, fornita a corredo del progetto impiantistico, illustra criteri e modalità di calcolo adottati nella progettazione degli impianti meccanici, al fine di rendere chiari le basi di dimensionamento e le scelte impiantistiche adottate.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti, oggetto dell'appalto, nel loro complesso e nei singoli elementi, sono stati progettati conformemente alla legislazione e alla normativa vigente al momento della progettazione, e la loro realizzazione dovrà essere eseguita nel rispetto di tali norme e di eventuali modificazioni che dovessero diventare vigenti prima dell'effettiva posa in opera degli impianti.

- D.P.R. n.412 del 26/08/1993 – Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione all'art. 4, comma 4, della legge 09/01/1991, n. 10;
- D.P.R. n.551 del 21/12/1999 – Regolamento recante modifiche al D.P.R. 26/08/1993, n.412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia;
- Legge n.10 del 09/01/1991 – Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;
- D.Lgs. n.192 del 19/08/2005 – Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia – secondo quanto aggiornato sulla G.U. n. 241 del 15/10/2005 – Suppl. Ordinario 165;
- D.Lgs. n.311 del 29/12/2006 – Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n.192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- D.Lgs. n.115 del 30/05/2008 – Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE;
- D.P.R. n.59 del 02/04/2009 – Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n.192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia;
- D.P.R. n.59 del 02/04/2009 – Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n.192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia;
- Legge n. 90 del 03/08/2013 – Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n.63 – Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale;
- Decreto n.37 del 22/01/2008 – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della Legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;

- D.M. 1 dicembre 1975: Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione e successivi aggiornamenti;
- D.P.R. n.236 del 24/05/1988: Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183;
- Decreto n.25 del 07/02/2012 – Disposizioni tecniche concernenti apparecchiature finalizzate al trattamento dell'acqua destinata al consumo umano;
- Legge n.549 del 23/12/1993: Misure a tutela dell'ozono stratosferico e dell'ambiente;
- Decreto n.626 del 19/09/1994: Attuazione delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;
- D.L. n.494 del 14/08/1996: Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili;
- Legge n.447 del 26/10/1996: Legge quadro sull'inquinamento acustico;
- D.P.C.M. 14 novembre 1997: Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997: Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici;
- D.M. 16 marzo 1998: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- Norma UNI/TS 11300-1 – Prestazioni energetiche degli edifici (Parte 1): Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- Norma UNI/TS 11300-2 – Prestazioni energetiche degli edifici (Parte 2): Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- Norma UNI/TS 11300-3 – Prestazioni energetiche degli edifici (Parte 3): Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;
- Norma UNI/TS 11300-4 – Prestazione energetiche degli edifici (Parte 4): Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- Norma UNI EN ISO 13789 – Prestazione termica degli edifici – Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione – Metodo di calcolo;
- Norma UNI EN ISO 13370 – Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodo di calcolo;
- Norma UNI EN 12831 – Impianti di riscaldamento negli edifici – Metodo di calcolo del carico termico di progetto;
- Norma UNI EN 14683 – Ponti termici in edilizia – Coefficiente di trasmissione termica lineica – Metodi semplificati e valori di riferimento;
- Norma UNI EN ISO 10077 – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti – Calcolo della trasmittanza termica;
- Norma UNI 10349 – Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici;

- Norma UNI 10351 – Materiali da costruzione – Conduttività termica e permeabilità al vapore;
- Norma UNI 10355 – Murature e solai – Valori della resistenza termica e metodo di calcolo;
- Norma UNI EN 14336 – Impianti di riscaldamento negli edifici – Installazione e messa in servizio dei sistemi di riscaldamento ad acqua calda;
- UNI EN 1264 – Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture;
- UNI EN 14511 – Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti;
- Norma UNI 15251 – Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica;
- Norma UNI 9182 – Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda – Criteri di progettazione, collaudo e gestione;
- Norma UNI EN 12506 – Sistemi di scarico funzionanti e gravità all'interno degli edifici;
- Norma UNI 8065 – Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile;
- Norma UNI 10779 – Impianti di estinzione incendi – Reti di idranti – Progettazione, installazione ed esercizio;
- Norma UNI EN 671 – Sistemi fissi di estinzione incendi – Sistemi equipaggiati con tubazioni;
- Norme ASHRAE;
- Norme ISO;
- Prescrizioni del locale Comando dei Vigili del Fuoco;
- Regolamenti relativi all'igiene ed alla sicurezza.

Sono inoltre osservate le norme tecniche emanate per le opere in oggetto dagli Enti e Associazioni competenti (VV.F., UNI, ISPESL/INAIL) e tutte le norme UNI, CTI e CEI relative a materiali, apparecchiature, modalità di esecuzione dei lavori e collaudi ritenute rilevanti ai fini del progetto.

DATI DI PROGETTO

Sono di seguito elencate le condizioni di progetto utilizzate come base per il calcolo e il dimensionamento degli impianti termoidraulici.

- Provincia: Vicenza
- Comune: Monte di Malo
- Latitudine: 45°39'41" N
- Longitudine: 11°21'47" E
- Gradi Giorno: 2855

- Zona Climatica: E
- Periodo di riscaldamento: 183 giorni
- Dati di progetto UNI 10349 (invernale): temperatura -6,88°C / umidità relativa est. 38,90%
- Dati di progetto UNI 10349 (estiva): temperatura +30,70°C / umidità relativa est. 45,00%
- Temperatura interna di progetto (invernale): 20°C in tutti i locali
- Umidità relativa interna di progetto (invernale): 50% in tutti i locali
- Temperatura interna di progetto (estiva): 26°C in tutti i locali
- Umidità relativa interna di progetto (estiva): 50% in tutti i locali

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO AMBIENTALE

DESCRIZIONE GENERALE

Per il riscaldamento e raffrescamento dei locali è previsto un sistema radiante a pavimento, a bassissima temperatura, in modo tale da sfruttare al meglio l'efficienza del sistema di generazione a pompa di calore. Il sistema è costituito principalmente dal pannello isolante sagomato con bugne, dalla tubazione per il passaggio del fluido termovettore e dai collettori per la distribuzione. Ogni zona sarà suddivisa in una serie di cassette/collettori per la distribuzione ai vari circuiti dell'impianto radiante. Ogni circuito radiante (serpentina dell'impianto radiante) sarà dotato di valvola con attuatore elettrico, in modo tale da effettuare una precisa regolazione termica in base alle condizioni termiche interne e ottenere in tal modo un'ottimizzazione dei consumi energetici.

CARICO TERMICO DI PROGETTO

Il criterio di base per il dimensionamento dell'impianto in regime invernale è costituito dalla dispersione termica dei locali costituenti l'edificio, a cui si aggiunge il fattore di ripresa, di cui tenere conto visto l'utilizzo intermittente dell'impianto di riscaldamento. Per il dimensionamento dell'impianto in regime estivo, esso deve far fronte efficacemente all'apporto di calore proveniente dall'esterno sotto forma di temperatura esterna e irraggiamento solare. Il calcolo delle dispersioni e del fabbisogno energetico complessivo del fabbricato è stato eseguito secondo le direttive di norma vigenti (norme UNI/TS 11300). Per i risultati in dettaglio si rimanda alla relazione sulla prestazione energetica dell'edificio ai sensi del D.Lgs. 192/2005 e s.m.i.

CARICO TERMICO DI PROGETTO

Carico termico di progetto (trasmissione + ventilazione + fattore di ripresa)	39,33 kW
---	----------

CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

La climatizzazione dei locali è assicurata mediante l'utilizzo di un impianto radiante a pavimento. Il dimensionamento dello stesso viene effettuato su superficie unitaria (W/m^2), tenendo conto della composizione del pacchetto strutturale del pavimento e dei materiali utilizzati, la cui considerazione risulta fondamentale per determinare la potenza termica trasferibile dal pavimento all'ambiente da climatizzare.

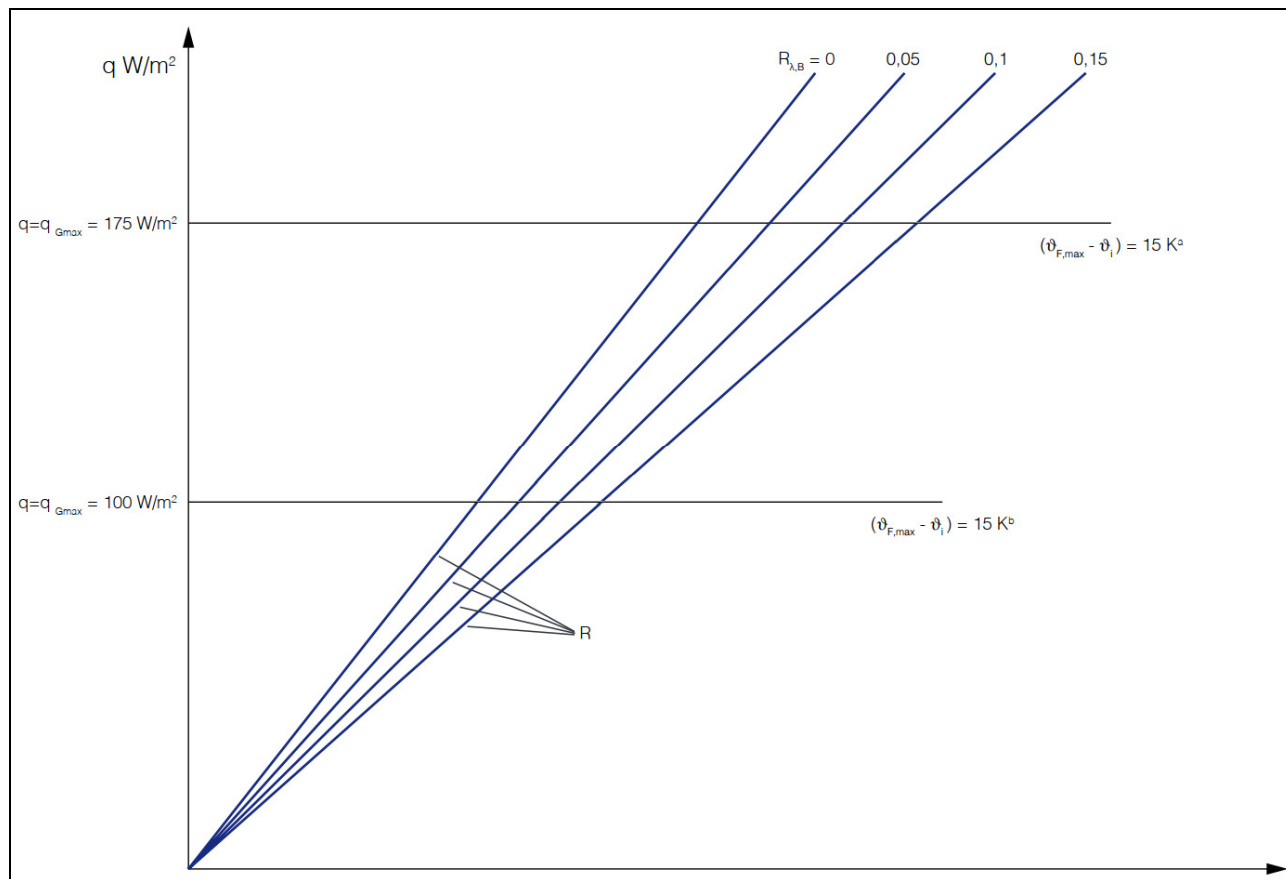
In base alla composizione del pavimento e alle modalità di posa dell'impianto radiante a pavimento, secondo quanto disposto dalle normative tecniche vigenti viene ricavata la temperatura superficiale del pavimento in correlazione alla temperatura di mandata dell'impianto (temperatura dell'acqua contenuta nel circuito radiante annegato nel massetto di pavimento), secondo la seguente formula:

$$\Delta\vartheta_H = \frac{\vartheta_v - \vartheta_r}{\ln \frac{\vartheta_v - \vartheta_i}{\vartheta_r - \vartheta_i}}$$

in cui:

- ϑ_v = temperatura di mandata dell'acqua nell'impianto radiante (°C);
- ϑ_r = temperatura di ritorno dell'acqua nell'impianto radiante (°C);
- ϑ_i = temperatura interna dell'ambiente da riscaldare (°C).

Il grafico seguente riporta l'emissione termica di un impianto radiante in base ai valori di resistenza termica del pacchetto di pavimento (R) e in base al salto di temperatura tra fluido termovettore e ambiente da riscaldare.



Il dimensionamento dell'impianto radiante parte dall'assunzione di valori di resa termica unitaria (W/m^2) in regime di funzionamento invernale ed estiva, sulla base della tipologia di tubazione radiante utilizzata (i principali fornitori presenti sul mercato presentano tutti tubazioni con valori di emissività di calore praticamente identici), in funzione della differenza di temperatura tra la temperatura media dei tubi e la temperatura del locale, e in funzione della geometria del pannello (diametro tubo, interasse tubi). Come resistenza termica del pacchetto di pavimento è utilizzato il valore di $0,10 m^2K/W$.

In base al carico termico del locale e compatibilmente alla superficie di pavimento disponibile per la posa dell'impianto radiante, si determina la resa richiesta per ciascun m^2 di superficie al fine di far fronte efficacemente alla dispersione e assicurare la corretta climatizzazione sia in regime invernale (riscaldamento) che in regime estivo (raffrescamento).

Il carico termico di ciascun locale è estrapolato dalla relazione sulla prestazione energetica degli edifici ai sensi del D.Lgs. 192/2005 e s.m.i., mentre la superficie di pavimento disponibile è ricavata dagli elaborati grafici architettonici in concerto con il progettista edile/architettonico del fabbricato.

VALORI DI RESA UNITARIA – IMPIANTO RADIANTE A PAVIMENTO

RESA TERMICA – Regime invernale	50 W/m^2
RESA FRIGORIFERA – Regime estivo	40 W/m^2

Al fine di assicurare il miglior comfort ambientale, la distribuzione dei circuiti radianti è progettata considerando una lunghezza massima di ciascuna serpentina pari a 100-110 metri, al fine di non realizzare circuiti con perdite di carico eccessive e mantenere un equilibrio tra i vari circuiti che consente una maggiore uniformità nell'emissione del calore e del raffreddamento.

In prossimità dei punti di maggior dispersione (pareti perimetrali, vetrate) saranno realizzati dei circuiti a passo di posa più fitto rispetto ai circuiti posizionati nelle zone più interne del fabbricato, così da rendere uniforme la temperatura interna in ogni punto dei locali.

RETI DI DISTRIBUZIONE DEL FLUIDO TERMOVETTORE

In base ai valori di resa termica/frigorifera assunti per l'impianto radiante a pavimento e alla superficie radiante prevista nel fabbricato, è calcolata la potenza termica/frigorifera prevista per l'impianto radiante, da cui è ricavata la portata d'acqua necessaria per fornire il fabbisogno termico, secondo la seguente formula:

$$Q = P / C \times \Delta T$$

in cui:

Q = portata d'acqua (kg/s);

P = potenza termica/frigorifera complessiva (W);

C = calore specifico acqua (4186 J/Kg°C)

ΔT = salto di temperatura mandata-ritorno acqua (5°C)

In base alla portata d'acqua prevista per ogni ramo della rete di distribuzione del fluido termovettore, si procede alla selezione dei diametri delle tubazioni.

La selezione del diametro tiene principalmente in considerazione la velocità del fluido, da cui deriva la perdita di carico complessiva del ramo.

VELOCITA' DEL FLUIDO TERMOVETTORE NELLE TUBAZIONI

Velocità massima di progetto – tubazioni idroniche	0,8-1,0 m/s
--	-------------

Nelle tabelle riportate alle pagine seguenti è indicata la perdita di carico lineare delle tubazioni in base alla velocità del fluido e al diametro.

Indicativamente in un impianto idraulico il 30% delle perdite di carico totali corrispondono alle perdite di carico distribuite (lineari) ed il rimanente 70% alle perdite di carico concentrate (si noti che in queste sono però incluse anche le perdite relative all'apparecchio utilizzatore e le valvole di intercettazione).

La selezione del diametro passa poi attraverso la necessità di bilanciare tutti i circuiti alimentati dalla stessa pompa. In linea di massima le perdite di carico dei rami devono coincidere (con tolleranza del $\pm 10\%$, con modifica del diametro delle tubazioni nel caso in cui la differenza di perdita di carico complessiva risulti maggiore di tale valore. Se, anche utilizzando tubazioni di diametro considerevolmente diverso tra i vari rami, non si giungesse ad un corretto bilanciamento dei vari circuiti, esso si ottiene aumentando le perdite di carico concentrate dei rami maggiormente favoriti (ad esempio con l'installazione di valvole di bilanciamento).

Una volta definite le perdite di carico e la portata d'acqua dei vari rami, sono infine determinate le caratteristiche di portata e prevalenza delle pompe di circolazione dell'impianto.

Lo spessore dell'isolamento previsto per le tubazioni consentono il rispetto dei requisiti di norma inerenti il rendimento medio stagionale di distribuzione.

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	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	26.687	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	1.689	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	2.669	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
De [mm]	16,7	21	26,4	33,2	41,9	47,8	59,6	75,2	87,9	113	138,5	163,9	De [mm]	
Di [mm]	12,7	16,4	21,8	27,4	36,1	42	53,2	68,8	80,7	105	129,5	154,9	Di [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	Øe	14	16	20	26	32	40	50	63	75	90	110	Øe	r	Øi	10	11,5	15	20	26	33	42	51	60	73	90	110	Øi	r										
	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		2									
4	G <td>33</td> <td>48</td> <td>99</td> <td>216</td> <td>441</td> <td>842</td> <td>1.621</td> <td>2.746</td> <td>4.268</td> <td>7.268</td> <td>12.828</td> <td>G<td>4</td><td>G<td>0,12</td><td>0,13</td><td>0,16</td><td>0,19</td><td>0,23</td><td>0,27</td><td>0,32</td><td>0,37</td><td>0,42</td><td>0,48</td><td>0,56</td><td>G<td>4</td></td></td></td>	33	48	99	216	441	842	1.621	2.746	4.268	7.268	12.828	G <td>4</td> <td>G<td>0,12</td><td>0,13</td><td>0,16</td><td>0,19</td><td>0,23</td><td>0,27</td><td>0,32</td><td>0,37</td><td>0,42</td><td>0,48</td><td>0,56</td><td>G<td>4</td></td></td>	4	G <td>0,12</td> <td>0,13</td> <td>0,16</td> <td>0,19</td> <td>0,23</td> <td>0,27</td> <td>0,32</td> <td>0,37</td> <td>0,42</td> <td>0,48</td> <td>0,56</td> <td>G<td>4</td></td>	0,12	0,13	0,16	0,19	0,23	0,27	0,32	0,37	0,42	0,48	0,56	G <td>4</td>	4											
	v												v		v												v												
6	G <td>42</td> <td>61</td> <td>125</td> <td>273</td> <td>556</td> <td>1.062</td> <td>2.044</td> <td>3.461</td> <td>5.381</td> <td>9.162</td> <td>16.173</td> <td>G<td>6</td><td>G<td>0,15</td><td>0,16</td><td>0,20</td><td>0,24</td><td>0,29</td><td>0,34</td><td>0,41</td><td>0,47</td><td>0,53</td><td>0,61</td><td>0,71</td><td>G<td>6</td></td></td></td>	42	61	125	273	556	1.062	2.044	3.461	5.381	9.162	16.173	G <td>6</td> <td>G<td>0,15</td><td>0,16</td><td>0,20</td><td>0,24</td><td>0,29</td><td>0,34</td><td>0,41</td><td>0,47</td><td>0,53</td><td>0,61</td><td>0,71</td><td>G<td>6</td></td></td>	6	G <td>0,15</td> <td>0,16</td> <td>0,20</td> <td>0,24</td> <td>0,29</td> <td>0,34</td> <td>0,41</td> <td>0,47</td> <td>0,53</td> <td>0,61</td> <td>0,71</td> <td>G<td>6</td></td>	0,15	0,16	0,20	0,24	0,29	0,34	0,41	0,47	0,53	0,61	0,71	G <td>6</td>	6											
	v												v		v												v												
8	G <td>49</td> <td>72</td> <td>147</td> <td>322</td> <td>655</td> <td>1.252</td> <td>2.409</td> <td>4.080</td> <td>6.342</td> <td>10.800</td> <td>19.063</td> <td>G<td>8</td><td>G<td>0,17</td><td>0,19</td><td>0,23</td><td>0,28</td><td>0,34</td><td>0,41</td><td>0,48</td><td>0,55</td><td>0,62</td><td>0,72</td><td>0,83</td><td>G<td>8</td></td></td></td>	49	72	147	322	655	1.252	2.409	4.080	6.342	10.800	19.063	G <td>8</td> <td>G<td>0,17</td><td>0,19</td><td>0,23</td><td>0,28</td><td>0,34</td><td>0,41</td><td>0,48</td><td>0,55</td><td>0,62</td><td>0,72</td><td>0,83</td><td>G<td>8</td></td></td>	8	G <td>0,17</td> <td>0,19</td> <td>0,23</td> <td>0,28</td> <td>0,34</td> <td>0,41</td> <td>0,48</td> <td>0,55</td> <td>0,62</td> <td>0,72</td> <td>0,83</td> <td>G<td>8</td></td>	0,17	0,19	0,23	0,28	0,34	0,41	0,48	0,55	0,62	0,72	0,83	G <td>8</td>	8											
	v												v		v												v												
10	G <td>56</td> <td>81</td> <td>167</td> <td>365</td> <td>744</td> <td>1.422</td> <td>2.736</td> <td>4.635</td> <td>7.204</td> <td>12.268</td> <td>21.655</td> <td>G<td>10</td><td>G<td>0,20</td><td>0,22</td><td>0,26</td><td>0,32</td><td>0,39</td><td>0,46</td><td>0,55</td><td>0,63</td><td>0,71</td><td>0,81</td><td>0,95</td><td>G<td>10</td></td></td></td>	56	81	167	365	744	1.422	2.736	4.635	7.204	12.268	21.655	G <td>10</td> <td>G<td>0,20</td><td>0,22</td><td>0,26</td><td>0,32</td><td>0,39</td><td>0,46</td><td>0,55</td><td>0,63</td><td>0,71</td><td>0,81</td><td>0,95</td><td>G<td>10</td></td></td>	10	G <td>0,20</td> <td>0,22</td> <td>0,26</td> <td>0,32</td> <td>0,39</td> <td>0,46</td> <td>0,55</td> <td>0,63</td> <td>0,71</td> <td>0,81</td> <td>0,95</td> <td>G<td>10</td></td>	0,20	0,22	0,26	0,32	0,39	0,46	0,55	0,63	0,71	0,81	0,95	G <td>10</td>	10											
	v												v		v												v												
12	G <td>62</td> <td>90</td> <td>186</td> <td>405</td> <td>826</td> <td>1.578</td> <td>3.037</td> <td>5.144</td> <td>7.996</td> <td>13.615</td> <td>24.033</td> <td>G<td>12</td><td>G<td>0,22</td><td>0,24</td><td>0,29</td><td>0,36</td><td>0,43</td><td>0,51</td><td>0,61</td><td>0,70</td><td>0,79</td><td>0,90</td><td>1,05</td><td>G<td>12</td></td></td></td>	62	90	186	405	826	1.578	3.037	5.144	7.996	13.615	24.033	G <td>12</td> <td>G<td>0,22</td><td>0,24</td><td>0,29</td><td>0,36</td><td>0,43</td><td>0,51</td><td>0,61</td><td>0,70</td><td>0,79</td><td>0,90</td><td>1,05</td><td>G<td>12</td></td></td>	12	G <td>0,22</td> <td>0,24</td> <td>0,29</td> <td>0,36</td> <td>0,43</td> <td>0,51</td> <td>0,61</td> <td>0,70</td> <td>0,79</td> <td>0,90</td> <td>1,05</td> <td>G<td>12</td></td>	0,22	0,24	0,29	0,36	0,43	0,51	0,61	0,70	0,79	0,90	1,05	G <td>12</td>	12											
	v												v		v												v												
14	G <td>67</td> <td>99</td> <td>203</td> <td>443</td> <td>902</td> <td>1.723</td> <td>3.316</td> <td>5.617</td> <td>8.732</td> <td>14.869</td> <td>26.246</td> <td>G<td>14</td><td>G<td>0,24</td><td>0,26</td><td>0,32</td><td>0,39</td><td>0,47</td><td>0,56</td><td>0,66</td><td>0,76</td><td>0,86</td><td>0,99</td><td>1,15</td><td>G<td>14</td></td></td></td>	67	99	203	443	902	1.723	3.316	5.617	8.732	14.869	26.246	G <td>14</td> <td>G<td>0,24</td><td>0,26</td><td>0,32</td><td>0,39</td><td>0,47</td><td>0,56</td><td>0,66</td><td>0,76</td><td>0,86</td><td>0,99</td><td>1,15</td><td>G<td>14</td></td></td>	14	G <td>0,24</td> <td>0,26</td> <td>0,32</td> <td>0,39</td> <td>0,47</td> <td>0,56</td> <td>0,66</td> <td>0,76</td> <td>0,86</td> <td>0,99</td> <td>1,15</td> <td>G<td>14</td></td>	0,24	0,26	0,32	0,39	0,47	0,56	0,66	0,76	0,86	0,99	1,15	G <td>14</td>	14											
	v												v		v												v												
16	G <td>73</td> <td>106</td> <td>219</td> <td>478</td> <td>974</td> <td>1.860</td> <td>3.579</td> <td>6.063</td> <td>9.424</td> <td>16.048</td> <td>28.327</td> <td>G<td>16</td><td>G<td>0,26</td><td>0,28</td><td>0,34</td><td>0,42</td><td>0,51</td><td>0,60</td><td>0,72</td><td>0,82</td><td>0,93</td><td>1,07</td><td>1,24</td><td>G<td>16</td></td></td></td>	73	106	219	478	974	1.860	3.579	6.063	9.424	16.048	28.327	G <td>16</td> <td>G<td>0,26</td><td>0,28</td><td>0,34</td><td>0,42</td><td>0,51</td><td>0,60</td><td>0,72</td><td>0,82</td><td>0,93</td><td>1,07</td><td>1,24</td><td>G<td>16</td></td></td>	16	G <td>0,26</td> <td>0,28</td> <td>0,34</td> <td>0,42</td> <td>0,51</td> <td>0,60</td> <td>0,72</td> <td>0,82</td> <td>0,93</td> <td>1,07</td> <td>1,24</td> <td>G<td>16</td></td>	0,26	0,28	0,34	0,42	0,51	0,60	0,72	0,82	0,93	1,07	1,24	G <td>16</td>	16											
	v												v		v												v												
18	G <td>78</td> <td>114</td> <td>234</td> <td>511</td> <td>1.042</td> <td>1.989</td> <td>3.828</td> <td>6.485</td> <td>10.080</td> <td>17.165</td> <td>30.299</td> <td>G<td>18</td><td>G<td>0,28</td><td>0,30</td><td>0,37</td><td>0,45</td><td>0,54</td><td>0,65</td><td>0,77</td><td>0,88</td><td>0,99</td><td>1,14</td><td>1,32</td><td>G<td>18</td></td></td></td>	78	114	234	511	1.042	1.989	3.828	6.485	10.080	17.165	30.299	G <td>18</td> <td>G<td>0,28</td><td>0,30</td><td>0,37</td><td>0,45</td><td>0,54</td><td>0,65</td><td>0,77</td><td>0,88</td><td>0,99</td><td>1,14</td><td>1,32</td><td>G<td>18</td></td></td>	18	G <td>0,28</td> <td>0,30</td> <td>0,37</td> <td>0,45</td> <td>0,54</td> <td>0,65</td> <td>0,77</td> <td>0,88</td> <td>0,99</td> <td>1,14</td> <td>1,32</td> <td>G<td>18</td></td>	0,28	0,30	0,37	0,45	0,54	0,65	0,77	0,88	0,99	1,14	1,32	G <td>18</td>	18											
	v												v		v												v												
20	G <td>83</td> <td>121</td> <td>249</td> <td>543</td> <td>1.106</td> <td>2.113</td> <td>4.066</td> <td>6.887</td> <td>10.706</td> <td>18.231</td> <td>32.180</td> <td>G<td>20</td><td>G<td>0,29</td><td>0,32</td><td>0,39</td><td>0,48</td><td>0,58</td><td>0,69</td><td>0,82</td><td>0,94</td><td>1,05</td><td>1,21</td><td>1,41</td><td>G<td>20</td></td></td></td>	83	121	249	543	1.106	2.113	4.066	6.887	10.706	18.231	32.180	G <td>20</td> <td>G<td>0,29</td><td>0,32</td><td>0,39</td><td>0,48</td><td>0,58</td><td>0,69</td><td>0,82</td><td>0,94</td><td>1,05</td><td>1,21</td><td>1,41</td><td>G<td>20</td></td></td>	20	G <td>0,29</td> <td>0,32</td> <td>0,39</td> <td>0,48</td> <td>0,58</td> <td>0,69</td> <td>0,82</td> <td>0,94</td> <td>1,05</td> <td>1,21</td> <td>1,41</td> <td>G<td>20</td></td>	0,29	0,32	0,39	0,48	0,58	0,69	0,82	0,94	1,05	1,21	1,41	G <td>20</td>	20											
	v												v		v												v												
22	G <td>87</td> <td>128</td> <td>262</td> <td>573</td> <td>1.168</td> <td>2.231</td> <td>4.294</td> <td>7.273</td> <td>11.305</td> <td>19.251</td> <td>33.981</td> <td>G<td>22</td><td>G<td>0,31</td><td>0,34</td><td>0,41</td><td>0,51</td><td>0,61</td><td>0,72</td><td>0,86</td><td>0,99</td><td>1,11</td><td>1,28</td><td>1,48</td><td>G<td>22</td></td></td></td>	87	128	262	573	1.168	2.231	4.294	7.273	11.305	19.251	33.981	G <td>22</td> <td>G<td>0,31</td><td>0,34</td><td>0,41</td><td>0,51</td><td>0,61</td><td>0,72</td><td>0,86</td><td>0,99</td><td>1,11</td><td>1,28</td><td>1,48</td><td>G<td>22</td></td></td>	22	G <td>0,31</td> <td>0,34</td> <td>0,41</td> <td>0,51</td> <td>0,61</td> <td>0,72</td> <td>0,86</td> <td>0,99</td> <td>1,11</td> <td>1,28</td> <td>1,48</td> <td>G<td>22</td></td>	0,31	0,34	0,41	0,51	0,61	0,72	0,86	0,99	1,11	1,28	1,48	G <td>22</td>	22											
	v												v		v												v												
24	G <td>92</td> <td>134</td> <td>276</td> <td>602</td> <td>1.228</td> <td>2.345</td> <td>4.513</td> <td>7.643</td> <td>11.881</td> <td>20.232</td> <td>35.713</td> <td>G<td>24</td><td>G<td>0,32</td><td>0,36</td><td>0,43</td><td>0,53</td><td>0,64</td><td>0,76</td><td>0,90</td><td>1,04</td><td>1,17</td><td>1,34</td><td>1,56</td><td>G<td>24</td></td></td></td>	92	134	276	602	1.228	2.345	4.513	7.643	11.881	20.232	35.713	G <td>24</td> <td>G<td>0,32</td><td>0,36</td><td>0,43</td><td>0,53</td><td>0,64</td><td>0,76</td><td>0,90</td><td>1,04</td><td>1,17</td><td>1,34</td><td>1,56</td><td>G<td>24</td></td></td>	24	G <td>0,32</td> <td>0,36</td> <td>0,43</td> <td>0,53</td> <td>0,64</td> <td>0,76</td> <td>0,90</td> <td>1,04</td> <td>1,17</td> <td>1,34</td> <td>1,56</td> <td>G<td>24</td></td>	0,32	0,36	0,43	0,53	0,64	0,76	0,90	1,04	1,17	1,34	1,56	G <td>24</td>	24											
	v												v		v												v												
26	G <td>96</td> <td>140</td> <td>289</td> <td>631</td> <td>1.285</td> <td>2.455</td> <td>4.724</td> <td>8.001</td> <td>12.437</td> <td>21.179</td> <td>37.384</td> <td>G<td>26</td><td>G<td>0,34</td><td>0,38</td><td>0,45</td><td>0,56</td><td>0,67</td><td>0,80</td><td>0,95</td><td>1,09</td><td>1,22</td><td>1,41</td><td>1,63</td><td>G<td>26</td></td></td></td>	96	140	289	631	1.285	2.455	4.724	8.001	12.437	21.179	37.384	G <td>26</td> <td>G<td>0,34</td><td>0,38</td><td>0,45</td><td>0,56</td><td>0,67</td><td>0,80</td><td>0,95</td><td>1,09</td><td>1,22</td><td>1,41</td><td>1,63</td><td>G<td>26</td></td></td>	26	G <td>0,34</td> <td>0,38</td> <td>0,45</td> <td>0,56</td> <td>0,67</td> <td>0,80</td> <td>0,95</td> <td>1,09</td> <td>1,22</td> <td>1,41</td> <td>1,63</td> <td>G<td>26</td></td>	0,34	0,38	0,45	0,56	0,67	0,80	0,95	1,09	1,22	1,41	1,63	G <td>26</td>	26											
	v												v		v												v												
28	G <td>100</td> <td>146</td> <td>301</td> <td>658</td> <td>1.341</td> <td>2.561</td> <td>4.928</td> <td>8.347</td> <td>12.975</td> <td>22.095</td> <td>39.002</td> <td>G<td>28</td><td>G<td>0,35</td><td>0,39</td><td>0,47</td><td>0,58</td><td>0,70</td><td>0,83</td><td>0,99</td><td>1,14</td><td>1,27</td><td>1,47</td><td>1,70</td><td>G<td>28</td></td></td></td>	100	146	301	658	1.341	2.561	4.928	8.347	12.975	22.095	39.002	G <td>28</td> <td>G<td>0,35</td><td>0,39</td><td>0,47</td><td>0,58</td><td>0,70</td><td>0,83</td><td>0,99</td><td>1,14</td><td>1,27</td><td>1,47</td><td>1,70</td><td>G<td>28</td></td></td>	28	G <td>0,35</td> <td>0,39</td> <td>0,47</td> <td>0,58</td> <td>0,70</td> <td>0,83</td> <td>0,99</td> <td>1,14</td> <td>1,27</td> <td>1,47</td> <td>1,70</td> <td>G<td>28</td></td>	0,35	0,39	0,47	0,58	0,70	0,83	0,99	1,14	1,27	1,47	1,70	G <td>28</td>	28											
	v												v		v												v												
30	G <td>104</td> <td>152</td> <td>313</td> <td>684</td> <td>1.395</td> <td>2.664</td> <td>5.126</td> <td>8.683</td> <td>13.497</td> <td>22.984</td> <td>40.570</td> <td>G<td>30</td><td>G<td>0,37</td><td>0,41</td><td>0,49</td><td>0,60</td><td>0,73</td><td>0,87</td><td>1,03</td><td>1,18</td><td>1,33</td><td>1,53</td><td>1,77</td><td>G<td>30</td></td></td></td>	104	152	313	684	1.395	2.664	5.126	8.683	13.497	22.984	40.570	G <td>30</td> <td>G<td>0,37</td><td>0,41</td><td>0,49</td><td>0,60</td><td>0,73</td><td>0,87</td><td>1,03</td><td>1,18</td><td>1,33</td><td>1,53</td><td>1,77</td><td>G<td>30</td></td></td>	30	G <td>0,37</td> <td>0,41</td> <td>0,49</td> <td>0,60</td> <td>0,73</td> <td>0,87</td> <td>1,03</td> <td>1,18</td> <td>1,33</td> <td>1,53</td> <td>1,77</td> <td>G<td>30</td></td>	0,37	0,41	0,49	0,60	0,73	0,87	1,03	1,18	1,33	1,53	1,77	G <td>30</td>	30											
	v												v		v												v												
35	G <td>114</td> <td>166</td> <td>342</td> <td>747</td> <td>1.523</td> <td>2.909</td> <td>5.598</td> <td>9.482</td> <td>14.740</td> <td>25.100</td> <td>44.306</td> <td>G<td>35</td><td>G<td>0,40</td><td>0,44</td><td>0,54</td><td>0,66</td><td>0,80</td><td>0,94</td><td>1,12</td><td>1,29</td><td>1,45</td><td>1,67</td><td>1,93</td><td>G<td>35</td></td></td></td>	114	166	342	747	1.523	2.909	5.598	9.482	14.740	25.100	44.306	G <td>35</td> <td>G<td>0,40</td><td>0,44</td><td>0,54</td><td>0,66</td><td>0,80</td><td>0,94</td><td>1,12</td><td>1,29</td><td>1,45</td><td>1,67</td><td>1,93</td><td>G<td>35</td></td></td>	35	G <td>0,40</td> <td>0,44</td> <td>0,54</td> <td>0,66</td> <td>0,80</td> <td>0,94</td> <td>1,12</td> <td>1,29</td> <td>1,45</td> <td>1,67</td> <td>1,93</td> <td>G<td>35</td></td>	0,40	0,44	0,54	0,66	0,80	0,94	1,12	1,29	1,45	1,67	1,93	G <td>35</td>	35											
	v												v		v												v												
40	G <td>123</td> <td>180</td> <td>369</td> <td>806</td> <td>1.644</td> <td>3.140</td> <td>6.042</td> <td>10.234</td> <td>15.909</td> <td>27.090</td> <td>47.819</td> <td>G<td>40</td><td>G<td>0,43</td><td>0,48</td><td>0,58</td><td>0,71</td><td>0,86</td><td>1,02</td><td>1,21</td><td>1,39</td><td>1,56</td><td>1,80</td><td>2,09</td><td>G<td>40</td></td></td></td>	123	180	369	806	1.644	3.140	6.042	10.234	15.909	27.090	47.819	G <td>40</td> <td>G<td>0,43</td><td>0,48</td><td>0,58</td><td>0,71</td><td>0,86</td><td>1,02</td><td>1,21</td><td>1,39</td><td>1,56</td><td>1,80</td><td>2,09</td><td>G<td>40</td></td></td>	40	G <td>0,43</td> <td>0,48</td> <td>0,58</td> <td>0,71</td> <td>0,86</td> <td>1,02</td> <td>1,21</td> <td>1,39</td> <td>1,56</td> <td>1,80</td> <td>2,09</td> <td>G<td>40</td></td>	0,43	0,48	0,58	0,71	0,86	1,02	1,21	1,39	1,56	1,80	2,09	G <td>40</td>	40											
	v												v		v												v												
45	G <td>131</td> <td>192</td> <td>395</td> <td>863</td> <td>1.758</td> <td>3.358</td> <td>6.463</td> <td>10.947</td> <td>17.016</td> <td>28.977</td> <td>51.148</td> <td>G<td>45</td><td>G<td>0,46</td><td>0,51</td><td>0,62</td><td>0,76</td><td>0,92</td><td>1,09</td><td>1,30</td><td>1,49</td><td>1,67</td><td>1,92</td><td>2,23</td><td>G<td>45</td></td></td></td>	131	192	395	863	1.758	3.358	6.463	10.947	17.016	28.977	51.148	G <td>45</td> <td>G<td>0,46</td><td>0,51</td><td>0,62</td><td>0,76</td><td>0,92</td><td>1,09</td><td>1,30</td><td>1,49</td><td>1,67</td><td>1,92</td><td>2,23</td><td>G<td>45</td></td></td>	45	G <td>0,46</td> <td>0,51</td> <td>0,62</td> <td>0,76</td> <td>0,92</td> <td>1,09</td> <td>1,30</td> <td>1,49</td> <td>1,67</td> <td>1,92</td> <td>2,23</td> <td>G<td>45</td></td>	0,46	0,51	0,62	0,76	0,92	1,09	1,30	1,49	1,67	1,92	2,23	G <td>45</td>	45											
	v												v		v												v												
50	G <td>140</td> <td>204</td> <td>420</td> <td>916</td> <td>1.867</td> <td>3.567</td> <td>6.864</td> <td>11.626</td> <td>18.072</td> <td>30.775</td> <td>54.322</td> <td>G<td>50</td><td>G<td>0,49</td><td>0,55</td><td>0,66</td><td>0,81</td><td>0,98</td><td>1,16</td><td>1,38</td><td>1,58</td><td>1,78</td><td>2,04</td><td>2,37</td><td>G<td>50</td></td></td></td>	140	204	420	916	1.867	3.567	6.864	11.626	18.072	30.775	54.322	G <td>50</td> <td>G<td>0,49</td><td>0,55</td><td>0,66</td><td>0,81</td><td>0,98</td><td>1,16</td><td>1,38</td><td>1,58</td><td>1,78</td><td>2,04</td><td>2,37</td><td>G<td>50</td></td></td>	50	G <td>0,49</td> <td>0,55</td> <td>0,66</td> <td>0,81</td> <td>0,98</td> <td>1,16</td> <td>1,38</td> <td>1,58</td> <td>1,78</td> <td>2,04</td> <td>2,37</td> <td>G<td>50</td></td>	0,49	0,55	0,66	0,81	0,98	1,16	1,38	1,58	1,78	2,04	2,37	G <td>50</td>	50											
	v												v		v												v												
60	G <td>155</td> <td>226</td> <td>466</td> <td>1.017</td> <td>2.072</td> <td>3.958</td> <td>7.617</td> <td>12.903</td> <td>20.057</td> <td>34.154</td> <td>60.287</td> <td>G<td>60</td><td>G<td>0,55</td><td>0,61</td><td>0,73</td><td>0,90</td><td>1,08</td><td>1,29</td><td>1,53</td><td>1,75</td><td>1,97</td><td>2,27</td><td>2,63</td><td>G<td>60</td></td></td></td>	155	226	466	1.017	2.072	3.958	7.617	12.903	20.057	34.154	60.287	G <td>60</td> <td>G<td>0,55</td><td>0,61</td><td>0,73</td><td>0,90</td><td>1,08</td><td>1,29</td><td>1,53</td><td>1,75</td><td>1,97</td><td>2,27</td><td>2,63</td><td>G<td>60</td></td></td>	60	G <td>0,55</td> <td>0,61</td> <td>0,73</td> <td>0,90</td> <td>1,08</td> <td>1,29</td> <td>1,53</td> <td>1,75</td> <td>1,97</td> <td>2,27</td> <td>2,63</td> <td>G<td>60</td></td>	0,55	0,61	0,73	0,90	1,08	1,29	1,53	1,75	1,97	2,27	2,63	G <td>60</td>	60											
	v												v		v												v												
70	G <td>169</td> <td>247</td> <td>509</td> <td>1.110</td> <td>2.263</td> <td>4.323</td> <td>8.319</td> <td>14.091</td> <td>21.904</td> <td>37.299</td> <td>65.838</td> <td>G<td>70</td><td>G<td>0,60</td><td>0,66</td><td>0,80</td><td>0,98</td><td>1,18</td><td>1,40</td><td>1,67</td><td>1,92</td><td>2,15</td><td>2,48</td><td>2,87</td><td>G<td>70</td></td></td></td>	169	247	509	1.110	2.263	4.323	8.319	14.091	21.904	37.299	65.838	G <td>70</td> <td>G<td>0,60</td><td>0,66</td><td>0,80</td><td>0,98</td><td>1,18</td><td>1,40</td><td>1,67</td><td>1,92</td><td>2,15</td><td>2,48</td><td>2,87</td><td>G<td>70</td></td></td>	70	G <td>0,60</td> <td>0,66</td> <td>0,80</td> <td>0,98</td> <td>1,18</td> <td>1,40</td> <td>1,67</td> <td>1,92</td> <td>2,15</td> <td>2,48</td> <td>2,87</td> <td>G<td>70</td></td>	0,60	0,66	0,80	0,98	1,18	1,40	1,67	1,92	2,15	2,48	2,87	G <td>70</td>	70											
	v												v		v												v												
80	G <td>183</td> <td>267</td> <td>549</td> <td>1.198</td> <td>2.443</td> <td>4.666</td> <td>8.979</td> <td>15.208</td> <td>23.640</td> <td>40.256</td> <td>71.058</td> <td>G<td>80</td><td>G<td>0,65</td><td>0,71</td><td>0,86</td><td>1,06</td><td>1,28</td><td>1,52</td><td>1,80</td><td>2,07</td><td>2,32</td><td>2,67</td><td>3,10</td><td>G<td>80</td></td></td></td>	183	267	549	1.198	2.443	4.666	8.979	15.208	23.640	40.256	71.058	G <td>80</td> <td>G<td>0,65</td><td>0,71</td><td>0,86</td><td>1,06</td><td>1,28</td><td>1,52</td><td>1,80</td><td>2,07</td><td>2,32</td><td>2,67</td><td>3,10</td><td>G<td>80</td></td></td>	80	G <td>0,65</td> <td>0,71</td> <td>0,86</td> <td>1,06</td> <td>1,28</td> <td>1,52</td> <td>1,80</td> <td>2,07</td> <td>2,32</td> <td>2,67</td> <td>3,10</td> <td>G<td>80</td></td>	0,65	0,71	0,86	1,06	1,28	1,52	1,80	2,07	2,32	2,67	3,10	G <td>80</td>	80											
	v												v		v												v												
90	G <td>195</td> <td>285</td> <td>587</td> <td>1.282</td> <td>2.613</td> <td>4.991</td> <td>9.604</td> <td>16.267</td> <td>25.286</td> <td>43.059</td> <td>76.006</td> <td>G<td>90</td><td>G<td>0,69</td><td>0,76</td><td>0,92</td><td>1,13</td><td>1,37</td><td>1,62</td><td>1,93</td><td>2,21</td><td>2,48</td><td>2,86</td><td>3,32</td><td>G<td>90</td></td></td></td>	195	285	587	1.282	2.613	4.991	9.604	16.267	25.286	43.059	76.006	G <td>90</td> <td>G<td>0,69</td><td>0,76</td><td>0,92</td><td>1,13</td><td>1,37</td><td>1,62</td><td>1,93</td><td>2,21</td><td>2,48</td><td>2,86</td><td>3,32</td><td>G<td>90</td></td></td>	90	G <td>0,69</td> <td>0,76</td> <td>0,92</td> <td>1,13</td> <td>1,37</td> <td>1,62</td> <td>1,93</td> <td>2,21</td> <td>2,48</td> <td>2,86</td> <td>3,32</td> <td>G<td>90</td></td>	0,69	0,76	0,92	1,13	1,37	1,62	1,93	2,21	2,48	2,86	3,32	G <td>90</td>	90											
	v												v		v												v												
100	G <td>207</td> <td>303</td> <td>624</td> <td>1.361</td> <td>2.775</td> <td>5.300</td> <td>10.200</td> <td>17.276</td> <td>26.855</td> <td>45.731</td> <td>80.722</td> <td>G<td>100</td><td>G<td>0,73</td><td>0,81</td><td>0,98</td><td>1,20</td><td>1,45</td><td>1,72</td><td>2,04</td><td>2,35</td><td>2,64</td><td>3,04</td><td>3,52</td><td>G<td>100</td></td></td></td>	207	303	624	1.361	2.775	5.300	10.200	17.276	26.855	45.731	80.722	G <td>100</td> <td>G<td>0,73</td><td>0,81</td><td>0,98</td><td>1,20</td><td>1,45</td><td>1,72</td><td>2,04</td><td>2,35</td><td>2,64</td><td>3,04</td><td>3,52</td><td>G<td>100</td></td></td>	100	G <td>0,73</td> <td>0,81</td> <td>0,98</td> <td>1,20</td> <td>1,45</td> <td>1,72</td> <td>2,04</td> <td>2,35</td> <td>2,64</td> <td>3,04</td> <td>3,52</td> <td>G<td>100</td></td>	0,73	0,81	0,98	1,20	1,45	1,72	2,04	2,35	2,64	3,04	3,52	G <td>100</td>	100											
	v												v		v												v												
Se = superficie esterna, m²/m														Si = sezione interna, mm²														V = contenuto acqua, l/m											
Øe [mm]		14	16	20	26	32	40	50	63	75	90	110	Øe [mm]		Øi [mm]		10	11,5	15	20	26	33	42	51	60	73	90	Øi [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	Øe	14	16	20	26	32	40	50	63	75	90	110	Øe	r											
	Øi	10	11,5	15	20	26	33	42	51	60	73	90	Øi												
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												
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												
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												
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												
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												
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												
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												
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												
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												
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												
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												
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												
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												
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												
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												
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												
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												
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												
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												
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												
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												
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												
90	G	223	326	670	1.462	2.981	5.694	10.957	18.559	28.849	49.125	86.713	G	90											
	v	0,79	0,87	1,05	1,29	1,56	1,85	2,20	2,52	2,83	3,26	3,79	v												
100	G	237	346	711	1.553	3.166	6.047	11.637	19.710	30.639	52.174	92.094	G	100											
	v	0,84	0,92	1,12	1,37	1,66	1,96	2,33	2,68	3,01	3,46	4,02	v												

Se = superficie esterna, m²/m														Si = sezione interna, mm²						V = contenuto acqua, l/m					
Øe [mm]	14	16	20	26	32	40	50	63	75	90	110	Øe [mm]	Se [m²/m]												
Øi [mm]	10	11,5	15	20	26	33	42	51	60	73	90	Øi [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]													

VASI DI ESPANSIONE

Il volume dei vasi di espansione è correlato al volume di espansione dell'acqua nei circuiti, calcolato con la formula:

$$V = \frac{E}{1 - \frac{P_i}{P_f}}$$

dove:

- V = volume dei vasi (litri);
- E = volume di espansione (litri);
- P_i = pressione assoluta iniziale (bar);
- P_f = pressione assoluta finale (bar).

IMPIANTO IDROSANITARIO

DESCRIZIONE GENERALE

La rete idrosanitaria a servizio dell'edificio prevede l'alimentazione di acqua fredda ai due blocchi servizi (Piano Terra e Piano Primo), all'interno dei quali sono previsti i bollitori per la produzione di acqua calda sanitaria. È prevista l'installazione di:

- un bollitore a pompa di calore condensata ad aria per i servizi igienici del Piano Primo;
- un bollitore elettrico tradizionale per i servizi igienici del Piano Terra.

Il bollitore a pompa di calore, nel suo ciclo di funzionamento, utilizza aria esterna, prelevata tramite delle apposite canalizzazioni sfocianti in copertura, producendo l'acqua calda sanitaria e garantendo allo stesso tempo efficienza energetica e risparmio economico. Il bollitore si presenta con un design moderno e contiene al suo interno tutte le sicurezze necessarie.

L'alimentazione idrica avverrà dall'acquedotto, con installazione di tutti i dispositivi di trattamento chimico-fisico dell'acqua necessari (installati nel vano tecnico presente al Piano Seminterrato), in modo tale da dare all'acqua sanitaria le corrette caratteristiche indicate dalla normativa vigente in materia.

CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

La rete idrosanitaria deve garantire efficacemente il fabbisogno idrico ad ogni punto di utenza, con precisi criteri determinati dalla norma UNI 9182. Nell'erogazione dell'acqua calda sanitaria, la quantità di acqua fuoriuscente dai rubinetti prima che l'acqua calda venga erogata alle condizioni nominali deve essere al massimo pari a 1,5 litri.

Le portate d'acqua previste per ogni apparecchio utilizzatore sono le seguenti:

Apparecchio	Portata acqua	Pressione minima	Diametro alimentazione
	l/s	kPa	in.
Lavabi	0,10	50	1/2"
Bidet	0,10	50	1/2"
Vasi a cassetta	0,10	50	1/2"
Vasi passo rapido	1,50	150	3/4"
Vasi flussometro	1,50	150	3/4"
Vasca da bagno	0,20	50	1/2"
Vasca idromassaggio	0,40	100	3/4"
Doccia	0,15	50	1/2"
Lavello da cucina	0,20	50	1/2"

Il dimensionamento della rete è eseguito nelle condizioni di esercizio più gravose e si basa sul calcolo della portata d'acqua massima contemporanea.

Per tale calcolo si fa riferimento alle curve di contemporaneità definite dalla norma UNI 9182, definendo la portata di progetto dell'impianto idrosanitario.

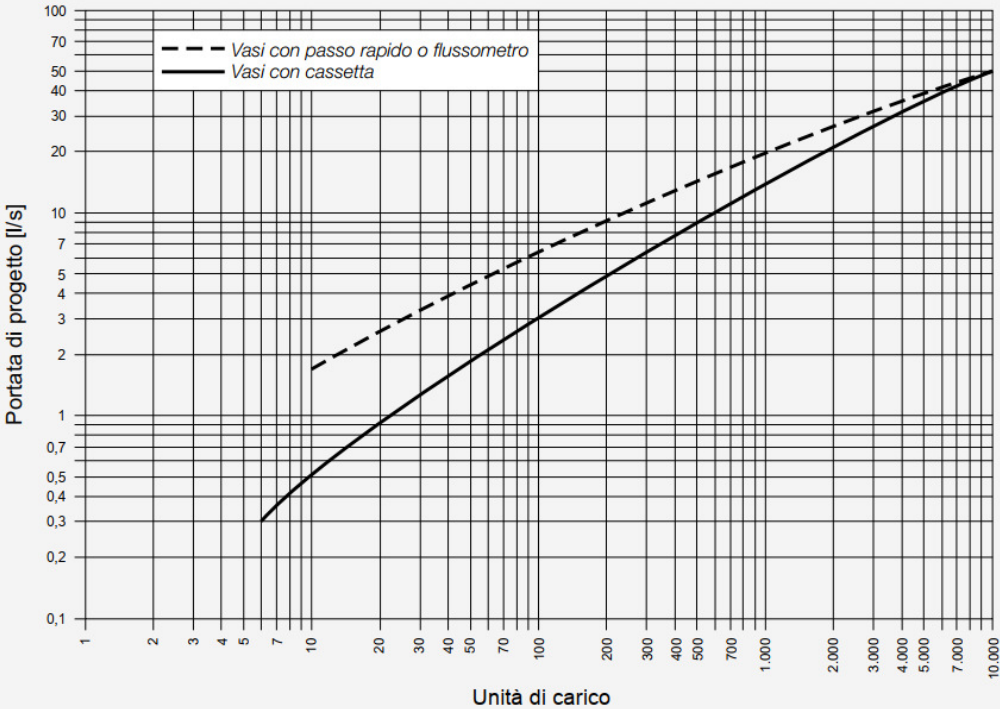
Il procedimento prevede i seguenti passaggi:

- determinazione delle unità di carico totali in base alle apparecchiature sanitarie previste, seguendo le indicazioni della relativa tabella fornita dalla norma UNI 9182;
- individuazione sull'asse delle ascisse della tabella della curva di contemporaneità del valore delle "unità di carico totali";
- tracciamento di una linea verticale dal valore di unità di carico totali alla curva di contemporaneità da utilizzare (da scegliere in base al tipo di vasi presenti nell'edificio);
- dal punto individuato sulla curva di contemporaneità, tracciamento di una linea orizzontale, individuando così in tal modo il valore della portata di progetto dell'impianto.

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

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

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



Il dimensionamento delle tubazioni della rete idrosanitaria si basa principalmente sul fabbisogno idrico da assicurare ad ogni utenza e alla prevalenza richiesta nel punto di erogazione.

Come criterio di dimensionamento è adottato un limite di velocità dell'acqua nelle tubazioni pari a 1 m/s, al fine di evitare perdite di carico troppo alte e rumorosità dovuta all'alta velocità dell'acqua.

Essendo la produzione di acqua calda sanitaria interna ai blocchi servizi igienici della struttura (bollitore a pompa di calore installato all'interno dei servizi igienici del Piano Primo, bollitore elettrico installato nel vano tecnico al Piano Interrato a poca distanza lineare dai servizi igienici del Piano Terra ad esso asserviti), la distanza tra il punto di produzione e i punti di erogazione dell'acqua calda è tale da consentire di non installare la rete di ricircolo dell'acqua calda, in quanto l'erogazione della stessa avviene prima di una fuoriuscita di acqua dal rubinetto di 1,5 litri (come prescritto dalla norma UNI 9182).

La temperatura di erogazione dell'acqua calda sanitaria è pari a 48°C, con tolleranza di $\pm 2^\circ\text{C}$.

La pressione di esercizio della rete idrosanitaria è sempre compresa fra due valori limite: la pressione di esercizio minima e la pressione di esercizio massima.

La pressione di esercizio minima è la pressione che assicura a tutte le utenze le portate massime contemporanee al progetto. È calcolata utilizzando la seguente formula:

$$p_{\min} = \Delta h_{\max} + p_{\text{utente}} + \Delta p_{\text{cont.}+\text{local.}}$$

dove:

- Δh_{\max} = pressione corrispondente alla differenza di quota tra l'utenza situata nel punto più alto e l'alimentazione;
- p_{utente} = pressione minima da garantire all'utenza;
- $\Delta p_{\text{cont.}+\text{local.}}$ = caduta di pressione nella rete, dovuta alle perdite di carico sia continue che accidentali (in corrispondenza dell'erogazione della portata massima contemporanea).

La pressione di esercizio massima è il valore massimo della pressione per evitare di danneggiare le rubinetterie. Si calcola utilizzando la seguente formula:

$$p_{\max} = \Delta h_{\min} + p_{\text{rub.}}$$

dove:

- Δh_{\min} = pressione corrispondente alla differenza di quota tra l'utenza più vicina all'alimentazione e l'alimentazione stessa;
- $p_{\text{rub.}}$ = pressione massima ammissibile nei rubinetti (450-500 kPa).

Il valore della pressione di esercizio massima è in genere il valore della pressione a monte dell'utenza situata alla quota geometrica più bassa.

Si noti che per i diametri non si sono utilizzate tubazioni di diametro minore di 16x2,6 mm (equivalenti a 1/2" per le tubazioni): tale valore viene assegnato (senza procedere a particolari calcoli) a tutte le tubazioni che costituiscono diramazioni a servizio di un solo punto d'utenza.

Lo spessore dell'isolamento previsto per le tubazioni consentono il rispetto dei requisiti di norma inerenti il rendimento medio stagionale di distribuzione.

IMPIANTO DI RINNOVO ARIA AMBIENTE

DESCRIZIONE GENERALE

Il rinnovo dell'aria ambiente dei vari ambienti è realizzato mediante l'utilizzo di una centrale di trattamento aria. Essa è dotata di sezione filtranti ad alta efficienza, sezioni ventilanti di mandata e ritorno con ventilatori plug-fan collegati a motori elettrici dotati di inverter per la variazione della frequenza di alimentazione, sezione per il recupero di calore dall'aria viziata prelevata dagli ambienti interni, e batterie di integrazione caldo/freddo (batteria di raffrescamento e batteria di riscaldamento/post-riscaldamento, tutte collegate agli appositi circuiti della centrale termofrigorifera).

All'interno della centrale è presente una sezione a recupero di calore: grazie ad uno scambiatore adeguatamente dimensionato, di tipo rotativo e ad alta efficienza (>70%), durante la stagione di riscaldamento si è in grado di recuperare gran parte del calore presente nell'aria prelevata dai locali e di trasferirla all'aria fresca in entrata presa dall'ambiente esterno, abbassando in tal modo il fabbisogno termico per il riscaldamento dell'aria, con il conseguente risparmio energetico che ne deriva.

Nella centrale di trattamento aria è presente una sezione di umidificazione con pacco evaporante, con acqua a perdere e pacco estraibile.

La centrale di trattamento aria, quando le condizioni esterne lo consentono, può essere eventualmente utilizzata anche in modalità free-cooling, immettendo direttamente all'interno l'aria prelevata dall'ambiente esterno senza alcun condizionamento termico/frigorifero dato dalle batterie d'integrazione presenti all'interno della centrale, sfruttando quindi solo la differenza di temperatura tra esterno ed interno: questa modalità permette di ottenere un ulteriore risparmio energetico.

Per assicurare in ogni momento le migliori condizioni di salubrità e igiene all'interno degli ambienti e nel contempo ottenere un sensibile risparmio energetico, il funzionamento della centrale di trattamento aria è gestito mediante delle sonde installate sulla condotta di ripresa aria dall'ambiente: esse monitorano in ogni istante il livello dei parametri dell'aria prelevata dai locali, i sistemi di gestione e regolazione delle centrali di trattamento aria acquisiscono tale valore e in base ad esso gestiscono la velocità di rotazione dei motori delle sezioni ventilanti in base alle reali necessità, garantendo in tal modo un efficace rinnovo dell'aria ambiente e un notevole risparmio energetico.

È prevista la realizzazione della rete di distribuzione dell'aria secondo il seguente criterio:

- nei tratti esterni e nel cavedio di risalita principale, la rete di distribuzione verrà realizzata in PAL di spessore pari a 50 mm;
- nei tratti interni la rete di distribuzione verrà realizzata in PAL di spessore pari a 20 mm.

Le canalizzazioni in PAL (pannelli sandwich con poliuretano espanso rigido rivestiti da entrambi i lati con lamine in alluminio goffrato), garantiscono una ridottissima dispersione termica lungo la rete ed allo stesso tempo una bassissima rumorosità dovuta al passaggio dell'aria. Grazie alla sua leggerezza, questa tipologia di canali consente una facile e veloce installazione in opera.

L'immissione e la ripresa dell'aria nei vari ambienti è garantita mediante diffusori a soffitto, opportunamente posizionati per garantire un efficace ricambio d'aria all'interno dei locali. Nei servizi igienici sono invece utilizzate delle valvole di ventilazione a soffitto e/o a parete.

Particolare attenzione dovrà essere posta al collegamento tra i vari pezzi di canalizzazione, in quanto dovrà essere raggiunta la Classe di Tenuta C (perdita ammessa: 0,28 litri/secondo per m² di superficie laterale) nella rete di distribuzione dell'aria.

La rete di distribuzione è completata con l'inserimento di serrande di regolazione per distribuire al meglio le portate d'aria ai vari punti e di setti silenziatori appositamente dimensionati per ridurre al minimo il rumore dovuto alla circolazione dell'aria nelle condotte, già sensibilmente abbassata grazie all'utilizzo di canalizzazioni in PAL.

Ai fini del mantenimento delle compartimentazioni antincendio, in corrispondenza degli attraversamenti di pareti REI sono previste delle serrande tagliafuoco aventi la funzione di chiusura della canalizzazione in caso di emergenza.

Nel complesso, la presenza dell'impianto radiante a pavimento e dell'impianto di rinnovo aria ambiente consente di fronteggiare efficacemente sia i periodi di maggior fabbisogno di riscaldamento (inverno) e raffrescamento (estate), sia i periodi come le mezze stagioni dove è richiesto all'impianto un funzionamento bivalente, ad esempio con un riscaldamento degli ambienti tramite l'impianto radiante a pavimento ed il contemporaneo ricambio dell'aria interna con leggero raffrescamento nei locali più esposti. Questo permette quindi di garantire agli occupanti i migliori standard di comfort interno in ogni situazione, durante tutto l'arco dell'anno.

CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Il criterio fondamentale di partenza nel dimensionamento dell'impianto di rinnovo dell'aria ambiente è costituito dal volume d'aria da estrarre ed immettere in ogni locale, in base alla propria destinazione d'uso e alla propria volumetria.

Il volume di rinnovo è stato calcolato in base ai parametri e alle indicazioni fornite dalla norma UNI 10339 "Impianti aerulici a fini di benessere – Generalità, classificazione e requisiti".

Di seguito sono indicate le portate d'aria previste per i vari locali costituenti il fabbricato.

Tipologia Locale	Tipologia di aerazione	Indice affollamento	Portata aria rinnovo minima richiesta	Portata aria rinnovo prevista PROGETTO	Numero ricambi aria orari UNI 10339	Numero ricambi aria orari previsti PROGETTO	Note
		(persone/mq)	(mc/h x pers.)	(mc/h x pers.)	(n.)	(n.)	
Corridoio e ingresso	Imm/Estr	0,30	21,6	29,0			
Biblioteca	Imm/Estr	0,30	21,6	50,0			
W.C. biblioteca	Imm/Estr*				8,0	8,0	* = estrazione da WC
Studio assistito	Imm/Estr	0,30	21,6	70,0			
Laboratorio	Imm/Estr	0,30	25,2	46,7			
Laboratorio	Imm/Estr	0,30	25,2	46,7			
Aula	Imm/Estr	0,45	21,6	31,8			
Aula	Imm/Estr	0,45	21,6	31,8			
Aula	Imm/Estr	0,45	21,6	31,8			
Aula	Imm/Estr	0,45	21,6	31,8			
W.C. femmine	Imm/Estr*				8,0	8,0	* = estrazione da WC
W.C. maschi	Imm/Estr*				8,0	8,0	* = estrazione da WC
Ripostiglio	Estr				6,0	8,0	
Sala insegnanti	Imm/Estr	0,30	21,6	70,0			
W.C. sala insegnanti	Imm/Estr*				8,0	8,0	* = estrazione da WC
Corridoio	Imm/Estr	0,30	21,6	42,0			

Il generale la rete di distribuzione dell'aria sarà realizzata con canali di mandata e ripresa di forma rettangolare. È adottata tale soluzione al fine di ottimizzare lo sfruttamento degli spazi tecnici disponibili nei cavedi verticali e nei controsoffitti.

Per il dimensionamento dei canali di distribuzione dell'aria è stato utilizzato il metodo della perdite di carico (distribuita) unitaria costante: questo valore è stato generalmente assunto pari a 0,6 Pa/m (circa 0,06 mm_{H2O}/m).

Scelte le dimensioni del canale, il valore della perdita di carico unitaria è funzione della portata totale d'aria trattata e della massima velocità ammessa. Pertanto, una volta assunto il valore della perdita unitaria e della portata d'aria, si procede a confrontare la velocità ottenuta con i valori massimi ammessi nei canali.

Per quanto riguarda la massima velocità ammessa nei canali, la rete è stata dimensionata seguendo il seguente criterio:

VELOCITA' MASSIMA DELL'ARIA NELLE CANALIZZAZIONI

Velocità massima dell'aria nelle canalizzazioni – Vano tecnico / Cavedio	4,5 – 5,0 m/s
Velocità massima dell'aria nelle canalizzazioni – Locali occupati	4,0 – 4,5 m/s

Il mantenimento della velocità massima dell'aria su tali valori consente di ottenere una ridotta perdita di carico e una bassissima rumorosità dovuta al passaggio dell'aria all'interno delle canalizzazioni.

Il percorso dei canali è stato tracciato tenendo sempre presente gli spazi tecnici a disposizione e compatibilmente alle seguenti esigenze:

- semplificazione del tracciato, riducendo il più possibile la lunghezza ed il numero di pezzi speciali;
- facilità di accesso, per necessità di manutenzione, alla rete dei canali ed ai suoi componenti.

Nel dimensionamento della rete di distribuzione aeraulica e nella scelta della tipologia di diffusori, bocchette e valvole di ventilazione, si è scrupolosamente seguito quanto imposto dall'Appendice C – Prospetto X della norma UNI 10339, con una velocità dell'aria all'interno del volume convenzionale occupato non superiore a 0,15 m/s.

RETI DI SCARICO

DESCRIZIONE GENERALE

La realizzazione della rete di scarico è prevista con diramazioni interne costituite da tubazioni a triplo strato (strati interno ed esterno in polipropilene-C, strato intermedio in polipropilene-TV) e colonne montanti con condotte insonorizzate a tre strati (strati interno ed esterno in polipropilene, strato intermedio in porolen), complete di calza insonorizzante al fine di ridurre al minimo il rumore dovuto al passaggio dei fluidi nelle condotte.

Le colonne di scarico sono ventilate in testa e sono convogliate nel collettore di scarico corrente esternamente.

CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Il dimensionamento è stato eseguito in accordo alla norma UNI EN 12056-2:2001 ("Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo").

Con riferimento al Sistema II della norma UNI EN 12056-2:2001 (Sistema di scarico con colonna di scarico unica e diramazioni di scarico di piccolo diametro), la rete di scarico è in grado di garantire lo smaltimento alle utenze sanitarie delle seguenti portate espresse come Unità di Scarico (DU):

Apparecchio	Unità di scarico [DU] [l/s]	Diametro Scarico [DN]
Lavabo, bidè	0.3	50
Doccia senza tappo	0.4	50
Doccia con tappo	0.5	50
Orinatoio con cassetta	0.5	50
Orinatoio con valvola di cacciata	0.5	50
Orinatoio a parete	0.2*	50
Vasca da bagno	0.6	50
Lavello da cucina	0.6	50
Lavapadelle	0.6	50
Lavatrice, carico max. 6 kg	0.6	50
Lavatrice, carico max. 12 kg	1.2	50
WC, capacità cassetta 6,0 l	1.8	110
WC, capacità cassetta 9,0 l	2.0	110
Vuotatolo a cassetta	2.0	110
Pozzetto (piletta) a terra DN 50	0.9	50
Pozzetto (piletta) a terra DN 75	0.9	75
Pozzetto (piletta) a terra DN 110	1.2	110
* Per persona.		

Il valore della portata di acque reflue Q_{ww} prevista per l'impianto di scarico, in parte e nell'intero sistema, è calcolata con:

$$Q_{ww} = K \sqrt{\sum DU}$$

dove:

- Q_{ww} = portata delle acque reflue (l/s);
- K = coefficiente di frequenza (assunto generalmente pari a 0,5);
- $\sum DU$ = sommatoria delle unità di carico.

Il diametro delle diramazioni di scarico garantisce l'allaccio di un numero massimo di utenze in modo da rispettare la portata massima (determinata come valore maggiore, tra portata di acque reflue Q_{ww} e la portata dell'apparecchio con l'unità di scarico più grande) in funzione del diametro della tubazione, come precisato nella seguente tabella:

Tubazione Diametro nominale [DN]	Portata massima [l/s]
50	0.8
63	1.00
75	1.50
90	2.25
110	2.50

La capacità dei collettori di scarico è invece calcolata tramite la relazione di Colebrook-White riportata nella seguente tabella (con pendenza minima 0,5%, grado di riempimento 70%):

Tubazione Diametro nominale [DN]	Portata massima [l/s]
110	2.9
125	4.8
160	9.0
200	16.7
250	31.6

RETE ANTINCENDIO

DESCRIZIONE GENERALE

Al fine di garantire la protezione antincendio della struttura, è previsto il collegamento alla rete antincendio del fabbricato adiacente già esistente.

All'interno del fabbricato verranno installati dei naspi, completi di manichetta antincendio della lunghezza di 30 metri e posizionati in modo tale da garantire la copertura dell'intero spazio interno. La rete di distribuzione interna è realizzata con tubazioni in acciaio, verniciate di colore rosso al fine di segnalarne la funzionalità come "uso antincendio".

CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Il dimensionamento della rete di alimentazione dei naspi antincendio è stato eseguito secondo le prescrizioni dettate dalla norma UNI 10779 "Reti di idranti – Progettazione, installazione ed esercizio".

La portata d'acqua minima che deve essere garantita nella rete antincendio e la pressione residua da assicurare ai punti di utilizzo si desumono dal prospetto B.1 della norma UNI 10779, in base al livello di pericolosità dell'attività svolta nell'edificio da proteggere.

L'attività scolastica è classificabile come attività a LIVELLO DI PERICOLOSITA' 1, e secondo quanto indicato dal prospetto B.1 (sotto riportato), l'impianto antincendio deve essere in grado di alimentare 4 naspi con:

- portata = 35 litri/min cadauno;
- pressione residua = 0,2 MPa (2 bar).

Livello di pericolosità	Apparecchi considerati contemporaneamente operativi		
	Protezione interna ^{3) 4)}	Protezione esterna ⁴⁾	Durata
1	2 idranti a muro ¹⁾ con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa oppure 4 naspi ¹⁾ con 35 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa	Generalmente non prevista	≥30 min
2	3 idranti a muro ¹⁾ con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa oppure 4 naspi ¹⁾ con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	4 attacchi di uscita ¹⁾ DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	≥60 min
3	4 idranti a muro ¹⁾ con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa oppure 6 naspi ¹⁾ con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	6 attacchi di uscita ^{1) 2)} DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,4 MPa	≥120 min
1) Oppure tutti gli apparecchi installati nel compartimento, o gli attacchi previsti per la protezione esterna, se minori al numero indicato. 2) In presenza di impianti automatici di spegnimento il numero di bocche DN 70 può essere limitato a 4 e la durata a 90 min. 3) Negli edifici a più piani, per compartimenti maggiori di 4 000 m ² ed in assenza di protezione esterna, il numero di idranti o naspi contemporaneamente operativi deve essere doppio rispetto a quello indicato. 4) Le prestazioni idrauliche richieste si riferiscono a ciascun apparecchio in funzionamento contemporaneo con il numero di apparecchi previsti nel prospetto. Si deve considerare il contemporaneo funzionamento solo di una tipologia di protezione (interna o esterna).			

La scelta del diametro dei vari rami d'impianto è basata sulla portata d'acqua da garantire, dalla quale è determinata la velocità dell'acqua e le relative perdite di carico distribuite e concentrate.

Il dimensionamento della rete antincendio, oltre a garantire i parametri sopra riportati, rispetta quanto indicato dal prospetto 5 della norma UNI 10779 (sotto riportato), in cui sono indicati i diametri minimi da utilizzare nei tratti che alimentano due o più naspi antincendio.

Dimensione minima delle tubazioni

Elementi alimentati	Diametro nominale tubazione
Due o più naspi DN 25	≥32 mm
Due o più idranti DN 45	≥50 mm
Due o più idranti DN 70	≥80 mm

I naspi selezionati per l'installazione nel fabbricato sono conformi alla UNI EN 671-1, così come prescritto al punto 6.4.4 della norma UNI 10779.