

Committente

## Comune di Melzo

Piazza Vittorio Emanuele II°, 1 - 20066 Melzo (MI)

Servizio Lavori Pubblici (LP)

Progetto

## LA NUOVA MASCAGNI

### Progetto di rigenerazione della scuola secondaria di 1° grado

Responsabile Unico del Procedimento

Arch. Giovanna Rubino

Fase

## PROGETTO DEFINITIVO

Progetto architettonico, strutturale, coordinamento



**BUSCAGLIA ASSOCIATI**

Ing. Massimo Buscaglia - Arch. Davide Buscaglia

Corso della Repubblica 19, 27029 Vigevano (PV)  
+39 0381 73908  
progetti@buscagliassociati.it  
www.buscagliassociati.it

collaboratori: **Montserrat Gomez Maya**

Consulenza impianti meccanici



**TEAM srl**

Ing. Cristiana Ruggeri - Ing. Claudio Ogliari

Corso Cavour 17, 27100 Pavia  
+39 0382 1476448  
info@teampavia.it  
www.teampavia.it

Consulenza impianti elettrici

**Per. Ing. Enrico Negri**

studio.tecnico.en@gmail.com

Coordinamento sicurezza in fase di progettazione

**STUDIO AR. Arch. Alessandro Rastelli**

Via Appennini 131, Milano  
studioar.cantieri@gmail.com

# PD.A.02

revisione  
**00**

data  
**14.04.2023**

Elaborato

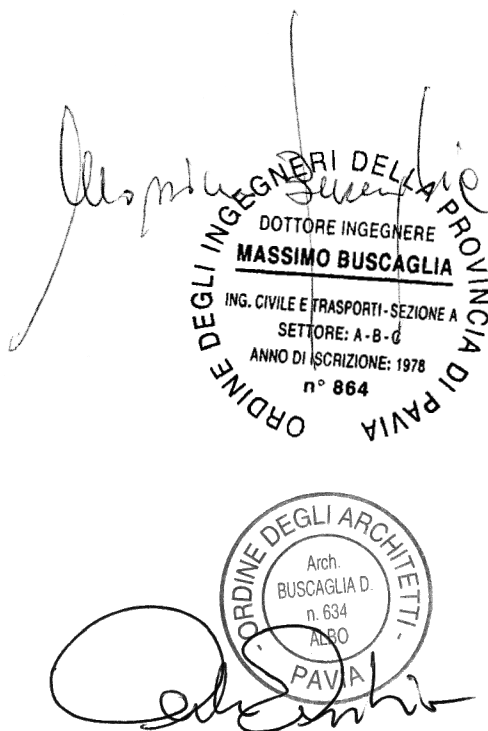
## Relazione specialistica Impianti meccanici

protocollo  
**20-017**

redatto  
**BD**

controllato  
**BD**

scala  
**0**



## INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ.....</b>	<b>2</b>
1.1	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	2
<b>2</b>	<b>STATO DI FATTO .....</b>	<b>3</b>
2.1	IMPIANTO AEREAULICO .....	3
2.2	IMPIANTO DI RISCALDAMENTO .....	3
2.3	IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO .....	3
<b>3</b>	<b>PROGETTO IMPIANTISTICO MECCANICO - CARATTERI GENERALI .....</b>	<b>3</b>
3.1	IMPIANTO AEREAULICO .....	3
3.2	IMPIANTO DI RISCALDAMENTO .....	4
3.3	IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE SEGRETERIA .....	4
3.4	IMPIANTO IDRICO SANITARIO .....	4
3.5	VALORI DI RIFERIMENTO PER I DIMENSIONAMENTI .....	5
<b>4</b>	<b>DIMENSIONAMENTI .....</b>	<b>6</b>
4.1	IMPIANTO AEREAULICO .....	6
4.1.1	<i>Calcolo di aria di rinnovo, estrazioni e qualità dell'aria .....</i>	<i>6</i>
4.1.2	<i>Criteri di dimensionamento canalizzazioni .....</i>	<i>7</i>
4.1.3	<i>Dimensionamento diffusori .....</i>	<i>8</i>
4.2	IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE ED ESTIVA .....	9
4.2.1	<i>Calcoli termici e frigoriferi .....</i>	<i>9</i>
4.2.2	<i>Dimensionamento tubazioni impianto idrico sanitario .....</i>	<i>11</i>
4.2.3	<i>Dimensionamento rete acque nere .....</i>	<i>13</i>

## 1 GENERALITÀ

Il presente documento costituisce la Relazione tecnica specialistica degli impianti meccanici a corredo del progetto definitivo per i lavori rigenerazione della scuola secondaria di 1° grado "La nuova Mascagni"

Il fabbricato è esistente, il progetto prevede interventi di riqualificazione impiantistica dell'impianto di riscaldamento, trattamento aria, idrico sanitario della zona aule/segreteria e spogliatoi, non sono oggetti di intervento impiantistico meccanico la zona mensa, auditorium, palestra.

Di seguito è riportato il quadro normativo di riferimento per la progettazione degli impianti descritti nel seguito; vengono al contempo riportati i principali metodi di dimensionamento utilizzati e allegate le tabelle di calcolo.

Le potenzialità delle apparecchiature per la climatizzazione sono state desunte dall'elaborato relativo alla relazione tecnica sul contenimento dei consumi energetici, ex Legge 10/91, che contiene i calcoli per la climatizzazione estiva ed invernale secondo la normativa UNITS 11300.

### 1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

- Decreto Ministeriale 22/01/2008 n. 37: disposizioni in materia di impianti negli edifici;
- D.M. 26 agosto 1992: Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica;
- Decreto del M. I. 20 dicembre 2012, recante "Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi"
- D.P.R. 06/12/71 n. 447: Regolamento di attuazione della Legge 05/03/90 n. 46 in materia di sicurezza degli impianti;
- Decreto legislativo 3/3/2011 n. 28: Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE;
- D.M. 26/06/2015 Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici;
- Legge 09/01/91 n. 10: 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.P.R. 26/08/93 n. 412: 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 09/01/91 n. 10;
- D.M. 10/03/77: Determinazione delle zone climatiche e dei valori minimi e massimi dei relativi coefficienti volumetrici globali di dispersione termica;
- D.M. 30/06/86: Aggiornamento dei coefficienti di dispersione termica degli edifici;
- Legge 18/11/83 n. 645: Dispersioni per l'esercizio degli impianti di riscaldamento;
- Decreto 26/01/81: Valori di riferimento del rendimento di combustione degli impianti di riscaldamento;
- D.M. 23/11/82: Direttive per il contenimento dei consumi energetici relativi alla termoventilazione ed alla climatizzazione degli edifici industriali ed artigianali;
- D. lgs. 19 agosto 2005, n. 192: Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- D. lgs. 29 dicembre 2006, n. 311 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;
- UNI/TS 11300-4:2016: Prestazioni 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;

- UNI/TS 11300-5:2016: Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili;
- Norma UNI 10339 "Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura";
- D.M. 18 dicembre 1975 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica";
- Norma UNI 9182 - 2014 "Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo";
- Norma UNI10779 - 2014 "Reti di idranti Progettazione, installazione ed esercizio"

## **2 STATO DI FATTO**

### **2.1 IMPIANTO AERAULICO**

La scuola vede la presenza di un impianto ricambi aria di sola mandata attualmente non funzionante.

L'unità di trattamento collocata in copertura in locale tecnico risulta non funzionante e in uno stato di degrado importante, il locale tecnico entro la quale è installata è anch'esso fortemente degradato.

All'interno del fabbricato sono presenti canalizzazioni in lamiera non coibentate che distribuiscono alle aule a partire dal cavedio di discesa centrale. Non sono presenti riprese.

### **2.2 IMPIANTO DI RISCALDAMENTO**

E' presente un impianto a fancoil installati a soffitto a vista, di cui circa l'80% risulta obsoleto e privo di regolazione. I ventilconvettori sono collegati ad una linea di alimentazione di sola acqua calda proveniente dalla centrale termica. Alla stessa linea sono allacciati radiatori collocati nei servizi igienici. Nel periodo di sviluppo del presente progetto è in corso un appalto di installazione di valvole termostatiche sui radiatori e valvole di regolazione sui fancoil.

Le tubazioni di alimentazione ai terminali sono in acciaio nero non coibentate installate a vista.

La generazione del calore è affidata ad una centrale termica con caldaie a condensazione separate dal resto dell'impianto da uno scambiatore a piastre.

### **2.3 IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO**

Sono presenti impianti di condizionamento tipo mono e multisplit per i locali uffici/segreterie.

## **3 PROGETTO IMPIANTISTICO MECCANICO - CARATTERI GENERALI**

### **3.1 IMPIANTO AERAULICO**

L'intervento prevede l'installazione di due nuove unità di trattamento aria a servizio dell'edificio destinato alla didattica e collocate sul tetto dello stesso al posto dell'esistente. E' previsto inoltre il rifacimento della rete aeraulica di mandata e l'installazione di canalizzazioni di ripresa.

Le macchine proposte saranno provviste di ventilatore di estrazione, ventilatore di mandata, recupero termodinamico attivo, tecnologia in pompa di calore reversibile, filtri elettrostatici.

Le unità di trattamento aria previste presentano i seguenti punti di forza:

- alta qualità dell'aria: rinnovo aria senza contaminazione tra i flussi e alta efficienza di filtrazione con filtri elettronici, equivalenti H10 convenzionali
- autonomia: eliminazione di tubazioni idrauliche, no gas
- efficienza energetica: tecnologia a pompa di calore a ciclo annuale, con recupero termodinamico attivo, inverter dc
- industrializzazione dell'impianto con eliminazione dell'80% dei lavori di cantiere
- controllo dell'umidità estiva

Nel periodo estivo la macchina deumidifica sempre l'aria in ingresso e può post riscaldare sfruttando il recupero di gas caldo. Il risultato è una deumidificazione dell'aria in immissione e un leggero raffrescamento degli ambienti.

Una sonda di CO2 presente in macchina consente di modulare la quantità di aria esterna in funzione delle effettive presenze complessive nelle aule.

### **3.2 IMPIANTO DI RISCALDAMENTO**

Si prevede la sostituzione di tutti i fan-coil mantenendo la collocazione a soffitto prevedendo ventilconvettori inverter di nuova generazione con termostato ambiente e valvola di regolazione sulle tubazioni di alimentazione. La regolazione permette di contenere i consumi in quanto una volta raggiunto il set point viene bloccata la circolazione entro la batteria evitando surriscaldamento dell'ambiente e sprechi energetici.

Viene previsto inoltre un semplice sistema BMS in grado di concentrare i dati di tutti gli ambienti su un pannello di controllo posto in locale insegnanti o in bidelleria attraverso il quale sarà possibile impostare il set point dei diversi ambienti, gli orari di funzionamento dei ventilconvettori e lasciando la possibilità al singolo utente/aule di modificare di 1-2 gradi il set-point impostato.

Tutta la rete sarà dimensionata per un salto termico di 5°C in modo tale che sia compatibile la futura modifica del sistema di generazione con l'inserimento di una pompa di calore.

### **3.3 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE SEGRETERIA**

E' prevista l'installazione di un nuovo impianto ad espansione diretta a volume di refrigerante variabile tipo VRV con pompa di calore, per il riscaldamento e raffrescamento della zona segreteria. L'impianto sarà quindi autonomo rispetto al resto del fabbricato e sarà pertanto gestibile con orari di funzionamento differenti rispetto alle aule.

Ogni locale sarà fornito di termostato per il controllo della temperatura ambiente e sarà presente un pannello di controllo centralizzato

### **3.4 IMPIANTO IDRICO SANITARIO**

In progetto è previsto il rifacimento dei servizi igienici del piano terra che comprende:

- nuovi allacci idraulici in funzione del nuovo posizionamento dei sanitari a partire da collettore di nuova fornitura;
- fornitura e posa dei nuovi sanitari;
- nuovo collegamento alla colonna di scarico esistente.

### 3.5 VALORI DI RIFERIMENTO PER I DIMENSIONAMENTI

L'impianto è dimensionato per garantire le seguenti condizioni:

#### Condizioni termoigrometriche esterne

- Inverno: -5°C con 80% U.R.
- Estate: 32°C con 55% U.R.

#### Condizioni termoigrometriche interne

- *Aule, spazi didattici e locali insegnanti, servizi igienici*
- Inverno: 20°C +/- 2°C
- Umidità relativa: 40-60%

#### Velocità dell'aria

- $\leq 0,15$  m/sec fino a 2 m dal pavimento

#### Presa d'aria esterna

- A più di tre metri dal suolo

#### Espulsione

- In copertura

I ricambi di aria primaria sono valutati sulla base della norma UNI10339 in relazione all'affollamento previsto dalla tabella della norma suddetta e in base al DM 18/12/75.

## 4 DIMENSIONAMENTI

### 4.1 IMPIANTO AERAUICO

#### 4.1.1 CALCOLO DI ARIA DI RINNOVO, ESTRAZIONI E QUALITÀ DELL'ARIA

L'impianto di ventilazione meccanica controllata, costituito da due unità di trattamento aria con recupero termodinamico a pompa di calore è stato dimensionato secondo i seguenti principi:

- in tutti i locali con permanenza di persone, quali aule, mensa, zona riposo, aree per attività e laboratori, è prevista l'immissione di aria di rinnovo; la portata è stata determinata come valore maggiore tra:
  - o un ricambio minimo di aria pari a 3,5 vol/h (D.M. 18 dicembre 1975);
  - o quanto indicato dalla UNI 10339 che prescrive in tutti i locali come quantità di aria esterna da garantire quella calcolata in base all'affollamento ed alla superficie ( $n \cdot S$ ) dell'ambiente, considerando un affollamento di 0,45 persone/mq e una quantità di aria esterna per persona pari a 6 l/s.

Le unità di trattamento aria sono collocate in copertura, così come presa d'aria ed espulsione opportunamente distanziate.

La velocità dell'aria nel volume convenzionale occupato sarà sempre inferiore a 0,20 m/sec, e non superiore a quanto previsto nel PROSPETTO X della norma UNI 10339 e più precisamente:

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa con indicazione delle superfici, delle destinazioni d'uso dei locali e dei ricambi di aria forniti.

			<i>sup</i>	<i>altezza</i>	<i>volume</i>	<i>affollamento</i>	<i>persone</i>	<i>arrotond.</i>	<i>ricambi /</i>	<i>ricambi /</i>	<i>ricambi</i>	<i>portata</i>	<i>portata</i>	<i>portata</i>
	<i>codice locale</i>	<i>destinazione d'uso</i>	<i>mq</i>	<i>h</i>	<i>mc</i>			<i>persone</i>	<i>l/s p</i>	<i>mc/h p</i>	<i>v/h</i>	<i>mc/h</i>	<i>mc/h</i>	<i>mc/h</i>
Piano T	1	SERVIZI IGIENICI	20,40	3,00	61,20						8,00		489,60	
Piano T	2	biblioteca - laboratorio - sostegno	81,90	3,00	245,70	0,60	49,14	50,00	6,00	21,60	3,50	1 080,00	859,95	1 100,00
Piano T	3	AULA 1	75,70	3,00	227,10	0,45	34,07	34,00	6,00	21,60	3,50	734,40	794,85	800,00
Piano T	4	AULA 2	62,20	3,00	186,60	0,45	27,99	28,00	6,00	21,60	3,50	604,80	653,10	550,00
Piano T	5	AULA SOSTEGNO	29,50	3,00	88,50	0,45	13,28	13,00	6,00	21,60	3,50	280,80	309,75	300,00
Piano T	6	AULA SOSTEGNO	30,50	3,00	91,50	0,45	13,73	14,00	6,00	21,60	3,50	302,40	320,25	300,00
Piano T	7	SERVIZI IGIENICI	21,80	3,00	65,40	-	-				-	-		
Piano T	9	AULA NUOVA 02	71,20	3,00	213,60	0,45	32,04	32,00	6,00	21,60	3,50	691,20	747,60	800,00
Piano T	11	sala professori	54,49	3,00	163,47	0,12	6,54	7,00	11,00	39,60	1,50	277,20	245,21	280,00
Piano T	12	ufficio - archivio	34,44	3,00	103,32	0,06	2,07	4,00	11,00	39,60	1,50	158,40	154,98	160,00
Piano T	13	ufficio direzione	46,57	3,00	139,71	0,06	2,79	3,00	11,00	39,60	1,50	118,80	209,57	200,00
PIANO t	14	saletta ricevimento	10,51	3,00	31,53	0,12	1,26	2,00	11,00	39,60	1,50	79,20	47,30	110,00
Piano T	15	SERVIZI IGIENICI	20,40	3,00	61,20		-				-	-	489,60	
Piano T	17	COLLEGAMENTO ORIZZONTALE	642,27	3,00	1 926,81						1,50		2 890,22	2 000,00
Piano T	17	disimpegno segreteria	160,57	3,00	481,70						1,50		722,55	
Piano T	18	SERVIZI IGIENICI	20,10	3,00	60,30						8,00		482,40	
Piano T	19	AULA	60,80	3,00	182,40	0,45	27,36	27,00	6,00	21,60	3,50	583,20	638,40	550,00
Piano T	20	LABORATORIO AUDIOVISIVI	61,40	3,00	184,20	0,30	18,42	18,00	6,00	21,60	3,50	388,80	644,70	450,00
Piano T	21	AULA	46,00	3,00	138,00	0,45	20,70	21,00	6,00	21,60	3,50	453,60	483,00	400,00
Piano T	22	ARCHIVIO DISEGNI	42,70	3,00	128,10	0,45	19,22	13,00	6,00	21,60	3,50	280,80	448,35	400,00
Piano T	23	UFFICIO	17,00	3,00	51,00	0,12	2,04	2,00	6,00	21,60	3,50	43,20	178,50	200,00
Piano T	24	LABORATORIO DI INFORMATICA	76,40	3,00	229,20	0,30	22,92	22,00	6,00	21,60	3,50	475,20	802,20	600,00
Piano T	25	ARCHIVIO	86,00	3,00	258,00	0,30	25,80	26,00	6,00	21,60	3,50	561,60	903,00	900,00
Piano T	26	BIDELLERIA	18,90	3,00	56,70	0,30	5,67	6,00	6,00	21,60	3,50	129,60	198,45	
Piano T	27	DEPOSITO DI SERVIZIO	6,50	3,00	19,50	0,30	1,95	60,00	6,00	21,60	1,50	1 296,00	29,25	
Piano T	28	segreteria	80,44	3,00	241,32	0,12	9,65	10,00	11,00	39,60	1,50	396,00	361,98	400,00
Piano T	29	UFFICIO DSGA	33,45	3,00	100,35	0,12	4,01	4,00	11,00	39,60	1,50	158,40	150,53	200,00
Piano T	39	COLLEGAMENTO ORIZZONTALE	20,36	3,00	61,08	0,30	6,11	6,00	6,00	21,60	1,50	129,60	91,62	150,00

Piano 1	49	SERVIZI IGIENICI	20,30	3,00	60,90				8,00	28,80				
Piano 1	50	AULA LABORATORIO	44,50	3,00	133,50	0,45	20,03	20,00	6,00	21,60	3,50	432,00	467,25	450,00
Piano 1	51	AULA SOSTEGNO	44,60	3,00	133,80	0,45	20,07	20,00	6,00	21,60	3,50	432,00	468,30	450,00
Piano 1	52	AULA	44,60	3,00	133,80	0,45	20,07	20,00	6,00	21,60	3,50	432,00	468,30	450,00
Piano 1	53	AULA	44,60	3,00	133,80	0,45	20,07	20,00	6,00	21,60	3,50	432,00	468,30	450,00
Piano 1	54	AULA	44,60	3,00	133,80	0,45	20,07	20,00	6,00	21,60	3,50	432,00	468,30	450,00
Piano 1	55	AULA	44,60	3,00	133,80	0,45	20,07	20,00	6,00	21,60	3,50	432,00	468,30	450,00
Piano 1	56	AULA	44,60	3,00	133,80	0,45	20,07	20,00	6,00	21,60	3,50	432,00	468,30	450,00
Piano 1	57	AULA	44,60	3,00	133,80	0,45	20,07	20,00	6,00	21,60	3,50	432,00	468,30	450,00
Piano 1	58	SALA PROFESSORI	44,60	3,00	133,80	0,30	13,38	14,00	6,00	21,60	3,50	302,40	468,30	350,00
Piano 1	59	AULA	45,50	3,00	136,50	0,45	20,48	20,00	6,00	21,60	3,50	432,00	477,75	450,00
Piano 1	60	AULA	44,60	3,00	133,80	0,45	20,07	20,00	6,00	21,60	3,50	432,00	468,30	450,00
Piano 1	61	LABORATORIO DI MUSICA	44,60	3,00	133,80	0,30	13,38	14,00	6,00	21,60	3,50	302,40	468,30	350,00
Piano 1	62	LABORATORIO DI MUSICA	44,60	3,00	133,80	0,30	13,38	14,00	6,00	21,60	3,50	302,40	468,30	350,00
Piano 1	63	SERVIZI IGIENICI	20,30	3,00	60,90				8,00				487,20	
Piano 1	64	COLLEGAMENTO ORIZZONTALE	547,90	3,00	1 643,70									2 000,00
Piano 1	65	SERVIZI IGIENICI	20,00	3,00	60,00						8,00		480,00	
Piano 1	66	AULA LABORATORIO	44,50	3,00	133,50	0,45	20,03	20,00	6,00	21,60	3,50	432,00	467,25	450,00
Piano 1	67	AULA LABORATORIO	44,60	3,00	133,80	0,45	20,07	20,00	6,00	21,60	3,50	432,00	468,30	450,00
Piano 1	68	AULA	44,60	3,00	133,80	0,45	20,07	20,00	6,00	21,60	3,50	432,00	468,30	450,00
Piano 1	69	AULA	44,60	3,00	133,80	0,45	20,07	20,00	6,00	21,60	3,50	432,00	468,30	450,00
Piano 1	70	SERVIZI IGIENICI	18,90	3,00	56,70				8,00				453,60	
Piano 1	71	SERVIZI IGIENICI	17,30	3,00	51,90				8,00				415,20	
Piano 1	72	LABORATORIO DI ARTE	91,58	3,00	274,74	0,30	27,47	27,00	6,00	21,60	3,50	583,20	961,59	800,00
Piano 1	73	LABORATORIO DI INFORMATICA	91,71	3,00	275,13	0,30	27,51	20,00	6,00	21,60	3,50	432,00	962,96	800,00
Piano 1	74	SERVIZI IGIENICI	15,70	3,00	47,10				8,00				376,80	
Piano 1	75	SERVIZI IGIENICI	20,70	3,00	62,10				8,00				496,80	
Piano 1	76	AULA	44,60	3,00	133,80	0,45	20,07	20,00	6,00	21,60	3,50	432,00	468,30	350,00
Piano 1	77	LABORATORIO DI MUSICA	44,60	3,00	133,80	0,30	13,38	14,00	6,00	21,60	3,50	302,40	468,30	350,00
Piano 1	78	LABORATORIO DI MUSICA	44,50	3,00	133,50	0,30	13,35	14,00	6,00	21,60	3,50	302,40	467,25	350,00
Piano 1	79	SERVIZI IGIENICI	19,90	3,00	59,70	-	-		8,00		-	-	477,60	
tot														22 850,00

#### 4.1.2 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO CANALIZZAZIONI

Le canalizzazioni utilizzate nel presente progetto sono realizzate in pannello sandwich pre-coibentato.

Lo spessore del pannello è variabile in base alla tipologia di installazione per tenere conto del necessario isolamento termico del fluido.

Sarà pertanto pari a 21 mm nelle condotte passanti all'interno di locali riscaldati e di 31mm nelle condotte passanti in locali non riscaldati o all'esterno.

Per quanto riguarda i criteri di dimensionamento adottati si è utilizzato il metodo a perdita di carico costante basandosi sul principio per il quale le perdite di carico lineari di un fluido, che scorre all'interno di un condotto, sono dovute sia agli attriti generati dalla viscosità del fluido (moto laminare) sia dal movimento delle particelle nel moto turbolento.

Il calcolo delle perdite di carico lineari può essere effettuato mediante l'equazione di Darcy:

$$\Delta p_{fr} = f (L/D_h) p_d$$

dove:  $\Delta p_{fr}$ = perdita di carico per attrito

$P_f$  = coefficiente di attrito, adimensionale

$L$  = lunghezza del canale [m]

$D_h$  = diametro idraulico [m]

$p_d$  = pressione dinamica [Pa]

Il diametro idraulico di un canale di forma non circolare si può definire mediante la seguente relazione:  $D_h = 4A / p$

dove:

$A$ = area della sezione trasversale al flusso [m<sup>2</sup>]



P= perimetro della sezione trasversale (perimetro bagnato) [m]

Il coefficiente di attrito "f" può essere ricavato, in funzione del numero di Reynolds e della scabrezza relativa, con la formula di Colebrook e White o con la formula semplificata:

$$f1 = 0,11 \left( \frac{\epsilon}{D_h} + 68/Re \right)^{0,25}$$

nel caso in cui  $f1 > 0,018$  allora  $f = f1$

nel caso in cui  $f1 < 0,018$  allora  $f = 0,85f1 + 0,0028$

nelle formule sono indicate con: Re = numero di Reynolds, adimensionale

$\epsilon$  = fattore di rugosità assoluta del materiale [mm]

Il fattore di rugosità è determinato dalla seguente tabella in base al tipo di materiale entro quale scorre il fluido.

La formula viene utilizzata per il calcolo delle perdite di carico localizzate ed accidentali che si verificano nella condotta quando vi sono tratti in cui il flusso cambia direzione, oppure si manifestano delle variazioni di sezione, riunioni o separazioni di correnti, ecc..

Le perdite di carico accidentali vanno sommate a quelle distribuite.

In questo caso assume grande importanza la forma del tronco di un condotto, mentre risulta modesta l'influenza del numero di Reynolds perchè, in una accidentalità, il moto è sempre altamente turbolento e solo nel caso che Re risulti inferiore a 150.000, si provvede ad introdurre un coefficiente correttivo.

Per il dimensionamento dei canali si è utilizzato il metodo delle perdite di carico tenendo una velocità massima nei vari tratti in base alla tabella di seguito riportata in base alle destinazioni d'uso dei locali.

Applicazione	velocità
Canali principali	6,0 - 5,0 m/s
Canali secondari	4,0 - 3,0 m/s

**Figura 4. Velocità dell'aria nei canali**

#### **4.1.3 DIMENSIONAMENTO DIFFUSORI**

Sono stati utilizzati due tipi di sistemi per la diffusione dell'aria, entrambi con serranda di taratura per regolarne la portata:

- **Bocchette a doppio filare di alette singolarmente orientabili per aule, laboratori**

Le bocchette a doppio filare di alette singolarmente orientabili sono particolarmente adatte per installazioni dove è richiesta un'immissione d'aria continua in quanto vi è la possibilità di direzionare il flusso d'aria. Tutte le bocchette sia di mandata che di ripresa sono dotate di serranda di taratura.

Dimensioni standard: (BxH [mm]) =standard a magazzino

<input type="radio"/> 100x80	<input type="radio"/> 150x80	<input type="radio"/> 200x80	<input type="radio"/> 250x80	<input type="radio"/> 300x80	<input type="radio"/> 350x80	<input type="radio"/> 400x80	<input type="radio"/> 500x80	<input type="radio"/> 600x80	<input type="radio"/> 700x80	<input type="radio"/> 800x80	<input type="radio"/> 900x80	<input type="radio"/> 1000x80
<input type="radio"/> 100x100	<input type="radio"/> 150x100	<input type="radio"/> 200x100	<input type="radio"/> 250x100	<input type="radio"/> 300x100	<input type="radio"/> 350x100	<input type="radio"/> 400x100	<input type="radio"/> 500x100	<input type="radio"/> 600x100	<input type="radio"/> 700x100	<input type="radio"/> 800x100	<input type="radio"/> 900x100	<input type="radio"/> 1000x100
<input type="radio"/> 100x120	<input type="radio"/> 150x120	<input type="radio"/> 200x120	<input type="radio"/> 250x120	<input type="radio"/> 300x120	<input type="radio"/> 350x120	<input type="radio"/> 400x120	<input type="radio"/> 500x120	<input type="radio"/> 600x120	<input type="radio"/> 700x120	<input type="radio"/> 800x120	<input type="radio"/> 900x120	<input type="radio"/> 1000x120
<input type="radio"/> 100x150	<input type="radio"/> 150x150	<input type="radio"/> 200x150	<input type="radio"/> 250x150	<input type="radio"/> 300x150	<input type="radio"/> 350x150	<input checked="" type="radio"/> 400x150	<input type="radio"/> 500x150	<input type="radio"/> 600x150	<input type="radio"/> 700x150	<input type="radio"/> 800x150	<input type="radio"/> 900x150	<input type="radio"/> 1000x150
<input type="radio"/> 100x200	<input type="radio"/> 150x200	<input type="radio"/> 200x200	<input type="radio"/> 250x200	<input type="radio"/> 300x200	<input type="radio"/> 350x200	<input type="radio"/> 400x200	<input type="radio"/> 500x200	<input type="radio"/> 600x200	<input type="radio"/> 700x200	<input type="radio"/> 800x200	<input type="radio"/> 900x200	<input type="radio"/> 1000x200
<input type="radio"/> 100x250	<input type="radio"/> 150x250	<input type="radio"/> 200x250	<input type="radio"/> 250x250	<input type="radio"/> 300x250	<input type="radio"/> 350x250	<input type="radio"/> 400x250	<input type="radio"/> 500x250	<input type="radio"/> 600x250	<input type="radio"/> 700x250	<input type="radio"/> 800x250	<input type="radio"/> 900x250	<input type="radio"/> 1000x250
<input type="radio"/> 100x300	<input type="radio"/> 150x300	<input type="radio"/> 200x300	<input type="radio"/> 250x300	<input type="radio"/> 300x300	<input type="radio"/> 350x300	<input type="radio"/> 400x300	<input type="radio"/> 500x300	<input type="radio"/> 600x300	<input type="radio"/> 700x300	<input type="radio"/> 800x300	<input type="radio"/> 900x300	<input type="radio"/> 1000x300
<input type="radio"/> 100x350	<input type="radio"/> 150x350	<input type="radio"/> 200x350	<input type="radio"/> 250x350	<input type="radio"/> 300x350	<input type="radio"/> 350x350	<input type="radio"/> 400x350	<input type="radio"/> 500x350	<input type="radio"/> 600x350	<input type="radio"/> 700x350	<input type="radio"/> 800x350	<input type="radio"/> 900x350	<input type="radio"/> 1000x350
<input type="radio"/> 100x400	<input type="radio"/> 150x400	<input type="radio"/> 200x400	<input type="radio"/> 250x400	<input type="radio"/> 300x400	<input type="radio"/> 350x400	<input type="radio"/> 400x400	<input type="radio"/> 500x400	<input type="radio"/> 600x400	<input type="radio"/> 700x400	<input type="radio"/> 800x400	<input type="radio"/> 900x400	<input type="radio"/> 1000x400
<input type="radio"/> 100x500	<input type="radio"/> 150x500	<input type="radio"/> 200x500	<input type="radio"/> 250x500	<input type="radio"/> 300x500	<input type="radio"/> 350x500	<input type="radio"/> 400x500	<input type="radio"/> 500x500	<input type="radio"/> 600x500	<input type="radio"/> 700x500	<input type="radio"/> 800x500	<input type="radio"/> 900x500	<input type="radio"/> 1000x500
<input type="radio"/> 100x600	<input type="radio"/> 150x600	<input type="radio"/> 200x600	<input type="radio"/> 250x600	<input type="radio"/> 300x600	<input type="radio"/> 350x600	<input type="radio"/> 400x600	<input type="radio"/> 500x600	<input type="radio"/> 600x600	<input type="radio"/> 700x600	<input type="radio"/> 800x600	<input type="radio"/> 900x600	<input type="radio"/> 1000x600

☐

Altre dimensioni:

B

base nominale

H

altezza nominale

Q

portata aria

D

angolo di deflessione

☒

con effetto soffitto

☐

senza effetto soffitto

v<sub>T</sub>

vel. terminale desiderata

RESET

Risultati:

ste:

S	0,043	[m <sup>2</sup> ]	superficie libera
v <sub>k</sub>	2,9	[m/s]	velocità frontale
Δp	7	[Pa]	perdite di carico
NR	25		indice di rumorosità
L <sub>T</sub>	5,4	[m]	lancio orizzontale isoterma

con vel. terminale 0,2 m/s

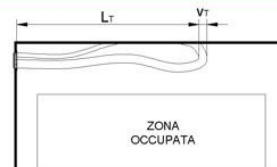
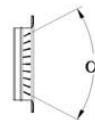


Grafico selezione bocchette

## 4.2 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE ED ESTIVA

### 4.2.1 CALCOLI TERMICI E FRIGORIFERI

I calcoli termici e frigoriferi sono stati eseguiti con software Edilclima e sono allegati alla relazione tecnica sul contenimento dei consumi energetici - ex. Legge 10/91.

Si riportano di seguito le tabelle relative al dimensionamento dei terminali in funzione dei carichi ambienti di cui sopra

**COMUNE DI MELZO**

PROGETTO DEFINITIVO

LA NUOVA MASCAGNI

PROGETTO DI RIGENERAZIONE DELLA SCUOLA SECONDARIA DI 1°GRADO

**RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI**

<u><b>DATI LOCALI</b></u>			<u><b>CARICHI INVERNALI</b></u>						<u><b>Carico estivo</b></u>	
			<u>dispersioni (esclusa ventilazione)</u>	<u>Totale</u>	<u>Modello FC/UI</u>	<u>Quantità FC/UI</u>	<u>Resa FC/UI</u>	<u>Resa RAD</u>	<u>resa FC/UI</u>	<u>Resa tot</u>
	<u>codice locale</u>	<u>destinazione d'uso</u>	<u>W</u>	<u>W</u>			<u>W</u>	<u>W</u>		<u>W</u>
Piano T	1	SERVIZI IGIENICI	620	4688				1729		
Piano T	2	biblioteca - laboratorio - sostegno	1427	5927	CRC 54	2,00	3160	-		
Piano T	3	AULA 1	1391	7606	CRC 54	2,00	3160			
Piano T	4	AULA 2	1126	6259	CRC 64	1,00	3900			
Piano T	5	AULA SOSTEGNO	554	2953	CRC 44	1,00	2270			
Piano T	6	AULA SOSTEGNO	561	2240	CRC 44	1,00	2270			
Piano T	7	SERVIZI IGIENICI	389	4769				1092		
Piano T	9	AULA NUOVA 02	1359	7265	CRC 54	2,00	3160			
Piano T	11	sala professori	840	2686	FXSQ25A	2,00	2500		2 500,00	5 000,0
Piano T	12	ufficio - archivio	789	1414	FXSQ25A	1,00	2500		2 500,00	2 500,0
Piano T	13	ufficio direzione	1848	2688	FXSQ25A	1,00	2500		2 500,00	2 500,0
PIANO t	14	saletta ricevimento	750	910	parete	1,00	1700		1 500,00	1 500,0
Piano T	28	segreteria	1626	6815	FXSQ25A	1,00	5000		2 500,00	2 500,0
Piano T	29	UFFICIO DSGA	1885	2698	FXSQ25A	1,00	2500		2 500,00	2 500,0
Piano T	17	disimpegno segreteria	13 205	14 337	U.i. cass	2,00	2800		3 200,00	6 400,0
Piano T	15	SERVIZI IGIENICI	578	4612				1729		
Piano T	17	COLLEGAMENTO ORIZZONTALE	52821	57349	MCT56	6	6270			
Piano T	18	SERVIZI IGIENICI	607	4697				1547		
Piano T	19	AULA	1075	6093	CRC 44	2,00	4540			
Piano T	20	LABORATORIO AUDIOVISIVI	1073	4984	CRC 44	2,00	2270			
Piano T	21	AULA	809	4588	CRC 54	1,00	3160			
Piano T	22	ARCHIVIO DISEGNI	753	4275	CRC 54	1,00	3160			
Piano T	23	UFFICIO	313	655	CRC 44	1,00	2270			
Piano T	24	LABORATORIO DI INFORMATICA	1343	6227	CRC 54	2,00	3160			
Piano T	25	ARCHIVIO	512	7595	CRC 54	2,00	3160			
Piano T	26	BIDELLERIA	47	312	CRC 44	1,00	2270			
Piano 1	49	SERVIZI IGIENICI	1016	5474				1729		
Piano 1	50	AULA LABORATORIO	1164	4826	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	51	AULA SOSTEGNO	1164	4826	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	52	AULA	1128	4847	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	53	AULA	1118	4786	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	54	AULA	1121	4784	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	55	AULA	1125	4787	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	56	AULA	1134	4796	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	57	AULA	1175	4832	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	58	SALA PROFESSORI	1176	3614	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	59	AULA	1180	4894	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	60	AULA	1172	4840	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	61	LABORATORIO DI MUSICA	1177	5940	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	62	LABORATORIO DI MUSICA	1160	5941	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	63	SERVIZI IGIENICI	1001	5440				1729		
Piano 1	64	COLLEGAMENTO ORIZZONTALE	9388	54286	MCT56	8	6270			
Piano 1	65	SERVIZI IGIENICI	1063	5573				1547		
Piano 1	66	AULA LABORATORIO	1142	4843	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	67	AULA LABORATORIO	1142	4844	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	68	AULA	1142	4845	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	69	AULA	1142	4845	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	70	SERVIZI IGIENICI	464	4685				1183		
Piano 1	71	SERVIZI IGIENICI	430	4296				1183		
Piano 1	72	LABORATORIO DI ARTE	2283	8136	CRC 54	2,00	3160			
Piano 1	73	LABORATORIO DI INFORMATICA	2284	8144	CRC 54	2,00	3160			
Piano 1	74	SERVIZI IGIENICI	381	3875				910		
Piano 1	75	SERVIZI IGIENICI	536	5194				910		
Piano 1	76	AULA	1146	4853	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	77	LABORATORIO DI MUSICA	1142	5932	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	78	LABORATORIO DI MUSICA	1144	5932	CRC 54	1,00	3160			
Piano 1	79	SERVIZI IGIENICI	976	5440				1729		

#### 4.2.2 DIMENSIONAMENTO TUBAZIONI IMPIANTO IDRICO SANITARIO

Il dimensionamento delle tubazioni dell'impianto idrico sanitario è stato effettuato in base al metodo delle unità di carico secondo norma UNI 9182.

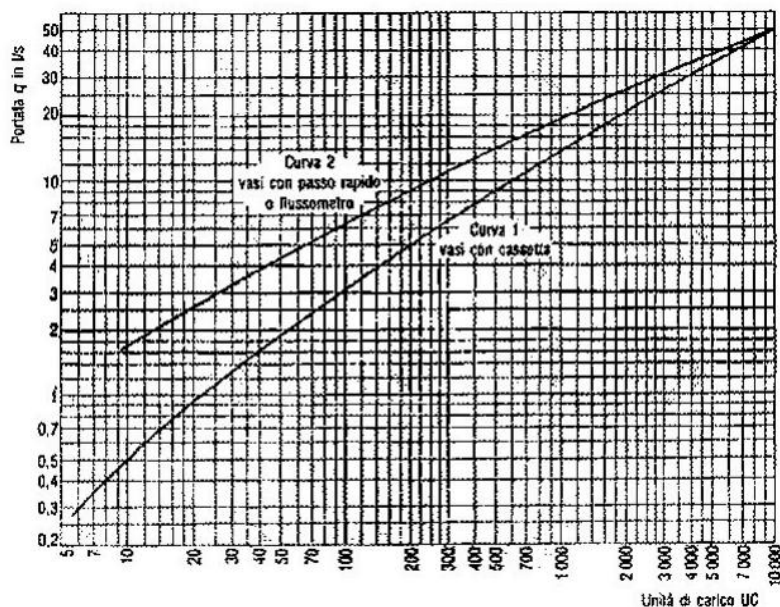
**Tabella 5. Unità di carico secondo UNI9182**

Apparecchio	Alimentazione	Unità di carico		
		Acqua fredda	Acqua calda	Tot
Lavabo	Gruppo miscelatore	1,5	1,5	2,0
Bidet	Gruppo miscelatore	1,5	1,5	2,0
Vaso	cassetta	5,0	-	5,0

Il diametro minimo previsto per l'allacciamento delle varie utenze alla rete idrica generale  $\varnothing$  16 mm per tubazioni in multistrato. I tubi di diametro minore a quelli indicati sono ammessi solamente per il collegamento di un solo apparecchio e per percorsi non superiori a 1 metro, o per casi particolari da mettere in evidenza.

Le portate massime contemporanee, in base alle quali sono stati dimensionati i vari tratti di tubazione, sono state determinate considerando la somma di tutte le unità di carico sopra precisate (punto a) ed utilizzando il seguente schema:

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



**Figura 7. Grafico unità di carico UNI9182**

In base alla portata è stata dimensionata la tubazione sulla scorta della velocità massima ammissibile riportata nella seguente tabella in riferimento ad impianti di tipo A (civile) e in riferimento ai diagrammi delle perdite di carico per tubazioni in multistrato.

TAB. 9 VELOCITÀ MASSIME CONSENTITE			
Materiale tubi	ϕ tubi	impianti tipo A vmax (m/s)	impianti tipo B vmax (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 DN 25	1,2	1,4
	DN 32	1,3	1,5
	DN 40	1,6	1,8
	DN 50	1,9	2,2
	DN 63	2,1	2,4
	DN 75	2,3	2,6
	oltre DN 90	2,5	2,8
Multistrato	fino a DN 26	1,2	1,4
	DN 32	1,3	1,5
	DN 40	1,6	1,8
	DN 50	2,0	2,3

Figura 8. Grafico velocità massime tubi

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	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		Øi	10	11,5	15	20	26	33	42	51	60	73	90	Øi		
2	G	22	32	67	146	297	567	1.091	1.848	2.872	4.891	8.633	G	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	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	
		0,12	0,13	0,16	0,19	0,23	0,27	0,32	0,37	0,42	0,48	0,56				0,12	0,13	0,16	0,19	0,23	0,27	0,32	0,37	0,42	0,48	0,56			
6	G	42	61	125	273	556	1.062	2.044	3.461	5.381	9.162	16.173	G	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	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	6	
		0,17	0,19	0,23	0,28	0,34	0,41	0,48	0,55	0,62	0,72	0,83				0,17	0,19	0,23	0,28	0,34	0,41	0,48	0,55	0,62	0,72	0,83			
10	G	56	81	167	365	744	1.422	2.736	4.635	7.204	12.268	21.655	G	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	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	10	
		0,22	0,24	0,29	0,36	0,43	0,51	0,59	0,67	0,76	0,86	1,00				0,22	0,24	0,29	0,36	0,43	0,51	0,59	0,67	0,76	0,86	1,00			
12	G	62	90	186	405	826	1.578	3.037	5.144	7.996	13.615	24.033	G	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	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	12	
		0,24	0,26	0,32	0,39	0,47	0,56	0,66	0,76	0,86	0,99	1,15				0,24	0,26	0,32	0,39	0,47	0,56	0,66	0,76	0,86	0,99	1,15			
14	G	67	99	203	443	902	1.723	3.316	5.617	8.732	14.869	26.246	G	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	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	14	
		0,26	0,28	0,34	0,42	0,51	0,60	0,72	0,82	0,93	1,07	1,24				0,26	0,28	0,34	0,42	0,51	0,60	0,72	0,82	0,93	1,07	1,24			
16	G	73	106	219	478	974	1.860	3.579	6.063	9.424	16.048	28.327	G	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	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	16	
		0,28	0,30	0,37	0,45	0,54	0,65	0,77	0,88	0,99	1,14	1,32				0,28	0,30	0,37	0,45	0,54	0,65	0,77	0,88	0,99	1,14	1,32			
20	G	83	121	249	543	1.106	2.113	4.066	6.887	10.706	18.231	32.180	G	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	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	20	
		0,31	0,34	0,41	0,51	0,61	0,72	0,86	0,99	1,11	1,28	1,48				0,31	0,34	0,41	0,51	0,61	0,72	0,86	0,99	1,11	1,28	1,48			
22	G	87	128	262	573	1.168	2.231	4.294	7.273	11.305	19.251	33.981	G	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	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	22	
		0,32	0,36	0,43	0,53	0,64	0,76	0,90	1,04	1,17	1,34	1,56				0,32	0,36	0,43	0,53	0,64	0,76	0,90	1,04	1,17	1,34	1,56			
24	G	92	134	276	602	1.228	2.345	4.513	7.643	11.881	20.232	35.713	G	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	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	24	
		0,34	0,38	0,45	0,56	0,67	0,80	0,95	1,09	1,22	1,41	1,63				0,34	0,38	0,45	0,56	0,67	0,80	0,95	1,09	1,22	1,41	1,63			
26	G	100	146	301	658	1.341	2.561	4.928	8.347	12.975	22.095	39.002	G	26	G	100	146	301	658	1.341	2.561	4.928	8.347	12.975	22.095	39.002	G	26	
	v	0,33	0,37	0,45	0,55	0,66	0,79	0,93	1,07	1,21	1,41	1,63	v	26	v	0,33	0,37	0,45	0,55	0,66	0,79	0,93	1,07	1,21	1,41	1,63	v	26	
		0,34	0,38	0,45	0,56	0,67	0,80	0,95	1,09	1,22	1,41	1,63				0,34	0,38	0,45	0,56	0,67	0,80	0,95	1,09	1,22	1,41	1,63			
28	G	104	152	313	684	1.395	2.664	5.126	8.683	13.497	22.984	40.570	G	28	G	104	152	313	684	1.395	2.664	5.126	8.683	13.497	22.984	40.570	G	28	
	v	0,37	0,41	0,49	0,60	0,73	0,87	1,03	1,18	1,33	1,53	1,77	v	28	v	0,37	0,41	0,49	0,60	0,73	0,87	1,03	1,18	1,33	1,53	1,77	v	28	
		0,39	0,43	0,51	0,62	0,75	0,90	1,06	1,23	1,41	1,61	1,85				0,39	0,43	0,51	0,62	0,75	0,90	1,06	1,23	1,41	1,61	1,85			
30	G	107	156	319	699	1.422	2.736	5.144	8.732	13.615	24.033	42.180	G	30	G	107	156	319	699	1.422	2.736	5.144	8.732	13.615	24.033	42.180	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	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	30	
		0,39	0,43	0,51	0,62	0,75	0,90	1,06	1,23	1,41	1,61	1,85				0,39	0,43	0,51	0,62	0,75	0,90	1,06	1,23	1,41	1,61	1,85			
35	G	114	166	342	747	1.523	2.909	5.598	9.482	14.740	25.100	44.306	G	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	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	35	
		0,42	0,46	0,56	0,69	0,84	1,00	1,18	1,36	1,54	1,76	2,03				0,42	0,46	0,56	0,69	0,84	1,00	1,18	1,36	1,54	1,76	2,03			
40	G	123	180	369	806	1.644	3.140	6.042	10.234	15.909	27.090	47.819	G	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	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	40	
		0,45	0,50	0,61	0,75	0,90	1,07	1,25	1,44	1,63	1,84	2,14				0,45	0,50	0,61	0,75	0,90	1,07	1,25	1,44	1,63	1,84	2,14			
45	G	131	192	395	863	1.758	3.358	6.463	10.947	17.016	28.977	51.148	G	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	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	45	
		0,48	0,53	0,64	0,79	0,95	1,13	1,33	1,54	1,75	1,98	2,29				0,48	0,53	0,64	0,79	0,95	1,13	1,33	1,54	1,75	1,98	2,29			
50	G	140	204	420	916	1.867	3.567	6.864	11.626	18.072	30.775	54.322	G	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	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	50	
		0,51	0,56	0,68	0,83	1,00	1,19	1,41	1,62	1,83	2,09	2,42				0,51	0,56	0,68	0,83	1,00	1,19	1,41	1,62	1,83	2,09	2,42			
60	G	155	226	466	1.017	2.072	3.958	7.617	12.903	20.057	34.154	60.287	G	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	60	v	0,55	0,61	0,73	0,90	1,08	1,29	1,53	1,75	1,97	2,27	2			

#### 4.2.3 DIMENSIONAMENTO RETE ACQUE NERE

La norma UNI EN 12056-2 stabilisce per ogni apparecchio sanitario una unità di scarico, ovvero una intensità media di scarico espressa in l/s, secondo i valori riportati nella seguente tabella.

**Tabella 14. Unità di scarico**

Tipi di apparecchi idrosanitari	Unità di scarico DU in l/s
- orinatoio a canale a parete (per persona)	0,2
- lavamani, lavabo - bidet - orinatoio	0,5
- piatto doccia	0,6
- vasca da bagno - lavello da cucina semplice e doppio - lavastoviglie domestica - lavatoio per lavanderia - lavatrice fino a 6 kg - pozzetto a pavimento con uscita ø 50	0,8
- pozzetto a pavimento con uscita ø 63	1,0
- vasca da bagno idromassaggio - lavatrice da 7 kg a 12 kg - pozzetto a pavimento con uscita 75	1,5
- WC con scarico 6 l	2,0
- WC con scarico 9 l - vuotatoio	2,5

Per il dimensionamento della diramazione, ovvero il tratto di tubazione orizzontale che collega più apparecchi sanitari alla colonna/collettore orizzontale, è stata calcolata l'intensità di scarico totale  $Q_t$ (l/s) ottenuta sommando le unità di scarico UD dei singoli apparecchi sanitari serviti dalla medesima tubazione.

$$Q_t = \sum(UD)$$

Per il corretto dimensionamento dell'impianto è stato necessario ridurre l'intensità totale di scarico  $Q_t$  tenendo in considerazione la probabile contemporaneità di scarico degli apparecchi, ovvero la misura della probabilità che due o più apparecchi, allacciati ad una condotta, scarichino contemporaneamente. L'eventuale contemporaneità non dipende dalla natura dell'apparecchio allacciato bensì dal probabile utilizzo da parte dell'utenza, sensibilmente differente qualora l'impianto sia situato, per esempio, in una abitazione, in un hotel o in un ospedale.

Per determinare l'intensità di scarico ridotta  $Q_r$  sono state applicate le formule riportate nella seguente tabella derivate da test pratici e confronti effettuati a livello internazionale.

**Tabella 25. Portata di scarico**



Appartamenti e uffici (intensità di scarico variabile in tempi brevi)	Ristoranti, hotel, ospedali, scuole
$Q_r = 0.5 \sqrt{(Q_t)}$	$Q_r = 0.7 \sqrt{(Q_t)}$
Centri sportivi, bagni pubblici	Industrie, laboratori (intensità di scarico costante per lungo tempo)
$Q_r = 1 \sqrt{(Q_t)}$	$Q_r = 1.2 \sqrt{(Q_t)}$

In particolare, per il presente dimensionamento, la formula utilizzata è la seguente:

$$Q_r = 0.7 \sqrt{(Q_t)}$$

Il terzo fattore tenuto in considerazione per il dimensionamento riguarda la pendenza del collettore di diramazione che trasporta le acque reflue fino alla colonna di scarico, per i quali si considera un riempimento ( $h/d=0.5$ ) pari al 50% e si raccomanda una pendenza minima del 1%.


Definita la pendenza e la portata di progetto  $Q_r$  è stato possibile definire il diametro della diramazione attraverso la seguente tabella.

**Tabella 36. Dimensionamento derivazioni**

 $h/d=0,5$	pendenze in %				
	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%
e mm	portata Q in l/s				
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

Per il dimensionamento del collettore di scarico in cui convergono tutte le colonne e le diramazioni di scarico è stata utilizzata la seguente tabella che stabilisce i diametri in funzione della portata ridotta per tubazioni di scarico di acque usate installate esternamente a fabbricati, sia civili che industriali, per le quali 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%).

**Tabella 47. Dimensionamento collettori**



$h/d = 0,8$

	Pendenze in %				
	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%
<b>d mm</b>	<b>portata Q in l/s</b>				
53/63*	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	126	138

Diametro del tubo di scarico di ogni apparecchio secondo quanto indicato nella tabella sotto riportata

**Tabella 18. Diametri allaccio sanitari**

APPARECCHIO	DIAMETRO
Vaso	DN 110
Doccia	DN 50
Lavabo	DN 50