

**IPS****LAVORI DI SOSTITUZIONE EDILIZIA DI DUE CORPI DI FABBRICATO DELLA SEDE DELL'ISTITUTO PROFESSIONALE STATALE "OLIVETTI-CALLEGARI"**

VIA UMAGO n.18 - RAVENNA

**FUTURA****Finanziato  
dall'Unione europea**

NextGenerationEU

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA  
PNRR, M2, C3, I1.1  
CUP: J61B22000110006  
ENTE PROPONENTE: PROVINCIA DI RAVENNA

Committente

Provincia di Ravenna

Livello di progetto

**PROGETTO ESECUTIVO**

Descrizione elaborato

Scala

Data

**Relazione tecnica di calcolo e verifica**

-

15/06/2023

**Impianti Meccanici**

Codice elaborato

**PE\_IM\_02\_REL.TCV\_r.00**

Nome file sorgente

Estensione

PE\_IM\_02\_REL.TCV\_r.00

docx

Nome file archiviazione

Estensione

Dim. Foglio

PE\_IM\_02\_REL.TCV\_r.00

pdf

210x297 mm

Spazio per firme e timbri

Progettista coordinatore:

Arch. Filippo Pambianco

Cavejastudio

Responsabile unico del Procedimento:

Ing. Paolo Nobile

**Provincia di Ravenna**

FIRMATO DIGITALMENTE

*Timbro e firma del Professionista*

FIRMATO DIGITALMENTE

*Il Responsabile Unico del Procedimento Ing. Paolo Nobile*

Rev.	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato	Data
00	Emissione	FP	PN	PN	15/06/2023
01	Revisione	--	--	--	00/00/0000
02	Revisione	--	--	--	00/00/0000
03	Revisione	--	--	--	00/00/0000
04	Revisione	--	--	--	00/00/0000
05	Revisione	--	--	--	00/00/0000
06	Revisione	--	--	--	00/00/0000



**PROVINCIA DI RAVENNA**  
Piazza dei Caduti per la Libertà 2  
**Settore Edilizia Scolastica e Patrimonio**

**PROFESSIONISTI RTP****Progettisti delle opere  
architettoniche**

Arch. Filippo Pambianco  
Arch. Alessandro Pretolani  
Arch. Giorgio Granatiero

**Progettista delle opere  
strutturali**

Ing. Gilberto Sarti

**Progettisti impianti  
elettrici e meccanici**

Structura Engineering

Presidente  
Michele de PascaleConsigliere con delega all'Edilizia Scolastica  
Maria Luisa MartinezDirigente responsabile del Settore  
Ing. Paolo Nobile

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Ing. Paolo Nobile

PROGETTISTA COORDINATORE

Arch. Filippo Pambianco

**Progettista antincendio**

Ing. David Negrini

**Progettista acustico**

NORUMORE

**Coordinamento sicurezza**

Ing. Emanuele Cantoni

<b>Fase:</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
<b>Oggetto:</b>	Lavori di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegari" in Via Umago n.18 - Ravenna (RA)
<b>Progettista:</b>	Arch. Filippo Pambianco

**RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO E VERIFICA****IMPIANTI MECCANICI****SOMMARIO**

<b>RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO E VERIFICA .....</b>	<b>1</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI .....</b>	<b>1</b>
<b>1 ZONA SCUOLA: IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE E VENTILAZIONE .....</b>	<b>3</b>
1.1 Impianto climatizzazione invernale ed estiva .....	3
1.2 Principali risultati di calcolo .....	3
1.3 Impianto ventilazione meccanica .....	6
1.4 Dimensionamento diffusione aria .....	9
<b>2 ZONA PALESTRA: IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE E VENTILAZIONE .....</b>	<b>11</b>
2.1 Impianto climatizzazione invernale ed estiva .....	11
2.2 Principali risultati di calcolo .....	11
2.3 Impianto ventilazione meccanica .....	13
2.4 Dimensionamento diffusione aria .....	14
<b>3 IMPIANTO ESTRAZIONE FORZATA DELL'ARIA .....</b>	<b>16</b>
<b>4 IMPIANTO IDRICO SANITARIO .....</b>	<b>18</b>
4.1 Rete di acqua fredda e calda .....	18
4.2 Dimensionamento rete di acqua fredda .....	19
4.3 Dimensionamento rete di acqua calda .....	22
4.4 Dimensionamento rete di ricircolo .....	25
4.5 Accumulo di acqua calda sanitaria .....	26

<b>Fase:</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
<b>Oggetto:</b>	Lavori di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegrari" in Via Umago n.18 - Ravenna (RA)
<b>Progettista:</b>	Arch. Filippo Pambianco

<b>5 IMPIANTO SCARICHI ACQUE REFLUE .....</b>	<b>27</b>
<b>5.1 Introduzione .....</b>	<b>27</b>
<b>5.2 Calcolo delle portate .....</b>	<b>27</b>
<b>5.3 Dimensionamento delle diramazioni di scarico .....</b>	<b>29</b>

## 1 ZONA SCUOLA: IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE E VENTILAZIONE

### 1.1 Impianto climatizzazione invernale ed estiva

I fabbisogni di potenza termica invernale, calcolati secondo UNI EN 12831, ed i carichi termici estivi, calcolati secondo il metodo Carrier – Pizzetti, sono stati ricavati utilizzando il software di calcolo Edilclima S.r.l. – EC700 – versione 12 – Metodologia di calcolo adottata UNI/TS 11300 e norme correlate.

#### Dati di progetto

Condizioni climatiche esterne di progetto	
<b>Periodo invernale</b>	
Temperatura minima	-5 °C
Umidità relativa	80 %
<b>Periodo estivo</b>	
Temperatura massima (bulbo secco)	+35 °C
Umidità relativa	50 %
Condizioni termo-igrometriche interne	
<b>Periodo invernale</b>	
Temperatura ambiente	+20 °C
<b>Periodo estivo</b>	
Temperatura ambiente	+26 °C
Umidità relativa	52 %

### 1.2 Principali risultati di calcolo

#### Fabbisogno di potenza termica invernale

Zona 1 - SCUOLA fabbisogno di potenza dei locali

Loc	Descrizione	θ <sub>i</sub> [°C]	n [1/h]	Φ <sub>tr</sub> [W]	Φ <sub>ve</sub> [W]	Φ <sub>rh</sub> [W]	Φ <sub>hl</sub> [W]	Φ <sub>hl sic</sub> [W]
1	LABORATORIO	20,0	2,29	1314	1452	1920	4685	4685
2	LABORATORIO	20,0	2,29	1502	1388	1836	4725	4725
3	LABORATORIO	20,0	2,29	1380	1424	1883	4688	4688
4	BIBLIOTECA	20,0	1,96	1189	919	1418	3526	3526
5	MAGAZZINO BIBLIOTECA	20,0	8,00	208	443	168	818	818
6	ANTI WC BIBLIOTECA	20,0	8,00	16	312	118	446	446
7	WC BIBLIOTECA	20,0	8,00	14	273	104	391	391
8	WCH	20,0	8,00	11	214	81	306	306

Fase:	PROGETTO ESECUTIVO
Oggetto:	Lavori di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegari" in Via Umago n.18 - Ravenna (RA)
Progettista:	Arch. Filippo Pambianco

9	WC M	20,0	8,00	54	1106	419	1579	1579
10	WC F	20,0	8,00	371	1071	405	1847	1847
11	LOCALE PS	20,0	2,78	159	137	149	444	444
12	WC LOCALE PS	20,0	8,00	95	230	87	412	412
14	DISTRIBUZIONE PT	20,0	0,50	4795	1007	6106	11909	11909
16	SPOGL. M	20,0	8,00	394	1543	585	2521	2521
17	WC SPOGL. M	20,0	8,00	14	217	82	313	313
18	DOCCE M.	20,0	8,00	27	411	156	593	593
19	SPOGL. F	20,0	8,00	1863	1543	585	3990	3990
20	WC SPOGL. F	20,0	8,00	14	218	83	314	314
21	DOCCE F.	20,0	8,00	27	411	156	594	594
24	SALA ATTREZZI	20,0	3,96	798	2188	1842	4827	4827
25	SPOGLIATOIO DOCENTI	20,0	8,00	245	997	416	1658	1658
26	WC SPOGL. DOCENTI	20,0	8,00	112	277	116	505	505
27	DOCCIA SPOGL. DOCENTI	20,0	8,00	50	151	63	264	264
28	SPAZIO CALMO	20,0	8,00	127	433	180	739	739
29	DISTRIBUZIONE P2	20,0	0,50	304	183	1219	1705	1705
31	DISTRIBUZIONE P1	20,0	0,50	2265	559	2124	4948	4948

Totale: **17345** **19105** **22298** **58748** **58748**

#### Legenda simboli

$\theta_i$	Temperatura interna del locale
$n$	Ricambio d'aria del locale
$\Phi_{tr}$	Potenza dispersa per trasmissione
$\Phi_{ve}$	Potenza dispersa per ventilazione
$\Phi_{rh}$	Potenza dispersa per intermittenza
$\Phi_{hl}$	Potenza totale dispersa
$\Phi_{hl\ sic}$	Potenza totale moltiplicata per il coefficiente di sicurezza

#### Carichi termici estivi

Carichi termici nell'ora di massimo carico della zona:

N.	Descrizione	$Q_{Irr}$ [W]	$Q_{Tr}$ [W]	$Q_v$ [W]	$Q_c$ [W]	$Q_{gl,sen}$ [W]	$Q_{gl,lat}$ [W]	$Q_{gl}$ [W]
1	LABORATORIO	248	316	4066	4209	4273	4565	8838
2	LABORATORIO	248	315	3887	4024	4110	4365	8474
3	LABORATORIO	895	290	3988	4129	4823	4478	9301
4	BIBLIOTECA	1184	237	2570	3109	4087	3014	7100
5	MAGAZZINO BIBLIOTECA	0	45	1241	231	446	1071	1518
6	ANTI WC BIBLIOTECA	0	0	873	163	282	754	1036
7	WC BIBLIOTECA	0	0	766	143	248	661	908
8	WC H	0	0	599	112	194	517	711
9	WC M	0	0	3100	578	1002	2676	3678
10	WC F	0	70	3000	560	1040	2589	3629

<b>Fase:</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
<b>Oggetto:</b>	Lavori di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegari" in Via Umago n.18 - Ravenna (RA)
<b>Progettista:</b>	Arch. Filippo Pambianco

11	LOCALE PS	0	29	383	327	328	410	738
12	WC LOCALE PS	0	17	644	120	225	556	781
14	DISTRIBUZIONE PT	5085	1078	2823	8426	13487	3925	17413
16	SPOGL. M	0	36	4324	807	1434	3733	5167
17	WC SPOGL. M	0	1	608	114	198	525	723
18	DOCCE M.	0	2	1150	215	374	993	1367
19	SPOGL. F	2251	395	4324	807	4043	3732	7776
20	WC SPOGL. F	0	1	610	114	198	527	725
21	DOCCE F.	0	2	1152	215	374	995	1369
24	SALA ATTREZZI	0	166	3375	3182	3162	3561	6723
25	SPOGLIAUTO DOCENTI	0	113	2794	573	1059	2422	3481
26	WC SPOGL. DOCENTI	0	49	777	159	312	673	985
27	DOCCIA SPOGL. DOCENTI	0	27	424	87	170	367	537
28	SPAZIO CALMO	0	67	1212	249	478	1051	1528
29	DISTRIBUZIONE P2	0	154	512	1682	1608	741	2349
31	DISTRIBUZIONE P1	746	615	1567	2931	4010	1850	5859
Totali		10658	4026	50767	37264	51966	50750	102716

#### Legenda simboli

$Q_{Irr}$	Carico dovuto all'irraggiamento
$Q_{Tr}$	Carico dovuto alla trasmissione
$Q_v$	Carico dovuto alla ventilazione
$Q_c$	Carichi interni
$Q_{gl,sen}$	Carico sensibile globale
$Q_{gl,lat}$	Carico latente globale
$Q_{gl}$	Carico globale

Risultati più dettagliati sono riportati nella relazione tecnica per il contenimento del consumo di energia (PE\_IM\_03\_REL.CCE\_r.00).

### 1.3 Impianto ventilazione meccanica

L'impianto di ventilazione meccanica del tipo ad aria primaria, a servizio della scuola e degli ambienti annessi alla palestra, è stato dimensionato secondo la norma UNI 10339.

(seguito del prospetto)		Portata di aria esterna o di estrazione		Note	
Categorie di edifici		$Q_{op}$ ( $10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ per persona)	$Q_{os}$ ( $10^{-3} \text{ m}^3/\text{s m}^2$ )		
<b>EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SPORTIVA</b>					
<b>PISCINE, SAUNE E ASSIMILABILI</b>					
- piscine (sala vasca)		-	2,5	C	
• spogliatoi/servizi		estrazioni		A	
- saune		-	2,5	C	
<b>PALESTRE E ASSIMILABILI</b>					
- palazzetti sportivi		6,5*	-	-	
- bowling		10	-	-	
- palestre					
• campi gioco		16,5*	-	-	
• zone spettatori		6,5*	-	-	
- altri locali					
• spogliatoi/servizi atleti		estrazioni		A	
• servizi pubblico		estrazioni		A	
<b>EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SCOLASTICHE E ASSIMILABILI</b>					
- asili nido e scuole materne		4	-	-	
- aule scuole elementari		5	-	-	
- aule scuole medie inferiori		6	-	-	
- aule scuole medie superiori		7	-	-	
- aule universitarie		7	-	-	
• transiti, corridoi		-	-	-	
• servizi		estrazioni		A	
- altri locali:					
• biblioteche, sale lettura		6	-	-	
• aule musica e lingue		7	-	-	
• laboratori		7	-	-	
• sale insegnanti		6	-	-	
* Salvo le indicazioni di cui in 9.1.1.1.					
** Per gli ambienti di questa categoria non è ammesso utilizzare aria di ricircolo.					
Note : A - Ricambio richiesto nei servizi igienici:					
- edifici adibiti a residenza e assimilabili 0,0011 vol/s (4 vol/h);					
- altre categorie in tabella 0,0022 vol/s (8 vol/h),					
il volume è quello relativo ai bagni (antibagni esclusi).					
B - Verificare i regolamenti locali.					
C - Valori più elevati possono essere richiesti per il controllo dell'umidità.					
D - Per questi ambienti le portate d'aria devono essere stabilite in relazione alle prescrizioni vigenti ed alle specifiche esigenze delle singole applicazioni.					

LOCALE	SUPERFICIE (mq)	ALTEZZA (m)	VOLUME (mc)	AFFOLLAMENTO (pers/mq)
Laboratorio	76,79	3,30	253,41	0,30
Laboratorio	73,43	3,30	242,32	0,30
Laboratorio	75,34	3,30	248,62	0,30
Biblioteca	56,73	3,30	187,21	0,30
Magazzino biblioteca	6,71	3,30	22,14	
Anti WC biblioteca	4,72	3,30	15,58	
WC biblioteca	4,14	3,30	13,66	
WC H	3,24	3,30	10,69	
WC M	16,76	3,30	55,31	
WC F	16,22	3,30	53,53	
Locale primo soccorso	5,96	3,30	19,67	0,30
WC locale PS	3,48	3,30	11,48	
Distribuzione PT	238,00	3,30	785,40	
Spogl. M	23,38	3,30	77,15	
WC spogl. M	3,29	3,30	10,86	
Docce M	6,22	3,30	20,53	
Spogl. F	23,38	3,30	77,15	
WC spogl. F	3,29	3,30	10,86	
Docce F	6,22	3,30	20,53	
Distribuzione 1P	50,62	2,40	121,49	
Sala attrezzi	72,45	3,00	217,35	0,20
Spogliatoio docenti	16,62	3,00	49,86	
WC spogl. docenti	4,62	3,00	13,86	
Doccia spogl. docenti	2,52	3,00	7,56	
Spazio calmo	7,10	3,00	21,30	
Distribuzione 2P	35,67	3,00	107,01	
<b>Total</b>				

LOCALE	ARIA ESTERNA (mc/h per pers)	ESTRAZIONE (vol/h)	ARIA ESTERNA (mc/h)	ESTRAZIONE (mc/h)
Laboratorio	25,20		580,53	
Laboratorio	25,20		555,13	
Laboratorio	25,20		569,57	
Biblioteca	21,60		367,61	
Magazzino biblioteca		8,00		177,14
Anti WC biblioteca		8,00		124,61
WC biblioteca		8,00		109,30
WC H		8,00		85,54
WC M		8,00		442,46
WC F		8,00		428,21
Locale primo soccorso	30,60		54,71	
WC locale PS		8,00		91,87
Distribuzione PT		0,50	392,70	
Spogl. M		8,00		617,23
WC spogl. M		8,00		86,86
Docce M		8,00		164,21
Spogl. F		8,00		617,23
WC spogl. F		8,00		86,86
Docce F		8,00		164,21
Distribuzione 1P		0,50	60,74	
Sala attrezzi	59,40		860,71	
Spogliatoio docenti		8,00		398,88
WC spogl. docenti		8,00		110,88
Doccia spogl. docenti		8,00		60,48
Spazio calmo		8,00		170,40
Distribuzione 2P		0,50	53,51	
<b>Totale</b>			<b>3495,21</b>	<b>3936,36</b>

	ARIA ESTERNA (mc/h)	PERDITE CARICO continue (Pa)	PERDITE CARICO localizzate (Pa)	PERDITE CARICO totali (Pa)
Centrale Trat. Aria	5000,00	50,00	150,00	200,00

## 1.4 Dimensionamento diffusione aria

(Diffusori ad ugello orientabile)



### Dati in ingresso:

### Note:

ØN	150	diametro nominale
α	0	angolo di inclinazione
Q	300	[m <sup>3</sup> /h] portata aria immessa
ΔT	0	salto termico
H	3,0	altezza di installazione
A	7,0	1/2 interasse ugelli o distanza parete

Installaz. con asse orizzontale  Installaz. con asse verticale

Senza serranda  Con serranda  Con rete

### Risultati:

### Note:

S	0,018	[m <sup>2</sup> ]	superficie libera
v <sub>K</sub>	4,7	[m/s]	velocità frontale
Δp	20	[Pa]	perdite di carico
NR	22		indice di rumorosità
C	1,2	[m]	distanza urto dalla zona occupata
Δs		[m]	
x <sub>CR</sub>	7,0	[m]	distanza punto critico
v <sub>CR</sub>	0,9	[m/s]	velocità terminale al punto critico
y <sub>MAX</sub>		[m]	profondità massima in riscaldamento
v <sub>1,8</sub>		[m/s]	velocità terminale a 1,8 m da terra
ΔT <sub>L</sub> /ΔT <sub>0</sub>	0,09		rapporto di temperatura
i	37		rapporto di induzione (=Q <sub>L</sub> (Q <sub>0</sub> ))

## Laboratorio

*(Diffusori ad ugello orientabile)*



**Dati in ingresso:**

**Note:**

<b>ØN</b>	150	▼	diametro nominale
<b>α</b>	0	▲ [°]	angolo di inclinazione
<b>Q</b>	200	▲ [m <sup>3</sup> /h]	portata aria immessa
<b>ΔT</b>	0	▼ [°C]	salto termico
<b>H</b>	3,0	▲ [m]	altezza di installazione
<b>A</b>	7,0	▲ [m]	1/2 interasse ugelli o distanza parete

Installaz. con asse orizzontale  Installaz. con asse verticale

Senza serranda  Con serranda  Con rete

**Risultati:**

**Note:**

<b>S</b>	0,018	[m <sup>2</sup> ]	superficie libera
<b>v<sub>k</sub></b>	3,1	[m/s]	velocità frontale
<b>Δp</b>	9	[Pa]	perdite di carico
<b>NR</b>	18		indice di rumorosità
<b>C</b>	1,2	[m]	distanza urto dalla zona occupata
<b>Δs</b>		[m]	
<b>x<sub>CR</sub></b>	7,0	[m]	distanza punto critico
<b>v<sub>CR</sub></b>		[m/s]	velocità terminale al punto critico
<b>y<sub>MAX</sub></b>		[m]	profondità massima in riscaldamento
<b>v<sub>1,8</sub></b>		[m/s]	velocità terminale a 1,8 m da terra
<b>ΔT<sub>L</sub>/ΔT<sub>0</sub></b>	0,09		rapporto di temperatura
<b>i</b>	37		rapporto di induzione (=Q <sub>L</sub> (Q <sub>0</sub> ))

**Biblioteca**

## 2 ZONA PALESTRA: IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE E VENTILAZIONE

### 2.1 Impianto climatizzazione invernale ed estiva

I fabbisogni di potenza termica invernale, calcolati secondo UNI EN 12831, ed i carichi termici estivi, calcolati secondo il metodo Carrier – Pizzetti, sono stati ricavati utilizzando il software di calcolo Edilclima S.r.l. – EC700 – versione 12 – Metodologia di calcolo adottata UNI/TS 11300 e norme correlate.

#### Dati di progetto

Condizioni climatiche esterne di progetto	
<b>Periodo invernale</b>	
Temperatura minima	-5 °C
Umidità relativa	80 %
<b>Periodo estivo</b>	
Temperatura massima (bulbo secco)	+35 °C
Umidità relativa	50 %
Condizioni termo-igrometriche interne	
<b>Periodo invernale</b>	
Temperatura ambiente	+18 °C
<b>Periodo estivo</b>	
Temperatura ambiente	+26 °C
Umidità relativa	52 %

### 2.2 Principali risultati di calcolo

#### Fabbisogno di potenza termica invernale

Zona 2 - PALESTRA fabbisogno di potenza dei locali

Loc	Descrizione	θ <sub>i</sub> [°C]	n [1/h]	Φ <sub>tr</sub> [W]	Φ <sub>ve</sub> [W]	Φ <sub>rh</sub> [W]	Φ <sub>hl</sub> [W]	Φ <sub>hl sic</sub> [W]
3	PALESTRA	20,0	0,73	13167	32746	15452	61365	61365
Totale:				13167	32746	15452	61365	61365

Legenda simboli

- θ<sub>i</sub> Temperatura interna del locale
- n Ricambio d'aria del locale
- Φ<sub>tr</sub> Potenza dispersa per trasmissione
- Φ<sub>ve</sub> Potenza dispersa per ventilazione

<b>Fase:</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
<b>Oggetto:</b>	Lavori di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegrari" in Via Umago n.18 - Ravenna (RA)
<b>Progettista:</b>	Arch. Filippo Pambianco

- $\Phi_{rh}$  Potenza dispersa per intermittenza  
 $\Phi_{hl}$  Potenza totale dispersa  
 $\Phi_{hl\ sic}$  Potenza totale moltiplicata per il coefficiente di sicurezza

## Carichi termici estivi

Carichi termici nell'ora di massimo carico della zona:

N.	Descrizione	$Q_{Irr}$ [W]	$Q_{Tr}$ [W]	$Q_v$ [W]	$Q_c$ [W]	$Q_{gl,sen}$ [W]	$Q_{gl,lat}$ [W]	$Q_{gl}$ [W]
3	PALESTRA	6289	4614	34998	43265	45357	43809	89166
	Totali	6289	4614	34998	43265	45357	43809	89166

Legenda simboli

- $Q_{Irr}$  Carico dovuto all'irraggiamento  
 $Q_{Tr}$  Carico dovuto alla trasmissione  
 $Q_v$  Carico dovuto alla ventilazione  
 $Q_c$  Carichi interni  
 $Q_{gl,sen}$  Carico sensibile globale  
 $Q_{gl,lat}$  Carico latente globale  
 $Q_{gl}$  Carico globale

Risultati più dettagliati sono riportati nella relazione tecnica per il contenimento del consumo di energia (PE\_IM\_03\_REL.CCE\_r.00).

## 2.3 Impianto ventilazione meccanica

La portata di aria esterna per l'impianto di ventilazione meccanica del tipo a tutt'aria, a servizio della palestra, è stato dimensionato secondo la norma UNI 10339.

(seguito del prospetto)				
Categorie di edifici	Portata di aria esterna o di estrazione $Q_{op}$ ( $10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ per persona)	$Q_{os}$ ( $10^{-3} \text{ m}^3/\text{s m}^2$ )	Note	
<b>EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SPORTIVA</b>				
<b>PISCINE, SAUNE E ASSIMILABILI</b>				
- piscine (sala vasca)	-	2,5	C	
• spogliatoi/servizi	estrazioni		A	
- saune	-	2,5	C	
<b>PALESTRE E ASSIMILABILI</b>				
- palazzetti sportivi	6,5*	-	-	
- bowling	10	-	-	
- palestre				
• campi gioco	16,5*	-	-	
• zone spettatori	6,5*	-	-	
- altri locali				
• spogliatoi/servizi atleti	estrazioni		A	
• servizi pubblico	estrazioni		A	

LOCALE	SUPERFICIE (mq)	ALTEZZA (m)	VOLUME (mc)
Palestra	611,84	7,62	4662,22

LOCALE	AFFOLLAMENTO (pers/mq)	ARIA ESTERNA (mc/h per pers)	RICIRCOLO (vol/h)	TOTALE (mc/h)
Palestra	0,10	59,40	5,00	26945,43

	PORTATA ARIA (mc/h)	PERDITE CARICO continue (Pa)	PERDITE CARICO localizzate (Pa)	PERDITE CARICO totali (Pa)
Unità rooftop	28200,00	25,00	175,00	200,00

L'indice di affollamento (pers/mq) impiegato deriva dalla relazione di prevenzione incendi che indica per il piano primo, ovvero il piano della palestra, un affollamento massimo previsto pari a 60 addetti.

Fase:	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
Oggetto:	Lavori di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegrari" in Via Umago n.18 - Ravenna (RA)
Progettista:	Arch. Filippo Pambianco

Essendo un impianto di ventilazione meccanica del tipo a tutt'aria, la portata di ricircolo (5 vol/h) risulta necessaria per garantire un'adeguata climatizzazione invernale ed estiva dell'ambiente.

## 2.4 Dimensionamento diffusione aria

- *Diffusori circolari ad effetto elicoidale a pale regolabili*



Dati in ingresso:

Note:

<b>ØN</b>	630	 [mm]	diametro nominale
<b>α</b>	35	 [°]	angolo di inclinazione delle pale
<b>Q</b>	2820	 [m³/h]	portata aria immessa
<b>ΔT</b>	+15	 [°C]	salto termico
<b>H</b>	7,5	 [m]	altezza di installazione

Riscaldamento

Risultati:

Note:

<b>S</b>	0,305	[m²]	superficie libera
<b>v<sub>K</sub></b>	2,6	[m/s]	velocità frontale
<b>Δp</b>	19	[Pa]	perdite di carico
<b>NR</b>	35		indice di rumorosità
<b>H<sub>T</sub></b>	3,5	[m]	profondità di lancio $v_m = 0,2$ m/s
<b>v<sub>1,8</sub></b>	0,12	[m/s]	velocità terminale a 1,8 m da terra
<b>D</b>	4,2	[m]	distanza minima tra due diffusori

<b>Fase:</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
<b>Oggetto:</b>	Lavori di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegari" in Via Umago n.18 - Ravenna (RA)
<b>Progettista:</b>	Arch. Filippo Pambianco

- **Diffusori circolari ad effetto elicoidale a pale regolabili**



**Dati in ingresso:**

**Note:**

<b>ØN</b>	630	 [mm]	diametro nominale
<b>α</b>	55	 [°]	angolo di inclinazione delle pale
<b>Q</b>	2820	 [m³/h]	portata aria immessa
<b>ΔT</b>	-10	 [°C]	salto termico
<b>H</b>	7,5	 [m]	altezza di installazione

**Risultati:**

**Note:**

<b>S</b>	0,305	[m²]	superficie libera
<b>v<sub>K</sub></b>	2,6	[m/s]	velocità frontale
<b>Δp</b>	25	[Pa]	perdite di carico
<b>NR</b>	37		indice di rumorosità
<b>H<sub>T</sub></b>	5,0	[m]	profondità di lancio $v_m = 0,2$ m/s
<b>v<sub>1,8</sub></b>	0,18	[m/s]	velocità terminale a 1,8 m da terra
<b>D</b>	4,2	[m]	distanza minima tra due diffusori

### 3 IMPIANTO ESTRAZIONE FORZATA DELL'ARIA

L'impianto per l'estrazione forzata dell'aria, a servizio del locale tecnico sito al piano terra e del magazzino palestra sito al piano primo, è stato dimensionato secondo la norma UNI 10339.

(seguito del prospetto)						
Categorie di edifici	Portata di aria esterna o di estrazione $Q_{op}$ ( $10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ per persona)	$Q_{os}$ ( $10^{-3} \text{ m}^3/\text{s m}^2$ )	Note			
<b>EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SPORTIVA</b>						
<b>PISCINE, SAUNE E ASSIMILABILI</b>						
- piscine (sala vasca)	-	2,5	C			
• spogliatoi/servizi			A			
- saune	-	2,5	C			
<b>PALESTRE E ASSIMILABILI</b>						
- palazzetti sportivi	6,5*	-	-			
- bowling	10	-	-			
- palestre						
• campi gioco	16,5*	-	-			
• zone spettatori	6,5*	-	-			
- <b>altri locali</b>						
• spogliatoi/servizi atleti		estrazioni	A			
• servizi pubblico		estrazioni	A			
<b>EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SCOLASTICHE E ASSIMILABILI</b>						
- asili nido e scuole materne	4	-	-			
- aule scuole elementari	5	-	-			
- aule scuole medie inferiori	6	-	-			
- aule scuole medie superiori	7	-	-			
- aule universitarie	7	-	-			
• transiti, corridoi	-	-	-			
• <b>servizi</b>		estrazioni	A			
- altri locali:						
• biblioteche, sale lettura	6	-	-			
• aule musica e lingue	7	-	-			
• laboratori	7	-	-			
• sale insegnanti	6	-	-			
• Salvo le indicazioni di cui in 9.1.1.1.						
•• Per gli ambienti di questa categoria non è ammesso utilizzare aria di ricircolo.						
<b>Note :</b>	<b>A</b> - Ricambio richiesto nei servizi igienici: - edifici adibiti a residenza e assimilabili 0,0011 vol/s (4 vol/h); - <b>altre categorie in tabella 0,0022 vol/s (8 vol/h)</b> , il volume è quello relativo ai bagni (antibagni esclusi).					
	<b>B</b> - Verificare i regolamenti locali.					
	<b>C</b> - Valori più elevati possono essere richiesti per il controllo dell'umidità.					
	<b>D</b> - Per questi ambienti le portate d'aria devono essere stabiliti in relazione alle prescrizioni vigenti ed alle specifiche esigenze delle singole applicazioni.					

<b>Fase:</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
<b>Oggetto:</b>	Lavori di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegari" in Via Umago n.18 - Ravenna (RA)
<b>Progettista:</b>	Arch. Filippo Pambianco

LOCALE	SUPERFICIE (mq)	ALTEZZA (m)	VOLUME (mc)	ESTRAZIONE (vol/h)	ESTRAZIONE (mc/h)
Locale tecnico	28,89	3,30	95,34	8,00	762,70
Magazzino palestra	29,89	3,30	98,64	8,00	789,10

LOCALE	ESTRAZIONE (mc/h)	VELOCITA' (m/s)	CANALE (mq)	CANALE (mm)
Locale tecnico	762,70	4,00	0,05	Ø 250
Magazzino palestra	789,10	4,00	0,05	Ø 250
Totale	1551,79	5,50	0,08	Ø 315

LOCALE	ESTRAZIONE (mc/h)	CANALE (mm)	LUNGHEZZA (m)	PERDITE di CARICO continue (mmH2O/m)	PERDITE di CARICO continue (mmH2O)
Locale tecnico	762,70	Ø 250	5,00	0,11	0,55
	1551,79	Ø 315	7,00	0,13	0,91
				1,46	

LOCALE	PERDITE di CARICO continue (mmH2O)	PERDITE di CARICO localizzate (mmH2O)	PERDITE di CARICO totali (Pa)	ESTRAZIONE (mc/h)
Locale tecnico	1,46	14,00	154,60	762,70

## 4 IMPIANTO IDRICO SANITARIO

### 4.1 Rete di acqua fredda e calda

La rete di adduzione dell'acqua sanitaria, sia fredda che calda, è stata dimensionata secondo la norma UNI EN 806-3:2008. Il calcolo è stato effettuato secondo il metodo delle Unità di Carico (UC).

$$1 \text{ UC} = 0,1 \text{ l/s}$$

Per i punti di prelievo più comuni, sia per acqua fredda che per acqua calda si ha:

prospetto 2 **Portate di prelievo  $Q_A$ , portate minime ai punti di prelievo  $Q_{\min}$  e unità di carico per punti di prelievo**

Punti di prelievo	$Q_A$	$Q_{\min}$	Unità di carico
	l/s	l/s	
Lavello, lavabo, bidé, cassetta WC	0,1	0,1	1
Lavello cucina, lavatrice domestica <sup>a)</sup> , lavastoviglie, lavabo, doccetta	0,2	0,15	2
Orinatoio	0,3	0,15	3
Vasca da bagno domestica	0,4	0,3	4
Rubinetti giardino/garage	0,5	0,4	5
Lavello cucina non domestica DN 20, vasca da bagno non domestica	0,8	0,8	8
Scarico DN 20	1,5	1,0	15

a) Per apparecchiature non domestiche fare riferimento al fabbricante.

Queste portate non sono correlate a norme di prodotto, devono soltanto essere usate per il dimensionamento delle tubazioni.

I diametri delle tubazioni sono stati ricavati dal prospetto 3.8 della UNI EN 806-3:2008 relativo alle tubazioni multistrato. Tali diametri tengono già in considerazione il fattore di contemporaneità dell'impianto.

Prospetto 3.8 - Rispettivamente PEX/AL/PE-HD PE-MD/AL/PE-HD											
Carico massimo	UC	3	4	5	6	10	20	55	180	540	1 300
Valore più alto	UC			4	5	5	8				
$d_a \times s$	mm	$16 \times 2,25/16 \times 2,0$			$18 \times 2$	$20 \times 2,5$	$26 \times 3$	$32 \times 3$	$40 \times 3,5$	$50 \times 4$	$63 \times 4,5$
$d_i$	mm	11,5/12,0			14	15	20	26	33	42	54
Lunghezza massima della tubazione	m	9	5	4							

## 4.2 Dimensionamento rete di acqua fredda

P2: WC+Doccia Docenti	UNITA' DI CARICO	QUANTITA'	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
Lavabo	1	1	1	
Bidet	1	1	1	
Doccia	2	1	2	
Vaso	1	1	1	
<b>Totale</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Ø 20x2</b>

P1: WC Spogliatoio	UNITA' DI CARICO	QUANTITA'	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
Lavabo	1	2	2	
Bidet	1	1	1	
Vaso	1	1	1	
<b>Totale</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>Ø 20x2</b>

P1: Docce Spogliatoio	UNITA' DI CARICO	QUANTITA'	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
Doccia	2	4	8	
<b>Totale</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>Ø 26x3</b>

PT: WC F	UNITA' DI CARICO	QUANTITA'	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
Lavabo	1	3	3	
Vaso	1	3	3	
<b>Totale</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>Ø 20x2</b>

PT: WC M	UNITA' DI CARICO	QUANTITA'	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
Lavabo	1	3	3	
Vaso	1	2	2	
<b>Totale</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>Ø 20x2</b>

<b>Fase:</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
<b>Oggetto:</b>	Lavori di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegari" in Via Umago n.18 - Ravenna (RA)
<b>Progettista:</b>	Arch. Filippo Pambianco

PT: WC H / WC PS	UNITA' DI CARICO	QUANTITA'	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
Lavabo	1	1	1	
Bidet	1	1	1	
Vaso	1	1	1	
<b>Totale</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>Ø 20x2</b>

PT: Anti+WC Biblioteca	UNITA' DI CARICO	QUANTITA'	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
Lavabo	1	3	3	
Bidet	1	1	1	
Vaso	1	1	1	
<b>Totale</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>Ø 20x2</b>

P1: Spogliatoio M/F	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
P1: WC Spogliatoio	4	
P1: Docce Spogliatoio	8	
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Ø 26x3</b>

P1	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
P1: Spogliatoio M	12	
P1: Spogliatoio F	12	
<b>Totale</b>	<b>24</b>	<b>Ø 32x3</b>

P1 + P2	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
P1	24	
P2: WC+Doccia Docenti	5	
<b>Totale</b>	<b>29</b>	<b>Ø 32x3</b>

<b>Fase:</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
<b>Oggetto:</b>	Lavori di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegrari" in Via Umago n.18 - Ravenna (RA)
<b>Progettista:</b>	Arch. Filippo Pambianco

PT: LINEA 1	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
PT: WC F	6	
PT: WC M	5	
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>Ø 26x3</b>

PT: LINEA 2	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
PT: LINEA 1	11	
PT: WC H	3	
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>Ø 26x3</b>

PT: LINEA 3	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
PT: LINEA 2	14	
PT: Anti+WC Biblioteca	5	
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>Ø 32x3</b>

PT: LINEA 4	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
PT: LINEA 3	19	
PT: WC PS	3	
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>Ø 32x3</b>

CENTRALE TERMICA	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
PT: LINEA 4	22	
P1 + P2	29	
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>Ø 40x3,5</b>

### 4.3 Dimensionamento rete di acqua calda

P2: WC+Doccia Docenti	UNITA' DI CARICO	QUANTITA'	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
Lavabo	1	1	1	
Bidet	1	1	1	
Doccia	2	1	2	
Vaso	1	0	0	
<b>Totale</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Ø 20x2</b>

P1: WC Spogliatoio	UNITA' DI CARICO	QUANTITA'	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
Lavabo	1	2	2	
Bidet	1	1	1	
Vaso	1	0	0	
<b>Totale</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>Ø 20x2</b>

P1: Docce Spogliatoio	UNITA' DI CARICO	QUANTITA'	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
Doccia	2	4	8	
<b>Totale</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>Ø 26x3</b>

PT: WC F	UNITA' DI CARICO	QUANTITA'	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
Lavabo	1	3	3	
Vaso	1	0	0	
<b>Totale</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>Ø 20x2</b>

PT: WC M	UNITA' DI CARICO	QUANTITA'	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
Lavabo	1	3	3	
Vaso	1	0	0	
<b>Totale</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>Ø 20x2</b>

<b>Fase:</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
<b>Oggetto:</b>	Lavori di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegari" in Via Umago n.18 - Ravenna (RA)
<b>Progettista:</b>	Arch. Filippo Pambianco

PT: WC H / WC PS	UNITA' DI CARICO	QUANTITA'	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
Lavabo	1	1	1	
Bidet	1	1	1	
Vaso	1	0	0	
<b>Totale</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>Ø 20x2</b>

PT: Anti+WC Biblioteca	UNITA' DI CARICO	QUANTITA'	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
Lavabo	1	3	3	
Bidet	1	1	1	
Vaso	1	0	0	
<b>Totale</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>Ø 20x2</b>

P1: Spogliatoio M/F	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
P1: WC Spogliatoio	3	
P1: Docce Spogliatoio	8	
<b>Totale</b>	<b>11</b>	<b>Ø 26x3</b>

P1	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
P1: Spogliatoio M	11	
P1: Spogliatoio F	11	
<b>Totale</b>	<b>22</b>	<b>Ø 32x3</b>

P1 + P2	UNITA' DI CARICO	TUBO (mm)
P1	22	
P2: WC+Doccia Docenti	4	
<b>Totale</b>	<b>26</b>	<b>Ø 32x3</b>

<b>Fase:</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
<b>Oggetto:</b>	Lavori di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegrari" in Via Umago n.18 - Ravenna (RA)
<b>Progettista:</b>	Arch. Filippo Pambianco

<b>PT: LINEA 1</b>	<b>UNITA' DI CARICO</b>	<b>TUBO (mm)</b>
PT: WC F	3	
PT: WC M	3	
<b>Totale</b>	<b>6</b>	<b>Ø 26x3</b>

<b>PT: LINEA 2</b>	<b>UNITA' DI CARICO</b>	<b>TUBO (mm)</b>
PT: LINEA 1	6	
PT: WC H	2	
<b>Totale</b>	<b>8</b>	<b>Ø 26x3</b>

<b>PT: LINEA 3</b>	<b>UNITA' DI CARICO</b>	<b>TUBO (mm)</b>
PT: LINEA 2	8	
PT: Anti+WC Biblioteca	4	
<b>Totale</b>	<b>12</b>	<b>Ø 32x3</b>

<b>PT: LINEA 4</b>	<b>UNITA' DI CARICO</b>	<b>TUBO (mm)</b>
PT: LINEA 3	12	
PT: WC PS	2	
<b>Totale</b>	<b>14</b>	<b>Ø 32x3</b>

<b>CENTRALE TERMICA</b>	<b>UNITA' DI CARICO</b>	<b>TUBO (mm)</b>
PT: LINEA 4	14	
P1 + P2	26	
<b>Totale</b>	<b>40</b>	<b>Ø 40x3,5</b>

#### 4.4 Dimensionamento rete di ricircolo

La rete di ricircolo è stata dimensionata secondo il metodo dettagliato previsto dalla norma UNI 9182:2014.

#### Calcolo della portata di ricircolo e dimensionamento delle tubazioni

TRATTO	LUNGHEZZA (m)	DISP. LINEARE (W/m)	DISPERSIONI (W)	PORTATA (l/h)	Ø minimo (mm)	TUBO (mm)
Ld,1 (CT)	5	11	55	300,00	18,81	Ø 26x3
Ld,2 (P1+P2)	10	7	70	189,47	14,95	Ø 20x2
Ld,3 (P1)	15	7	105	151,58	14,64	Ø 20x2
La,1 (PT)	35	7	245	110,53	12,50	Ø 20x2
La,2 (P1.1)	10	7	70	60,63	9,26	Ø 16x2
La,3 (P1.2)	15	7	105	90,95	11,34	Ø 16x2
La,4 (P2)	10	7	70	37,89	7,32	Ø 16x2

#### Verifica del tempo di erogazione per l'utenza più distante priva della rete di ricircolo

Il tempo che l'acqua calda, presente nel punto in cui vi è la rete di ricircolo, impiega per arrivare al punto più distante della rete, quest'ultimo senza la presenza della rete di ricircolo, deve essere inferiore a 30 secondi.

TRATTO P.TERRA	LUNGHEZZA (m)	VOLUME (l/m)	VOLUME (l)	PORTATA (l/s)	TEMPO EROGAZ. (s)
WC (Ø 20x2 mm)	5	0,2	1		
LAVABO (Ø 16x2 mm)	5	0,11	0,55		
			1,55	0,10	15,50

TRATTO P.PRIMO	LUNGHEZZA (m)	VOLUME (l/m)	VOLUME (l)	PORTATA (l/s)	TEMPO EROGAZ. (s)
DOCCE (Ø 26x3 mm)	2	0,31	0,62		
DOCCIA (Ø 20x2 mm)	6	0,2	1,2		
			1,82	0,20	9,10

<b>Fase:</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
<b>Oggetto:</b>	Lavori di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegrari" in Via Umago n.18 - Ravenna (RA)
<b>Progettista:</b>	Arch. Filippo Pambianco

## 4.5 Accumulo di acqua calda sanitaria

Destinazione d'uso edificio:	Scuola e palestra
Numero di docce:	9
Numero di rubinetti:	16
Temperatura dell'acqua fredda di prelievo:	10 °C
Temperatura dell'acqua calda di utilizzo:	40 °C
Temperatura dell'acqua calda di accumulo:	60 °C
Periodo di punta:	0,3 h
Periodo di preriscaldamento:	1,5 h
Volume accumulo ACS calcolato:	1.155 lt
<b>Volume accumulo ACS previsto:</b>	<b>1.500 lt.</b>

<b>Fase:</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>
<b>Oggetto:</b>	Lavori di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegrari" in Via Umago n.18 - Ravenna (RA)
<b>Progettista:</b>	Arch. Filippo Pambianco

## 5 IMPIANTO SCARICHI ACQUE REFLUE

### 5.1 Introduzione

L'impianto di scarico delle acque nere e grigie è stato dimensionato secondo la UNI EN 12056-2:2001. Il processo di dimensionamento di un sistema di scarico può essere suddiviso nelle seguenti fasi:

- Calcolo delle portate in relazione alle unità di scarico degli apparecchi sanitari allacciati;
- Determinazione dei diametri delle diramazioni di collegamento degli apparecchi sanitari alle colonne di scarico;
- Determinazione dei diametri delle colonne di scarico;
- Determinazione dei diametri dei collettori di scarico.

### 5.2 Calcolo delle portate

Il dimensionamento del sistema di scarico è basato sulle portate totali  $Q_{tot}$  che circolano nei vari tratti e dovute agli apparecchi sanitari, agli apparecchi a flusso continuo (per esempio le acque di scarico dei sistemi di raffreddamento) e alle eventuali pompe di sollevamento delle acque reflue.

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p$$

Dove:

$Q_{ww}$  è la portata delle acque reflue dovute agli apparecchi sanitari, espresso in l/s

$Q_c$  è la portata continua, espresso in l/s

$Q_p$  è la portata di pompaggio, espresso in l/s

Se il sistema non prevede portate a flusso continuo o eventuali pompe di sollevamento delle acque reflue, la portata totale per ogni tratto dell'impianto di scarico è data esclusivamente dalla portata degli apparecchi sanitari quindi la relazione precedente si riduce a:

$$Q_{tot} = Q_{ww}$$

La portata delle acque reflue  $Q_{ww}$  in un tratto di impianto non è la somma algebrica delle portate di tutti gli apparecchi sanitari che convogliano in quel tratto, ma si ottiene mediante una semplice formula che tiene conto dei fattori di contemporaneità.

In un edificio è presumibile pensare che non tutti gli apparecchi sanitari scarichino contemporaneamente e quindi le portate convogliate nel sistema di scarico sono inferiori alla somma algebrica delle portate dei singoli apparecchi. I livelli di contemporaneità sono ovviamente dipendenti dal tipo di edificio: un'abitazione ha una frequenza di utilizzo dei sanitari inferiore a quella di ospedali e scuole.

La formula che consente di calcolare la portata delle acque reflue in relazione al tipo di edificio è la seguente:

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

Dove:

$K$  è il fattore di contemporaneità (o fattore di frequenza) definito nella tabella che segue

$\Sigma DU$  è la somma delle unità di scarico degli apparecchi sanitari che convogliano in quel tratto di impianto

Per unità di scarico DU (Drainage Unit) si intende la portata media di un apparecchio sanitario espresso in litro al secondo [l/s].

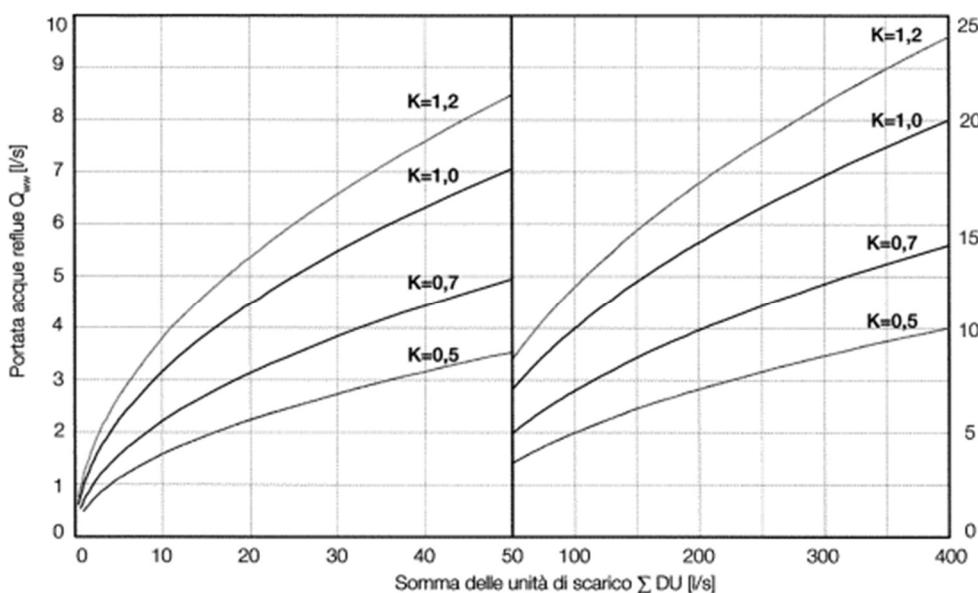
E' importante ricordare che il valore di  $Q_{ww}$  deve corrispondere come minimo alla portata dell'apparecchio sanitario con unità di scarico più grande.

prospetto 3 **Coefficiente di frequenza tipo ( $K$ )**

Utilizzo degli apparecchi	Coefficiente $K$
Uso intermittente, per esempio in abitazioni, locande, uffici	0,5
Uso frequente, per esempio in ospedali, scuole, ristoranti, alberghi	0,7
Uso molto frequente, per esempio in bagni e/o docce pubbliche	1,0
Uso speciale, per esempio laboratori	1,2

Nella presente progettazione si è utilizzato un coefficiente di contemporaneità  $K = 0,7$  (scuole).

Con il diagramma o la tabella che seguono è possibile individuare la portata delle acque reflue in funzione del coefficiente di contemporaneità e della somma delle unità di scarico degli apparecchi sanitari che vogliamo in quel tratto di impianto.



La normativa propone i valori delle unità di scarico DU per varie tipologie di apparecchi sanitari. I valori riportati valgono unicamente ai fini del calcolo e non sono correlati alle unità di scarico degli apparecchi sanitari citate nelle norme di prodotto.

prospetto 2

## Unità di scarico (DU)

Apparecchio sanitario	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
	DU l/s	DU l/s	DU l/s	DU l/s
Lavabo, bidè	0,5	0,3	0,3	0,3
Doccia senza lappo	0,6	0,4	0,4	0,4
Doccia con lappo	0,8	0,5	1,3	0,5
Orinatoio con cassetta	0,8	0,5	0,4	0,5
Orinatoio con valvola di cacciata	0,5	0,3	-	0,3
Orinatoio a parete	0,2*	0,2*	0,2*	0,2*
Vasca da bagno	0,8	0,6	1,3	0,5
Lavello da cucina	0,8	0,6	1,3	0,5
Lavastoviglie (domestica)	0,8	0,6	0,2	0,5
Lavatrice, carico max. 6 kg	0,8	0,6	0,6	0,5
Lavatrice, carico max. 12 kg	1,5	1,2	1,2	1,0
WC, capacità cassetta 4,0 l	**	1,8	**	**
WC, capacità cassetta 6,0 l	2,0	1,8	da 1,2 a 1,7***	2,0
WC, capacità cassetta 7,5 l	2,0	1,8	da 1,4 a 1,8***	2,0
WC, capacità cassetta 9,0 l	2,5	2,0	da 1,6 a 2,0***	2,5
Pozzetto a terra DN 50	0,8	0,9	-	0,6
Pozzetto a terra DN 70	1,5	0,9	-	1,0
Pozzetto a terra DN 100	2,0	1,2	-	1,3

\* Per persona.  
 \*\* Non ammesso.  
 \*\*\* A seconda del tipo di cassetta (valido unicamente per WC a cacciata con cassetta e sifone).  
 - Non utilizzata o dati mancanti.

Nella presente progettazione si prevede il **Sistema I**, ovvero, "Sistema di scarico con colonna di scarico unica e diramazioni di scarico riempite parzialmente". Gli apparecchi sanitari sono connessi a diramazioni di scarico riempite parzialmente. Tali diramazioni sono dimensionate per un grado di riempimento uguale a 0,5 (50%) e sono connesse a un'unica colonna di scarico.

### 5.3 Dimensionamento delle diramazioni di scarico

Il dimensionamento delle diramazioni di scarico dipende dalla presenza o meno del sistema di ventilazione della diramazione stessa.

La normativa stabilisce non solo i diametri nominali in relazione alle portate di scarico ma anche i limiti alla geometria delle diramazioni.

Portate massime consentite in relazione ai diametri nominali:

prospetto 4 **Capacità idraulica ( $Q_{\max}$ ) e diametro nominale (DN)**

$Q_{\max}$	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
l/s	DN	DN	DN	DN
0,40	*	30		30
0,50	40	40		40
0,80	50	*		*
1,00	60	50		50
1,50	70	60		60
2,00	80**	70**		70**
2,25	90***	80****		80****
2,50	100	90		100

\* Non ammesso.  
 \*\* Senza WC.  
 \*\*\* Massimo due WC e cambiamenti di direzione per un totale massimo di 90°.  
 \*\*\*\* Massimo un WC.

Limiti di applicazione per diramazioni di scarico senza ventilazione:

prospetto 5 **Limiti di applicazione**

Limiti di applicazione	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
Lunghezza massima della tubazione ( $L$ )	4,0 m	10,0 m		10,0 m
Numero massimo delle curve a 90°	3*	1*		3*
Dislivello massimo ( $H$ ) (inclinazione di 45° o maggiore)	1,0 m	**60 m DN > 70 **3,0 m DN = 70		1,0 m
Pendenza minima	1%	1,5%		1%

\* Senza curva di raccordo.  
 \*\* Se DN < 100 mm e vi è un WC collegato ad una diramazione senza ventilazione, nessun altro apparecchio sanitario può essere collegato entro una zona di 1 m al di sopra del raccordo ad un sistema ventilato.

figura 6 **Limiti di applicazione per diramazioni di scarico senza ventilazione dei sistemi I, II e IV**

Legenda

- 1) Curva di raccordo
- 2) Colonna di scarico
- 3) Ventilazione del condotto di diramazione

