



CITTA' METROPOLITANA DI ROMA CAPITALE

DIPARTIMENTO I - Direzione -

U.O.T. Progetti Complessi

**CITTA' DI COLLEFERRO – Realizzazione della nuova sede
dell'Istituto P.I.A. "Parodi-Delfino"**
CUP: F51B20000730001

PROGETTO DEFINITIVO



Co Finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI

TAV

12-MEC

DATA

XI.2022

REV.

01

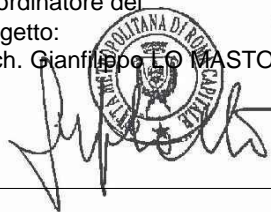
SCALA

DIREZIONE DEL DIPARTIMENTO I

Rup
Ing. Paolo QUATTRUCCI



Coordinatore del
progetto:
Arch. Gianfilippo MASTO



Co progettista
Ing. Stefano Tranquilli

Ing. STEFANO TRANQUILLI
Via E. Faa' Di Bruno, 24 - 00195 Roma
Cell. 347 9433723 - Fax 06 99331952
C.F. TRN SFN 75E17 H501I
P. IVA 07879821002

Co Progettista associata
Arch. Alessandra Sassi



COLLABORATORI

Geom. Calogero Di Rocco
P.E. Francesco Oliviero
Arch. Daria Marino

COLLABORAZIONE AL PROGETTO



CAPITALE LAVORO

Arch. Francesca
Pellicano'

Sommario

INTRODUZIONE	2
DATI DI PROGETTO	2
DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO	2
Trasformazioni dell'aria	2
Trasformazioni invernali	4
Circuito aeraulico	9
Distribuzione dell'aria	10
Centrale termica	11
Unità pompa di calore	14
IMPIANTO DI SUPERVISIONE	14
IMPIANTI IDRICO-SANITARIO E SCARICO ACQUE NERE	15
Rete di adduzione acqua sanitaria	15
Rete di scarico	18
RIFERIMENTI NORMATIVI	22

Introduzione

La presente relazione ha per oggetto il progetto esecutivo dell'impianto meccanico HVAC a servizio DELLA NUOVA SEDE DELL'ISTITUTO IPSIA "PARODI DELFINO" e riporta l'approccio metodologico, i metodi di calcolo ed i risultati ottenuti nella progettazione e nel dimensionamento degli impianti stessi.

Tale impianto sarà in grado di gestire i carichi termici connessi all'utilizzo della struttura. Infatti, gli impianti devono assolvere a diverse funzioni, tra cui il mantenimento di condizioni di comfort termoigrometrico e di qualità dell'aria;

Dati di progetto

La valutazione del carico termico invernale per ogni ambiente è stata effettuata in base ai dati di seguito riportati:

Localizzazione	Roma
Gradi Giorno	1571
Zona Climatica	D
Altitudine	218 m slm
Destinazione d'uso	Edificio scolastico

Il calcolo delle dispersioni termiche è stato eseguito con il metodo "stazionario" raccomandato dalle norme UNI 7537-74.

Per la verifica termoigrometrica delle strutture opache dell'edificio in condizioni estive ed invernali, secondo le prescrizioni della Legge n.10 del 9/01/1991 e relativo R.A. e norme UNI correlate, sono stati assunti rispettivamente i seguenti valori:

Stagione	Temperatura esterna	UR%	Temperatura ambiente	UR%
Estiva	34°C	50%	25±2 °C	50%
Invernale	0°C	80%	20±2 °C	50%

Nel calcolo delle dispersioni di calore è stata adottata una correzione per tener conto dell'esposizione al fine di considerare alcuni fattori, quali l'insolazione normale, il diverso grado di umidità delle pareti e la diversa velocità e temperatura dei venti dalle varie provenienze. In particolare, sono stati considerati i seguenti valori nell'intervallo previsto dalla UNI 7357 di riferimento:

Esposizione	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Correzione	1,20	1,20	1,15	1,10	1,00	1,05	1,10	1,15

Descrizione generale dell'impianto

Le richieste in termini di riscaldamento saranno garantite da un sistema di riscaldamento a pannelli radianti ed un sistema di rinnovo dell'aria primaria. In particolare, sarà servito da un impianto facente capo ad una centrale, servita da una unità pompa di calore. In totale il progetto prevederà quindi l'installazione di 2 termoventilanti e di 2 gruppi a pompa di calore. Le termoventilanti saranno equipaggiate con filtri, sezione di recupero, batteria di riscaldamento, umidificatore, ventilatori di mandata e di ripresa a girante libera.

Le porte dei servizi igienici saranno rialzate di almeno 5 cm poiché sono dotate della ripresa e il riscaldamento verrà garantito dall'aria di ripresa dagli ambienti limitrofi.

Trasformazioni dell'aria

L'aria immessa dall'impianto dovrà essere adeguatamente riscaldata e purificata attraverso una unità termoventilante al fine mantenere salubre l'ambiente dall'inquinamento prodotto da sostanze utilizzate all'interno. Al fine di illustrare il comportamento del sistema verranno riportate le portate richieste.

Zona	Nr.	Descrizione locale	Tipologia	Q _{ve,sup} [m ³ /h]	Q _{ve,ext} [m ³ /h]	Q _{ve,0} [m ³ /h]
1	3	Palestra	Estrazione + Immissione	3039,64	3039,64	3039,64
1	7	Corridoio	Estrazione + Immissione	1940,77	1940,77	1940,77
1	8	Laboratorio motori e prototipi	Estrazione + Immissione	390,04	390,04	390,04
1	9	Spogliatoio	Estrazione + Immissione	731,52	731,52	731,52
1	10	spogliatoio	Estrazione + Immissione	714,47	714,47	714,47
1	11	bagno	Estrazione	0,00	300,96	300,96
1	12	bagno	Estrazione	0,00	81,37	81,37
1	13	bagno	Estrazione	0,00	28,80	28,80
1	14	bagno	Estrazione	0,00	28,80	28,80
1	15	bagno	Estrazione	0,00	28,56	28,56
1	16	bagno	Estrazione	0,00	28,09	28,09
1	17	bagno	Estrazione	0,00	220,81	220,81
1	18	bagno	Estrazione	0,00	31,44	31,44
1	19	bagno	Estrazione	0,00	31,20	31,20
1	20	bagno	Estrazione	0,00	30,95	30,95
1	21	bagno	Estrazione	0,00	44,15	44,15
1	22	bagno	Estrazione	0,00	32,87	32,87
1	23	infermiera	Estrazione + Immissione	97,16	97,16	97,16
1	24	aula professori	Estrazione + Immissione	342,70	342,70	342,70
1	33	bagno	Estrazione	0,00	128,64	128,64
2	1	Atrio	Estrazione + Immissione	2320,70	2320,70	2320,70
2	2	riunioni	Estrazione + Immissione	791,74	791,74	791,74
2	3	bagno	Estrazione	0,00	216,48	216,48
2	4	bagno	Estrazione	0,00	28,07	28,07
2	5	bagno	Estrazione	0,00	31,20	31,20
2	6	bagno	Estrazione	0,00	30,95	30,95
2	7	bagno	Estrazione	0,00	44,15	44,15
2	8	bagno	Estrazione	0,00	28,07	28,07
2	9	bagno	Estrazione	0,00	31,20	31,20
2	10	bagno	Estrazione	0,00	30,95	30,95
2	11	bagno	Estrazione	0,00	44,15	44,15
2	12	bagno	Estrazione	0,00	203,53	203,53
2	13	Sala personale ATA	Estrazione + Immissione	219,98	219,98	219,98
2	14	aula speciale energie alternative	Estrazione + Immissione	512,05	512,05	512,05
2	15	biblioteca	Estrazione + Immissione	461,76	461,76	461,76
2	16	laboratorio meccanico	Estrazione + Immissione	1807,38	1807,38	1807,38
2	17	spogliatoio ATA	Estrazione + Immissione	396,48	396,48	396,48
2	18	spogliatoio ATA	Estrazione + Immissione	448,80	448,80	448,80
2	20	bagno	Estrazione + Immissione	102,96	102,96	102,96
3	1	Atrio	Estrazione + Immissione	2171,18	2171,18	2171,18
3	2	segreteria	Estrazione + Immissione	680,65	680,65	680,65
3	3	preside	Estrazione + Immissione	338,48	338,48	338,48
3	4	vice preside	Estrazione + Immissione	325,63	325,63	325,63
3	5	aula speciale	Estrazione + Immissione	188,89	188,89	188,89
3	6	aula	Estrazione + Immissione	862,32	862,32	862,32
3	7	aula	Estrazione + Immissione	578,65	578,65	578,65
3	8	aula	Estrazione + Immissione	579,82	579,82	579,82
3	9	Locale	Estrazione + Immissione	577,95	577,95	577,95
3	10	aula	Estrazione + Immissione	571,30	571,30	571,30
3	11	aula	Estrazione + Immissione	540,39	540,39	540,39
3	12	bagno	Estrazione	0,00	192,49	192,49
3	13	bagno	Estrazione	0,00	36,00	36,00
3	14	bagno	Estrazione	0,00	30,97	30,97
3	15	bagno	Estrazione	0,00	31,20	31,20
3	16	bagno	Estrazione	0,00	39,11	39,11
3	17	bagno	Estrazione	0,00	36,01	36,01
3	18	bagno	Estrazione	0,00	30,97	30,97
3	19	bagno	Estrazione	0,00	31,20	31,20
3	20	bagno	Estrazione	0,00	31,44	31,44
3	21	bagno	Estrazione	0,00	96,71	96,71
3	22	bagno	Estrazione	0,00	237,12	237,12
3	23	bagno	Estrazione	0,00	138,49	138,49

3	24	bagno	Estrazione	0,00	219,11	219,11
3	25	bagno	Estrazione	0,00	127,91	127,91
3	26	bagno	Estrazione	0,00	26,41	26,41
3	27	bagno	Estrazione	0,00	28,07	28,07
3	28	bagno	Estrazione	0,00	27,83	27,83
3	29	bagno	Estrazione	0,00	39,61	39,61
3	30	bagno	Estrazione	0,00	25,68	25,68
3	31	bagno	Estrazione	0,00	28,07	28,07
3	32	bagno	Estrazione	0,00	39,61	39,61
3	33	bagno	Estrazione	0,00	210,23	210,23
4	1	Atrio	Estrazione + Immissione	2144,53	2144,53	2144,53
4	2	aula	Estrazione + Immissione	579,82	579,82	579,82
4	3	aula	Estrazione + Immissione	577,95	577,95	577,95
4	4	aula	Estrazione + Immissione	571,30	571,30	571,30
4	5	aula	Estrazione + Immissione	578,65	578,65	578,65
4	6	aula	Estrazione + Immissione	862,32	862,32	862,32
4	7	aula	Estrazione + Immissione	540,39	540,39	540,39
4	8	aula	Estrazione + Immissione	585,88	585,88	585,88
4	9	aula	Estrazione + Immissione	581,92	581,92	581,92
4	10	aula	Estrazione + Immissione	567,22	567,22	567,22
4	11	laboratorio idraulica di	Estrazione + Immissione	475,66	475,66	475,66
4	12	aula speciale	Estrazione + Immissione	329,04	329,04	329,04
4	13	bagno	Estrazione	0,00	192,49	192,49
4	14	bagno	Estrazione	0,00	237,12	237,12
4	15	bagno	Estrazione	0,00	36,00	36,00
4	16	bagno	Estrazione	0,00	30,97	30,97
4	17	bagno	Estrazione	0,00	31,43	31,43
4	18	bagno	Estrazione	0,00	31,20	31,20
4	19	bagno	Estrazione	0,00	36,01	36,01
4	20	bagno	Estrazione	0,00	30,97	30,97
4	21	bagno	Estrazione	0,00	31,20	31,20
4	22	bagno	Estrazione	0,00	31,44	31,44
4	23	bagno	Estrazione	0,00	96,71	96,71
4	24	bagno	Estrazione	0,00	219,11	219,11
4	25	bagno	Estrazione	0,00	210,23	210,23
4	26	bagno	Estrazione	0,00	26,41	26,41
4	27	bagno	Estrazione	0,00	28,07	28,07
4	28	bagno	Estrazione	0,00	39,61	39,61
4	29	bagno	Estrazione	0,00	27,83	27,83
4	30	bagno	Estrazione	0,00	25,68	25,68
4	31	bagno	Estrazione	0,00	28,07	28,07
4	32	bagno	Estrazione	0,00	39,61	39,61
4	33	bagno	Estrazione	0,00	27,83	27,83
4	34	bagno	Estrazione	0,00	127,91	127,91
Totale				30128,09	35123,63	35123,63

$q_{ve,sup}$: Portata d'aria immessa

$q_{ve,ext}$: Portata d'aria estratta

$q_{ve,0}$: Portata d'aria di riferimento secondo la norma UNI10339

Trasformazioni invernali

In regime invernale la centrale di trattamento aria effettuerà le trasformazioni di seguito elencate:

riscaldamento dell'aria in ingresso;

La produzione di acqua calda e acqua refrigerata per l'alimentazione delle termoventilanti sarà affidata a due unità a pompa di calore, una per il corpo principale ed una per la palestra. Le stesse unità andranno ad alimentare le batterie di post-riscaldamento di zona, posizionate su canale.

Nello specifico, le reti fluidiche alimentate dalla centrale termo frigorifera sono:

- Tubazioni batteria di pre-riscaldamento UTA;

- Tubazioni circuito caldo pompa di calore;
- Tubazioni circuito di recupero;
- Tubazioni circuito umidificatore
- stazione di pompaggio.

I fluidi termovettori primari avranno le seguenti temperature:

- Acqua calda 40-45°C;

La circuitazione idronica sarà realizzata attraverso tubazioni in acciaio inox opportunamente coibentate. Le reti idroniche a servizio delle batterie di post-riscaldamento su canale viaggeranno all'interno del controsoffitto.

Il fluido termovettore utilizzato è l'acqua ed i valori presi a riferimento per il dimensionamento dei diametri e delle perdite di carico sono i seguenti:

Acqua a 10°C	Massa volumica $\rho = 999,6 \text{ kg/m}^3$
Acqua a 40°C	Massa volumica $\rho = 990,9 \text{ kg/m}^3$

Le tubazioni ed i relativi accessori dovranno essere coibentati con spessori conformi alle disposizioni della Legge n.10/91 e regolamento attuativo con finitura in lamierino di alluminio 6//10.

Nella rete di distribuzione fluidica si riscontrano due tipologie di perdite di carico: distribuite e localizzate. Per il dimensionamento delle reti di distribuzione sono state determinate le perdite di carico continue lungo i tratti lineari delle tubazioni e localizzate in corrispondenza dei pezzi speciali. Conoscere il loro valore ha consentito di dimensionare le tubazioni convoglianti il fluido e determinare portata e prevalenza delle pompe di circolazione che servono a mantenere in movimento il fluido.

Le perdite di carico continue sono state determinate in relazione al diametro dei tubi ed alle portate in gioco; mettendo in relazione i vari fattori è stata determinata la velocità dell'acqua.

Le velocità servono sia a determinare le perdite di carico localizzate, sia a tener sotto controllo i limiti oltre i quali lo scorrere dell'acqua può diventare troppo rumoroso e provocare vibrazioni.

Nel determinare le perdite di carico continue del fluido non è stata trascurata l'influenza della temperatura, in quanto è ben noto che l'aumento della temperatura fa diminuire sia la densità che la viscosità dell'acqua, cosa che consente all'acqua stessa di scorrere nei tubi con maggiore facilità e quindi con minor perdite di carico. Nella determinazione delle perdite di carico è stata considerata una temperatura di 10 °C per i tubi che convogliano acqua fredda e una temperatura di 50° per i tubi che convogliano acqua calda.

D	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
Di	12,7	16,3	21,7	27,4	36,1	42	53,1	68,7	80,6	104,9	128,8	154,2
r	G v											
2	35* 0,08	90* 0,12	186 0,14	347 0,16	727 0,20	1.090 0,22	2.043 0,26	4.074 0,31	6.251 0,34	12.663 0,41	21.946 0,47	35.545 0,53
4	69* 0,15	125 0,17	269 0,20	503 0,24	1.053 0,29	1.579 0,32	2.960 0,37	5.903 0,44	9.056 0,49	18.345 0,59	31.793 0,68	51.494 0,77
6	80 0,17	155 0,21	334 0,25	625 0,29	1.308 0,35	1.962 0,39	3.677 0,46	7.332 0,55	11.248 0,61	22.787 0,73	39.491 0,84	63.963 0,95
8	93 0,20	181 0,24	390 0,29	729 0,34	1.525 0,41	2.288 0,46	4.289 0,54	8.551 0,64	13.119 0,71	26.576 0,85	46.059 0,98	74.600 1,11
10	105 0,23	204 0,27	439 0,33	821 0,39	1.719 0,47	2.578 0,52	4.832 0,61	9.635 0,72	14.781 0,80	29.945 0,96	51.897 1,11	84.055 1,25
12	115 0,25	225 0,30	484 0,36	905 0,43	1.895 0,51	2.842 0,57	5.327 0,67	10.621 0,80	16.295 0,89	33.011 1,06	57.211 1,22	92.663 1,38
14	125 0,27	244 0,33	526 0,40	983 0,46	2.057 0,56	3.086 0,62	5.785 0,73	11.534 0,86	17.695 0,96	35.848 1,15	62.127 1,32	100.625 1,50
16	135 0,29	263 0,35	565 0,42	1.056 0,50	2.210 0,60	3.315 0,66	6.213 0,78	12.388 0,93	19.005 1,03	38.501 1,24	66.726 1,42	108.073 1,61
18	143 0,31	280 0,37	602 0,45	1.124 0,53	2.353 0,64	3.530 0,71	6.617 0,83	13.193 0,99	20.241 1,10	41.004 1,32	71.064 1,52	115.099 1,71
20	152 0,33	296 0,39	637 0,48	1.189 0,56	2.490 0,68	3.735 0,75	7.000 0,88	13.958 1,05	21.414 1,17	43.381 1,39	75.182 1,60	121.770 1,81
22	159 0,35	311 0,41	670 0,50	1.251 0,59	2.620 0,71	3.930 0,79	7.366 0,92	14.688 1,10	22.534 1,23	45.649 1,47	79.114 1,69	128.138 1,91
24	167 0,37	326 0,43	702 0,53	1.311 0,62	2.745 0,74	4.117 0,83	7.717 0,97	15.387 1,15	23.607 1,29	47.823 1,54	82.882 1,77	134.241 2,00
26	174 0,38	340 0,45	733 0,55	1.368 0,64	2.865 0,78	4.297 0,86	8.055 1,01	16.060 1,20	24.639 1,34	49.915 1,60	86.507 1,84	140.111 2,08
28	181 0,40	354 0,47	762 0,57	1.424 0,67	2.980 0,81	4.471 0,90	8.380 1,05	16.709 1,25	25.635 1,40	51.933 1,67	90.004 1,92	145.776 2,17
30	188 0,41	367 0,49	791 0,59	1.477 0,70	3.092 0,84	4.639 0,93	8.695 1,09	17.337 1,30	26.599 1,45	53.885 1,73	93.386 1,99	151.254 2,25
35	204 0,45	399 0,53	859 0,65	1.604 0,76	3.358 0,91	5.038 1,01	9.443 1,18	18.827 1,41	28.884 1,57	58.515 2,16	101.411 2,44	164.251 2,79
40	220 0,48	429 0,57	922 0,69	1.723 0,81	3.607 0,98	5.411 1,08	10.142 1,27	20.221 1,52	31.022 1,69	62.846 2,02	108.917 2,32	176.409 2,62
45	234 0,51	456 0,61	982 0,74	1.835 0,86	3.841 1,04	5.762 1,16	10.801 1,35	21.535 1,61	33.039 1,80	66.931 2,15	115.998 2,47	187.877 2,79
50	247 0,54	483 0,64	1.039 0,78	1.941 0,91	4.064 1,10	6.096 1,22	11.427 1,43	22.784 1,71	34.954 1,90	70.811 2,28	122.721 2,62	198.767 2,96
60	273 0,60	532 0,71	1.146 0,86	2.140 1,01	4.480 1,22	6.721 1,35	12.597 1,58	25.117 1,88	38.534 2,10	78.062 2,51	135.289 2,88	219.122 3,26
70	296 0,65	578 0,77	1.244 0,93	2.324 1,09	4.865 1,32	7.298 1,46	13.680 1,72	27.275 2,04	41.845 2,28	84.770 2,72	146.914 3,13	237.951 3,54
80	318 0,70	621 0,83	1.336 1,00	2.496 1,18	5.225 1,42	7.838 1,57	14.692 1,84	29.294 2,20	44.942 2,45	91.044 2,93	157.788 3,36	255.563 3,80
90	339 0,74	661 0,88	1.423 1,07	2.658 1,25	5.565 1,51	8.348 1,67	15.647 1,96	31.198 2,34	47.864 2,61	96.963 3,12	168.046 3,58	
100	358 0,79	699 0,93	1.506 1,13	2.812 1,32	5.887 1,60	8.832 1,77	16.554 2,08	33.007 2,47	50.638 2,76	102.584 3,30	177.786 3,79	
150	445 0,98	869 1,16	1.870 1,40	3.493 1,65	7.313 1,98	10.970 2,20	20.562 2,58	40.998 3,07	62.899 3,42			
200	519 1,14	1.013 1,35	2.181 1,64	4.074 1,92	8.529 2,31	12.795 2,57	23.982 3,01	47.817 3,58	73.359 3,99			

r = resistenza, mm c.a./m

G = portata, l/h

v = velocità, m/s

CALEFFI

TAB. 4 - TUBI IN ACCIAIO (pollici)
Temp. acqua = 50°C

PERDITE DI CARICO CONTINUE

D	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
Di	12,7	16,3	21,7	27,4	36,1	42	53,1	68,7	80,6	104,9	128,8	154,2
r	G v											
2	47 0,10	92 0,12	199 0,15	371 0,17	777 0,21	1.166 0,23	2.185 0,27	4.357 0,33	6.685 0,36	13.542 0,44	23.470 0,50	38.014 0,57
4	71 0,16	134 0,18	288 0,22	538 0,25	1.126 0,31	1.689 0,34	3.166 0,40	6.312 0,47	9.684 0,53	19.619 0,63	34.001 0,72	55.071 0,82
6	85 0,19	166 0,22	358 0,27	668 0,31	1.399 0,38	2.098 0,42	3.933 0,49	7.841 0,59	12.029 0,65	24.369 0,78	42.234 0,90	68.405 1,02
8	99 0,22	194 0,26	417 0,31	779 0,37	1.631 0,44	2.447 0,49	4.586 0,58	9.145 0,69	14.030 0,76	28.422 0,91	49.258 1,05	79.781 1,19
10	112 0,25	218 0,29	470 0,35	878 0,41	1.838 0,50	2.757 0,55	5.168 0,65	10.304 0,77	15.808 0,86	32.024 1,03	55.500 1,18	89.892 1,34
12	123 0,27	241 0,32	518 0,39	968 0,46	2.026 0,55	3.039 0,61	5.697 0,71	11.359 0,85	17.427 0,95	35.304 1,13	61.184 1,30	99.098 1,47
14	134 0,29	261 0,35	563 0,42	1.051 0,50	2.200 0,60	3.301 0,66	6.187 0,78	12.335 0,92	18.924 1,03	38.337 1,23	66.442 1,42	107.613 1,60
16	144 0,32	281 0,37	604 0,45	1.129 0,53	2.363 0,64	3.545 0,71	6.644 0,83	13.248 0,99	20.325 1,11	41.175 1,32	71.360 1,52	115.578 1,72
18	153 0,34	299 0,40	644 0,48	1.202 0,57	2.517 0,68	3.775 0,76	7.076 0,89	14.109 1,06	21.646 1,18	43.852 1,41	75.999 1,62	123.092 1,83
20	162 0,36	316 0,42	681 0,51	1.272 0,60	2.663 0,72	3.994 0,80	7.487 0,94	14.927 1,12	22.901 1,25	46.393 1,49	80.404 1,71	130.227 1,94
22	171 0,37	333 0,44	716 0,54	1.338 0,63	2.802 0,76	4.203 0,84	7.878 0,99	15.708 1,18	24.098 1,31	48.819 1,57	84.608 1,80	137.036 2,04
24	179 0,39	349 0,46	751 0,56	1.402 0,66	2.935 0,80	4.403 0,88	8.253 1,04	16.456 1,23	25.246 1,37	51.144 1,64	88.638 1,89	143.563 2,14
26	187 0,41	364 0,48	783 0,59	1.463 0,69	3.064 0,83	4.596 0,92	8.614 1,08	17.176 1,29	26.350 1,43	53.381 1,72	92.514 1,97	149.841 2,23
28	194 0,43	379 0,50	815 0,61	1.523 0,72	3.187 0,87	4.782 0,96	8.962 1,12	17.870 1,34	27.415 1,49	55.539 1,79	96.254 2,05	155.899 2,32
30	201 0,44	393 0,52	846 0,64	1.580 0,74	3.307 0,90	4.961 0,99	9.299 1,17	18.541 1,39	28.446 1,55	57.626 1,85	99.872 2,13	161.758 2,41
35	219 0,48	427 0,57	918 0,69	1.716 0,81	3.591 0,97	5.388 1,08	10.098 1,27	20.135 1,51	30.890 1,68	62.578 2,01	108.453 2,31	175.657 2,61
40	235 0,51	458 0,61	986 0,74	1.843 0,87	3.857 1,05	5.786 1,16	10.846 1,36	21.625 1,62	33.177 1,81	67.210 2,16	116.481 2,48	188.659 2,81
45	250 0,55	488 0,65	1.051 0,79	1.962 0,92	4.108 1,11	6.163 1,24	11.551 1,45	23.031 1,73	35.333 1,92	71.579 2,30	124.053 2,64	200.925 2,99
50	265 0,58	516 0,69	1.111 0,83	2.076 0,98	4.346 1,18	6.520 1,31	12.220 1,53	24.366 1,83	37.381 2,04	75.728 2,43	131.243 2,80	212.570 3,16
60	292 0,64	569 0,76	1.225 0,92	2.289 1,08	4.791 1,30	7.187 1,44	13.472 1,69	26.861 2,01	41.210 2,24	83.483 2,68	144.684 3,08	234.339 3,49
70	317 0,69	618 0,82	1.331 1,00	2.485 1,17	5.203 1,41	7.805 1,56	14.629 1,84	29.169 2,19	44.751 2,44	90.657 2,91	157.116 3,35	254.475 3,79
80	340 0,75	664 0,88	1.429 1,07	2.669 1,26	5.588 1,52	8.383 1,68	15.712 1,97	31.328 2,35	48.063 2,62	97.367 3,13	168.746 3,60	
90	362 0,79	707 0,94	1.522 1,14	2.843 1,34	5.951 1,62	8.928 1,79	16.734 2,10	33.365 2,50	51.188 2,79	103.697 3,33	179.716 3,83	
100	383 0,84	748 1,00	1.610 1,21	3.008 1,42	6.296 1,71	9.445 1,89	17.704 2,22	35.299 2,65	54.154 2,95	109.707 3,53		
150	476 1,04	929 1,24	2.000 1,50	3.736 1,76	7.821 2,12	11.732 2,35	21.990 2,76	43.846 3,29	67.267 3,66			
200	555 1,22	1.084 1,44	2.333 1,75	4.357 2,05	9.121 2,48	13.683 2,74	25.647 3,22	51.137 3,83				

r = resistenza, mm c.a./m

G = portata, l/h

v = velocità, m/s

CALEFFI

Le perdite di carico concentrate invece sono dovute agli ostacoli, come ad esempio curve, gomiti, valvole, brusche variazioni di pressione, che il fluido può incontrare mentre scorre.

La loro espressione analitica è la seguente

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

dove:

















z = perdite di carico localizzate [Pa]

ξ = coefficiente di perdita localizzata, adimensionale

ρ = densità [kg/m³]

v = velocità [m/s]

Valori del coefficiente di perdita localizzata ξ (reti di distribuzione)

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

La prevalenza del circuito delle batterie è stata calcolata come la sommatoria delle perdite di carico distribuite e localizzate dei singoli tratti di tubazione del circuito e prendendo come valore la perdita di carico del tratto più sfavorito. La prevalenza dovrà essere assicurata dalla pompa di competenza per garantire le portate di progetto. La scelta dei gruppi di pompaggio è stata

effettuata in modo tale che il punto di lavoro di ciascun circuito calcolato con la metodologia precedentemente descritta ricada sulla curva di lavoro caratteristica.

Circuito aeraulico

Il dimensionamento della rete di distribuzione aeraulica viene effettuato con l'obiettivo di garantire che in ciascun locale possano attuarsi le condizioni termoigrometriche di progetto, che la rete di distribuzione dell'aria possa essere realizzata nella maniera più razionale ed efficiente in considerazione degli spazi disponibili per l'installazione dei condotti aeraulici e dell'interazione dei canali stessi con altre condutture impiantistiche. La geometria della rete progettata è stata determinata in modo da renderla quanto più equilibrata possibile dal punto di vista delle perdite di carico, rimandando alle operazioni di taratura e messa a punto finale la corretta regolazione delle portate prescritte per ciascun locale.

La procedura seguita nel dimensionamento della rete aeraulica è stata la seguente:

- determinazione delle esigenze d'immissione, distribuzione e ripresa dell'aria nei singoli ambienti;
- determinazione degli spazi disponibili al fine dell'installazione dei canali mediante individuazione dei controsoffitti e dei cavedi resi a disposizione della configurazione architettonica dell'edificio;
- determinazione dello sviluppo altimetrico e planimetrico della rete;
- considerazioni relative alla necessità di bilanciamento della rete.

In una rete di distribuzione aeraulica si riscontrano due tipologie di perdite di carico:

- perdita di carico distribuita
- perdita di carico concentrata

La prima tipologia di perdita di carico, esprimibile in Pa/m, si genera per via dell'attrito dell'aria lungo le pareti del canale e la sua espressione analitica generale è la seguente:

$$r = F_a \times \rho \times v^2 / 2 \times D$$

Dove:

r = perdita di carico continua unitaria [Pa/m]

F_a = fattore di attrito, adimensionale

ρ = densità [kg/m³]

v = velocità [m/s]

D = diametro interno [m]

Il moto di un fluido all'interno di una tubazione può essere di tipo laminare o di tipo turbolento in funzione del numero di Reynolds così espresso:

$$Re = v \times D / \nu$$

Dove:

Re = numero di Reynolds, adimensionale

v = velocità [m/s]

D = diametro interno [m]

ν = viscosità cinematica dell'acqua [m²/s]

il dominio di variazione di tale parametro può essere suddiviso in tre fasce così distinte:

$$0 < Re < 2000 \text{ moto laminare}$$

$$2000 < Re < 2500 \text{ moto transitorio}$$

$$Re > 2500 \text{ moto turbolento}$$

l'equazione della perdita di carico distribuita assume due diverse espressioni analitiche a seconda che ci si trovi in condizioni di moto laminare o turbolento e la stessa equazione non è ben definita analiticamente qualora il numero di Reynolds ricada nella fascia dei valori di transizione.

Quest'ultimo è il caso che ricorre nel dimensionamento di canali aeraulici per i quali si ricorre all'utilizzo di valori di perdita di carico tabellati prodotti dalle norme ASHRAE.

In applicazione dei principi illustrati nella premessa si è proceduto, note le portate da garantire in ciascun ambiente per il mantenimento delle condizioni termoigrometriche di progetto, alla scelta di sezioni di canali in acciaio zincato tali da ricavare una perdita di carico sul fluido costante di circa 0,5 – 0,8 Pa/m, cercando di non superare le seguenti velocità dell'aria:

- Reti distribuzione principali 7,0 m/s
- Diramazioni all'interno delle stanze 3,0 m/s

Nei cavedi e nei tratti esterni o del sottotetto le velocità sono leggermente maggiori.

Le perdite di carico concentrate sono delle perdite di energia dovute alla presenza di pezzi speciali lungo il percorso dell'aria e la loro espressione analitica è la seguente:

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

dove:

z = perdite di carico localizzate [Pa]

ξ = coefficiente di perdita localizzata, adimensionale

ρ = densità [kg/m³]

v = velocità [m/s]

Le norme ASHRAE mettono a disposizione una vasta serie di pezzi speciali associati al relativo coefficiente di perdita. Le perdite di carico relative ai diffusori, alle griglie di ripresa e in generale ai terminali utilizzati, alle batterie di post riscaldamento, alle serrande di regolazione sono state dedotte dai grafici sperimentali forniti per determinate serie di prodotti commerciali.

Il dimensionamento ed il posizionamento degli elementi terminali di diffusione dell'aria sono tali da garantire una velocità dell'aria nella zona occupata compresa tra 0,1 e 0,25 m/s e rispettare i limiti di rumorosità.

Distribuzione dell'aria

La distribuzione dell'aria negli ambienti verrà realizzata attraverso canalizzazioni in lamiera d'acciaio zincata a sezione circolare passanti nei locali comuni. Secondo quanto riportato nella legge 10/91 (UNI EN 14114), per i canali dell'aria correnti entro le strutture verrà previsto un isolamento in lamierino d'acciaio di 9 mm di spessore; i tratti di canalizzazioni diretti all'UTA e passanti nel sottotetto, ovvero in locale non riscaldato, avranno invece un isolamento in lamierino d'acciaio di 15 mm di spessore. Per quanto riguarda i tratti di canalizzazioni passanti all'esterno dell'edificio, nel caso del Padiglione 17, saranno rivestiti da uno strato di 30 mm di lamierino d'acciaio.

L'aria verrà distribuita attraverso diffusori quadrati a microgetti ruotabili, con rotazione a scatti ogni 45° e lancio orizzontale radiale con effetto Coanda riconfigurabile in sito per ridistribuire il flusso nelle diverse direzioni. L'aria di espulsione verrà prelevata con estrattori a controsoffitto e prima di esser immessa in atmosfera attraverserà dei filtri interni all'unità di trattamento aria che tratteranno sostanze nocive e/o tossiche.

Centrale termica

La centrale termica prevederà l'installazione di una Unità termoventilante, un gruppo a paompa di calore, due serbatoi di accumulo, due collettori caldi, due vasi di espansione, cinque pompe di circolazione, un sistema ad osmosi inversa ed un addolcitore d'acqua, che garantisce l'approvvigionamento di acqua priva di calcio, necessaria per alimentare il sistema ad osmosi inversa.

Tutte le sezioni dell'Unità di Trattamento Aria devono essere costruite in conformità alle condizioni di pressione del sistema considerate tutte le condizioni di funzionamento, questo per prevenire rigonfiamenti, distorsioni e vibrazioni se testate ad una pressione differenziale di 2500 N/m².

La costruzione della carpenteria deve essere composta da pannelli autoportanti di 50 mm di spessore, assemblati tra loro senza ausilio di elementi ulteriori di giunzione verticale. Per evitare punti di accumulo di polveri non sono permessi l'impiego di telai di supporto o assemblaggio a contatto con il passaggio dell'aria. I pannelli sono assemblati tra loro mediante fissaggi interni a scomparsa nell'intercapedine dei pannelli. Deve essere evitata la presenza di bulloni o dadi sui pannelli che non garantirebbero l'ermeticità completa degli stessi, contro infiltrazioni di umidità all'interno delle intercapedini poiché questo influenzerebbe negativamente il flusso d'aria. A garanzia di lunga tenuta d'aria e d'acqua tra i pannelli devono essere previsti materiali isolanti idonei. Dovrà essere previsto un adeguato accesso con porte incernierate o asportabili per garantire accesso a tutti i componenti per la pulizia, controllo o manutenzione. Le porte dovranno essere realizzate nella medesima costruzione dei pannelli della carpenteria, spessore 50 mm, completamente chiuse, internamente ed esternamente. Le porte dovranno essere previste in tutte le sezioni dove richiesta una manutenzione regolare, come sezioni ventilatore, filtro o umidificatore.

La parete esterna deve essere fissata meccanicamente a quella interna mediante sistema di chiusura che permetta una facile rimozione.

La regolazione di temperatura ed umidità sarà effettuata attraverso la lettura di sonde di temperatura poste negli ambienti; queste permetteranno la giusta apertura delle valvole a servizio delle batterie fredde e calde della termoventilante.

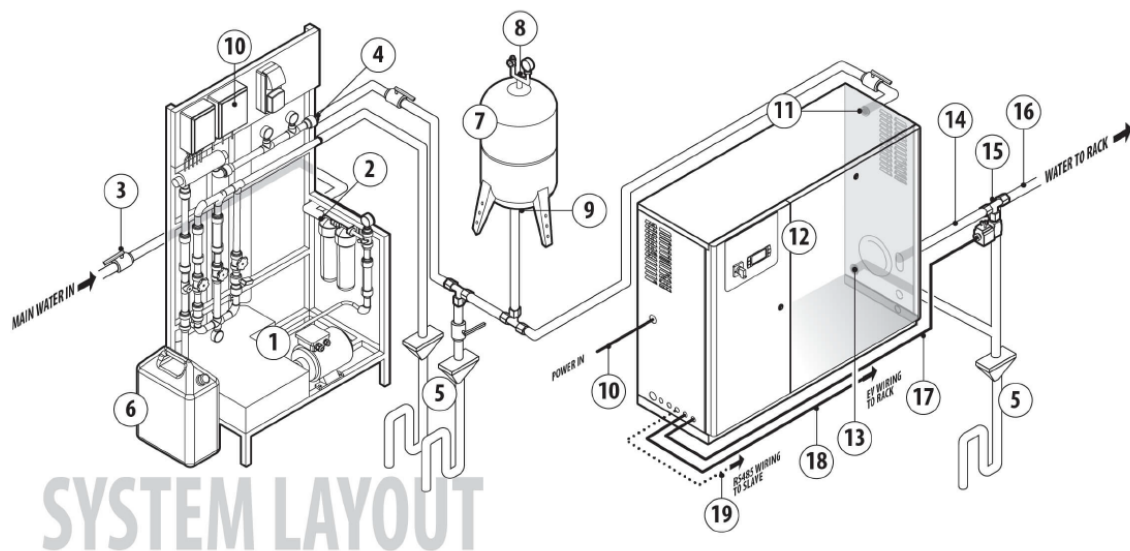
Le unità di trattamento aria saranno consegnate in moduli di trasporto accoppiabili in loco. L'assemblaggio tra i moduli dovrà garantire la perfetta continuità del flusso d'aria. Per poter far passare le diverse sezioni all'interno dei sottotetti, verrà demolita una parte della muratura ed effettuata la cerchiatura di questa.

Le termoventilanti saranno dotate di adeguate porte per garantire accesso a tutti i componenti per la pulizia, controllo o manutenzione.

L'unità di trattamento sarà dotata di un umidificatore del tipo humiFog, cioè un umidificatore adiabatico ad atomizzazione che sfrutta l'energia di pressurizzazione data da una pompa e gli ugelli montati a bordo di un telaio (rack) per nebulizzare acqua demineralizzata in gocce micrometriche all'interno della condotta di trattamento aria.

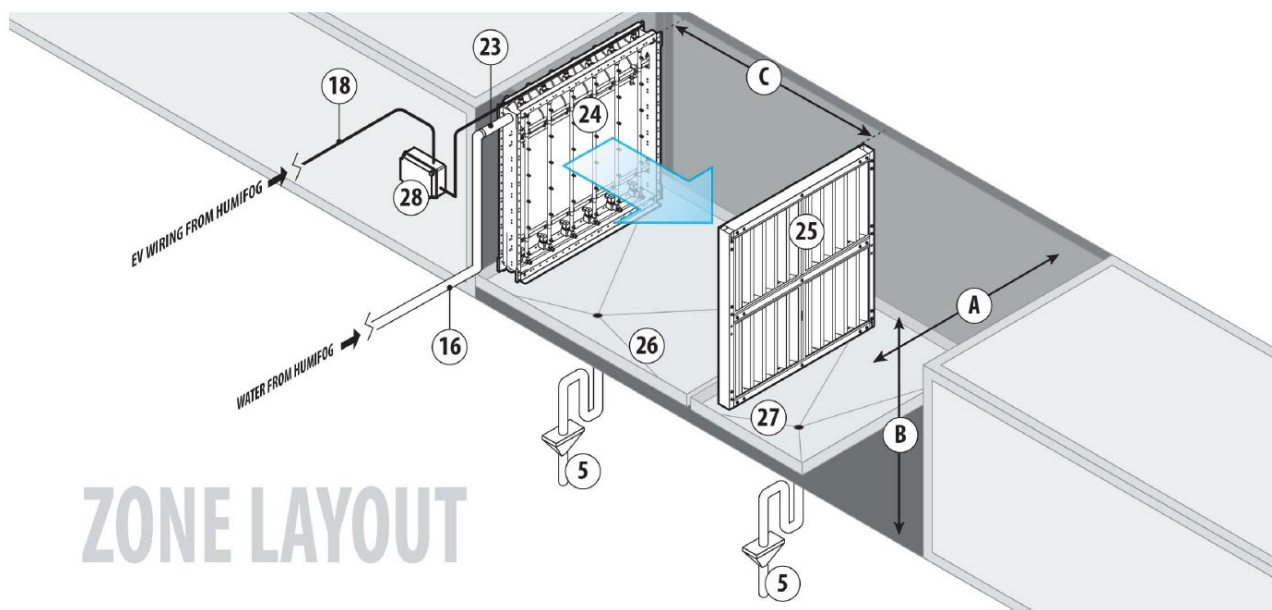
Grazie alla tecnologia impiegata, humiFog si rivela un prodotto di altissima efficienza e precisione. L'efficienza è data dall'alta pressione: la pompa volumetrica a pistoncini permette di raggiungere pressioni di 70 bar, che, assieme agli speciali ugelli, nebulizzano l'acqua in gocce di diametro di circa 15 µm.

Per poter utilizzare il sistema humiFog è necessaria la presenza di un sistema di osmosi inversa per trattare acque con un'elevata concentrazione di sali e migliorare la qualità delle comuni acque di reti. Tale soluzione prevederà un sistema di trattamento acqua, costituito da un osmotizzatore inverso, da un vaso di espansione, da una unità di pompaggio e da un umidificatore.



- 1: Water treatment system
- 2: Main water inlet
- 3: Tap
- 4: Permeated water outlet
- 5: Water drain with syphon
- 6: Antiscalant tank
- 7: Expansion vessel
- 8: Manometer + Ball valve
- 9: Connection adapter
- 10: Power supply
- 11: RO water inlet

- 12: humiFog master cabinet
- 13: humiFog master cabinet drain
- 14: Water hose to drain valve kit
- 15: System drain valve kit
- 16: Water hose from drain valve to duct wall
- 17: Electrical wiring to drain valve kit
- 18: Electrical wiring to atomizing rack (if master cabinet controls one zone)
- 19: RS485 wiring connection between master cabinet and slaves (if any)
- 20: Electrical wiring to backup box (if master cabinet controls one zone)
- 21: Backup box
- 22: Check valve



L'impianto sarà servito da due gruppi a pompa di calore ad acqua condensato ad aria. Ciascuna unità alimenterà le batterie di riscaldamento.

Le unità 2 tubi, con condensazione ad aria di tipo monoblocco, adatte per installazione esterna. Saranno dotate di tecnologia multiscroll, che consente di ottenere un netto miglioramento dell'efficienza stagionale mediante la parzializzazione della potenza erogata, in funzione dei carichi richiesti.

Il sistema di trattamento dell'acqua è costituito dai seguenti componenti:

Sistema osmosi inversa 460 kg/h con pompa 50 Hz

Temperatura di esercizio	5 - 40°C
Indice IP	IP40
Connettore ingresso acqua	G1"F
Acqua di alimentazione	potabile
Temperatura dell'acqua	5 - 35°C
Connettore scarico acqua	G3/4 "F
Capacità	460 kg/h
Pressione acqua di alimentazione	1,5 – 4 bar
Peso	114 kg
Dimensioni	1090x700x1550 mm
Tensione di alimentazione	230 (± 10%) Vac
Frequenza	50 (±1%) Hz
Fasi	1
Potenza	1,6 kW
Vaso di espansione 80 l	
Capacità effettiva	25 l
Volume nominale	80 l
Connessione ingresso acqua	G1 " M
Pressione massima	10 Bar
Stazione di pompaggio 460 l/h master single zone AW 230 V 50 Hz + SM	
Temperatura di funzionamento	1 – 40 °C
Umidità relativa di funzionamento	0 – 80% rH
Indice IP	IP20
Temperatura acqua	5 – 40 °C
Capacità	460 kg/h
Pressione acqua di alimentazione	3 – 8 bar
Conducibilità acqua di alimentazione	< 50 µS/cm
Connettore ingresso acqua	G ½ " F
Connettore uscita acqua al rack	M16X1.5 maschio
Peso	95 kg
Dimensioni	1030x350x860 mm
Tensione di alimentazione	230 (±10%) Vac
Fasi	1
Frequenza	50 (±1%) Hz
Corrente elettrica	9,2 A
Potenza	1,15 kW
Umidificatore	
Rack assemblato	13x11 moduli (2028x1753 mm)
Flusso d'acqua	344,0 kg/h
n° collettori	10

N° elettrovalvole NC	7
N° circuiti indipendenti	4
N° ugelli	86
Connessioni idrauliche	Ingresso M16 x 1,5 M
N elettrovalvole NO	11
Dimensioni	2028x231x1753 mm
Struttura di supporto drenante per separatore di gocce	13x10 moduli (2040x1630 mm)
Perdite di carico a secco (separatori di gocce)	32,58 Pa
Dimensioni (separatori di gocce)	2040x86x1630 mm
Perdite di carico in condizioni bagnate (separatori di gocce)	46,39 Pa
Tipo di materiale (struttura di supporto drenante)	Moduli in fibra d'acciaio AISI 304

Unità pompa di calore

Verrà adottata due pompe di calore condensata ad aria da esterno che verrà installata sulla copertura dell'edificio. Le pompe di calore saranno del tipo a 2 tubi, con condensazione aria di tipo monoblocco, adatta per installazione esterna. Sarà dotata di tecnologia multiscroll, per consentire un netto miglioramento dell'efficienza stagionale mediante la parzializzazione della potenza erogata, in funzione dei carichi richiesti.

L'unità è progettata considerando la necessità di ridurre al minimo l'impatto sonoro e garantire la massima efficienza energetica, mediante il dimensionamento di superfici di scambio generose e componentistica di recente concezione.

Dati di prestazione		
Potenza termica	kW	322
Potenza assorbita totale	kW	83.4
Potenza ass. compressori	kW	80.5
Corrente assorbita	A	161
COP	W/W	3.86
SCOP $BT^{(B2)}/MT^{(B3)}$	W/W	4.32/-
$\eta_{s,h} BT^{(B2)}/MT^{(B3)}$	%	170/-
Sorgente		
Altitudine	m	0.0
Aria esterna bulbo secco	°C	7.0
Aria esterna umidità relativa	%	86.9
Portata aria	m³/h	71688
Potenza assorbita ventilatori	kW	2.05
Corrente ventilatori	A	4.31
Prevalenza utile ventilatori	Pa	0

Impianto di supervisione

L'automazione degli impianti sarà affidata ad un unico Sistema di controllo dedicato. Tale sistema denominato Building Management System (BMS), garantirà un controllo integrato locale e/o remoto governando la funzionalità dei singoli impianti.

La gestione integrata degli impianti tecnologici sarà attuata, attraverso il sistema BMS, per gli impianti tecnologici ed elettrici, quali ad esempio:

- Impianto di ventilazione;
- impianto elettrico a servizio dell'impianto di climatizzazione;

Il sistema BMS si articolerà su 3 livelli:

Livello supervisione: Comprendente gli apparati informatici quali personal computer per l'acquisizione dei dati (Process Data Manager – PDM), servers, Workstations e postazioni, operatori via Web, stampanti, Interfacce di comunicazione con livello automazione e con la Lan del Campus in fibra ottica. Il software di gestione dovrà essere compatibile con il sistema già presente negli edifici di campus realizzati al fine di assicurare una gestione unica ed affidabile degli impianti tecnologici.

Livello automazione: comprendente controllori DDC del tipo modulare o compatto alloggiati in appositi quadri elettrici e collegati agli apparati di campo, in grado di ottemperare a tutte le funzioni di regolazione e controllo degli impianti associati nel modo "stand alone" (locale) o attraverso il livello di supervisione.

Livello di campo: comprendente tutti gli apparati di campo quali: valvole, trasmettitori, pressostati, servomotori, serrande motorizzate, serrande tagliafuoco, contatori di energia elettrica, termica ecc.

Si prevede un sistema centrale di controllo formata da tablet in cui saranno implementate le mappe grafiche del sistema di controllo e tutto il necessario per la visualizzazione dei punti di cui al progetto.

Nelle voci di computo si ritiene compreso e compensato tutto il sistema di regolazione e di messa in servizio secondo l'elenco punti sotto riportato.

In centrale 15 punti elettrici e 150 meccanici.

Impianti idrico-sanitario e scarico acque nere

Per tutti i servizi igienici di nuova realizzazione sarà prevista una nuova rete di distribuzione interna al locale per gli allacci ai nuovi apparecchi sanitari realizzata con tubazioni in PPR, opportunamente isolate con elastomero espanso a celle chiuse, in modo da evitare il fenomeno della condensa superficiale per le condotte di acqua fredda e le dispersioni termiche per quelli dell'acqua calda.

La distribuzione verrà alimentata dalla rete esistente.

I nuovi scarichi dei nuovi apparecchi sanitari previsti verranno allacciati alla rete di scarico acque nere esistente mediante tubazioni in PEAD.

Rete di adduzione acqua sanitaria

L'impianto idrico-sanitario sarà realizzato in conformità con quanto indicato nelle norme UNI, tenendo conto della specifica destinazione d'uso dell'edificio e dello sviluppo planimetrico e altimetrico dell'edificio, al fine di garantire il regolare e sicuro funzionamento.

L'impianto sanitario in oggetto è così strutturato:

- Servizi igienici normali;
- Servizi igienici per disabili.

Per poter dimensionare correttamente le reti di distribuzione degli impianti idrosanitari è necessario conoscere le seguenti portate:

- le **portate nominali**, dette anche portate totali G_t [l/s], sono le **portate minime** che devono essere assicurate ai rubinetti dei vari apparecchi sanitari. La tabella in fig. x elenca le portate nominali degli apparecchi sanitari normali e le pressioni minime che devono essere assicurate a monte degli stessi.
- le **portate di progetto** G_{pr} [l/s], dette anche portate di punta o portate probabili massime, sono le portate massime che devono essere erogate nei periodi di maggior uso dell'impianto. Il loro valore dipende essenzialmente dalle seguenti variabili:
 - – tipo di utenza,
 - – valori delle portate nominali,

prospetto C.1

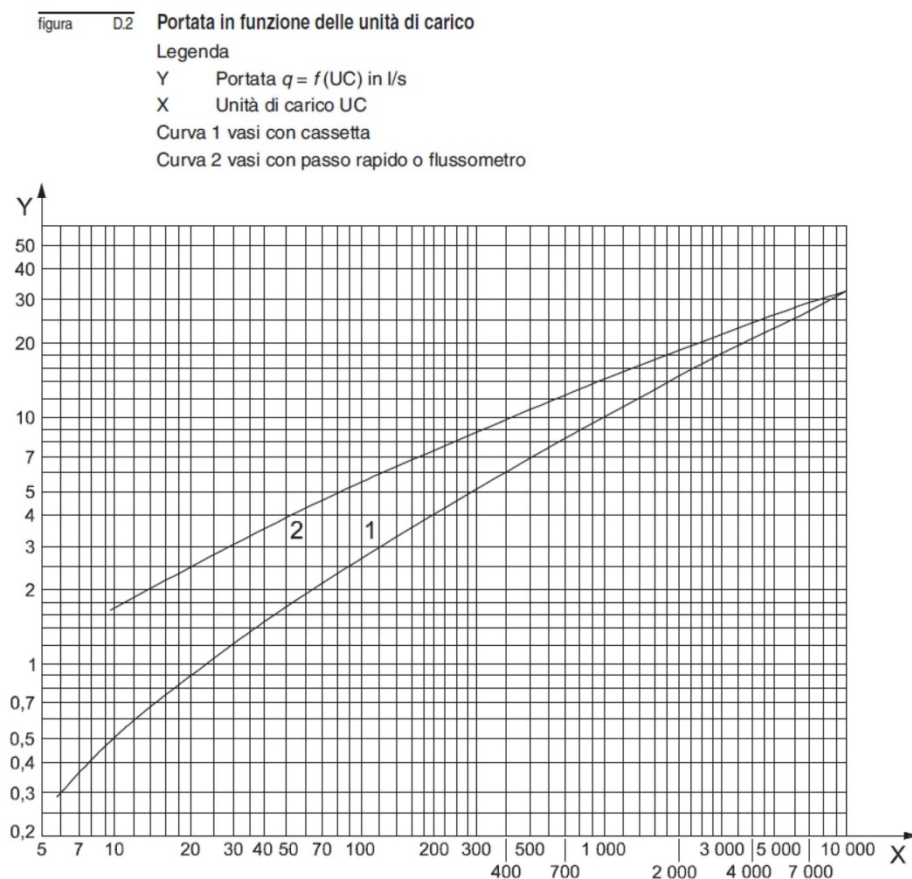
Portate nominali e pressioni

Apparecchio	Portata min (l/s) ¹⁾	Pressione minima di utilizzo (KPa)
Lavabi	0,1	100
Bidet	0,1	100
Vasi a cassetta	0,1	100
Vasi con passo rapido o flussometro	1,0	100
Vasca da bagno	0,3	100
Doccia	0,15	100
Lavello da cucina	0,15	100
Lavabiancheria	0,15	100
Orinatoio	0,15	100
Idrantino/Rubinetto da giardino	0,4	100
1) Calcolata alla pressione di 3 bar.		

- – numero dei rubinetti,
- – frequenza d'uso degli apparecchi,
- – durata dei periodi di punta.

Secondo la UNI 9182 le portate nominali degli apparecchi sono indicate nel prospetto C.1 che elenca le portate nominali degli apparecchi sanitari normali e le pressioni minime che devono essere assicurate a monte degli stessi:

Per il dimensionamento delle condutture di adduzione dell'acqua è stato utilizzato il metodo delle Unità di Carico. Tale metodo assume un valore convenzionale, che tiene conto della portata di un punto di



erogazione, delle sue caratteristiche dimensionali e funzionali e della sua frequenza d'uso. Una UC corrisponde ad una portata di circa 0.33 l/s. Le unità di carico dei singoli apparecchi sono indicate nel prospetto D.2 della norma:

Le portate di progetto sono, infine, determinate in base al totale delle unità di carico servite e col supporto del presente grafico (figura D.2 UNI 9182), mediante la curva 1 (vasi a cassetta):

Per evitare rumori e vibrazioni, l'acqua non può scorrere nei tubi a velocità troppo elevate. Stabilire il valore massimo di queste velocità non è facile in quanto esse dipendono da molti fattori, quali ad

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 o flussometro	10,00	-	10,00
Orinatoio	Rubinetto a vela	0,75	-	0,75
Orinatoio	Passo rapido o 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 o flussometro	10,00	-	10,00
Lavabo a canale (per 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
Idrantino \varnothing 3/8"	Solo acqua fredda	2,00	-	2,00
Idrantino \varnothing 1/2"	Solo acqua fredda	4,00	-	4,00
Idrantino \varnothing 3/4"	Solo acqua fredda	6,00	-	6,00
Idrantino \varnothing 1"	Solo acqua fredda	10,00	-	10,00

esempio il diametro e il materiale dei tubi, l'isolamento termico adottato e la posizione dei tubi (in

spazi liberi, in cavedi oppure sottotraccia). In impianti di tipo normale possono comunque essere considerati validi i limiti di velocità indicati nella tabella sotto riportata:

Rete di scarico

Per la progettazione dell'impianto di scarico, le modalità di posa, gli accorgimenti tecnici da impiegarsi per

limitare i fenomeni di rumorosità si fa riferimento per quanto applicabile al caso specifico la norma UNI-EN 12056-1:2001.

Si assume che l'impianto costituisca un Sistema di Scarico di tipo II caratterizzato da colonna di scarico unica e diramazioni di scarico riempite parzialmente. Gli apparecchi sanitari sono connessi a diramazioni di scarico di piccolo diametro. Tali diramazioni sono dimensionate per un grado di riempimento uguale a 0,7 (70%) e sono connesse a un'unica colonna di scarico.

Il metodo di calcolo riportato di seguito è valido per tutti i sistemi di scarico a gravità per lo smaltimento delle acque reflue.

Si riportano di seguito i dati di base per il metodo di calcolo.

Tutte le capacità di scarico sono basate sui diametri interni minimi indicati nel prospetto 1 della norma:

Diametri nominali (DN) e relativi diametri interni minimi (d_{\min})

Diametro nominale	Diametro Interno minimo
DN	d_{\min} mm
30	26
40	34
50	44
56	49
60	56

Diametro tubi	Velocità [m/s]
1/2"	1,0
3/4"	1,1
1"	1,3
1 1/4"	1,6
1 1/2"	1,8
2"	2,0
2 1/2"	2,2
3" e oltre	2,5

250	230
300	290

Nella tabella di seguito riportata (prospetto 2 UNI 12056) sono indicate le unità di scarico di vari apparecchi sanitari:

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, bide	0,5	0,3	0,3	0,3
Doccia senza tappo	0,6	0,4	0,4	0,4
Doccia con tappo	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.				

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.

La portata delle acque reflue Q_{ww} è la portata prevista per un impianto di scarico, in parte e nell'intero sistema e la sua espressione analitica generale è la seguente:

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

dove:

Q_{ww} = portata acqua reflue, l/s

K = coefficiente di frequenza, adimensionale

$\sqrt{\sum DU}$ = somma delle unità di scarico.

Nel prospetto 3 dell'UNI sono riportati i coefficienti di frequenza tipo relativi al differente utilizzo degli apparecchi:

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

Per ragioni pratiche, nel prospetto B.2 della norma, considerando un grado di riempimento dell'impianto del 70%, si riportano le capacità delle connessioni di scarico calcolate mediante la formula di Colebrook-White, utilizzando un coefficiente di scabrezza $k_b = 1,0$ mm ed un coefficiente di viscosità dell'acqua pura $\nu = 1,31 \times 10^{-6}$ m²/s:

prospetto B.1 Capacità di collettori di scarico con grado di riempimento del 50% ($h/d = 0,5$)

Pendenza	DN 100		DN 125		DN 150		DN 200		DN 225		DN 250		DN 300	
i	Q_{max}	ν	Q_{max}	ν	Q_{max}	ν	Q_{max}	ν	Q_{max}	ν	Q_{max}	ν	Q_{max}	ν
cm/m	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s
0,50	1,8	0,5	2,8	0,5	5,4	0,6	10,0	0,8	15,9	0,8	18,9	0,9	34,1	1,0
1,00	2,5	0,7	4,1	0,8	7,7	0,9	14,2	1,1	22,5	1,2	26,9	1,2	48,3	1,4
1,50	3,1	0,8	5,0	1,0	9,4	1,1	17,4	1,3	27,6	1,5	32,9	1,5	59,2	1,8
2,00	3,5	1,0	5,7	1,1	10,9	1,3	20,1	1,5	31,9	1,7	38,1	1,8	68,4	2,0
2,50	4,0	1,1	6,4	1,2	12,2	1,5	22,5	1,7	35,7	1,9	42,6	2,0	76,6	2,3
3,00	4,4	1,2	7,1	1,4	13,3	1,6	24,7	1,9	38,9	2,1	46,7	2,2	83,9	2,5
3,50	4,7	1,3	7,6	1,5	14,4	1,7	26,6	2,0	42,3	2,2	50,4	2,3	90,7	2,7
4,00	5,0	1,4	8,2	1,6	15,4	1,8	28,5	2,1	45,2	2,4	53,9	2,5	96,9	2,9
4,50	5,3	1,5	8,7	1,7	16,3	2,0	30,2	2,3	48,0	2,5	57,2	2,7	102,8	3,1
5,00	5,6	1,6	9,1	1,8	17,2	2,1	31,9	2,4	50,6	2,7	60,3	2,8	108,4	3,2

Come già detto è stato previsto un sistema di ventilazione primaria per le sole colonne di scarico. Le diramazioni di scarico saranno senza ventilazione.

Nei prospetti 4 e 5 della norma si riportano le dimensioni e i limiti di applicazione per diramazioni di scarico senza ventilazione:

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	Vedere prospetto 6	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.			

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	Vedere prospetto 6	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.				

Riferimenti normativi

- UNI/TS 11300-1 “Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell’edificio per la climatizzazione estiva ed invernale”;
- 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” e successive integrazioni;
- UNI/TS 11300-3 “Prestazioni energetiche degli edifici. Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva”;
- UNI/TS 11300-4 “Prestazione energetica degli edifici. Utilizzo di energie rinnovabili /solare termico, fotovoltaico, biomasse) e altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione di acqua calda sanitaria (pompe di calore, cogenerazione, teleriscaldamento);
- UNI EN ISO 13790 “Prestazione energetica degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento ed il raffrescamento”;
- UNI EN ISO 6946 “Componenti ed elementi per edilizia. Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo”;
- UNI EN ISO 10077-1 “Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti. Calcolo della trasmittanza termica – Parte 1: Generalità”;
- UNI EN ISO 10077-2 “Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo numerico per i telati”;
- UNI EN ISO 13786 “Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Caratteristiche termiche dinamiche. Metodi di calcolo”;
- UNI EN ISO 13789 “Prestazione termica degli edifici. Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione. Metodo di calcolo”;
- UNI EN ISO 10211 “Ponti termici in edilizia. Flussi termici e temperature superficiali. Calcoli dettagliati”;
- UNI EN ISO 14683 “Ponti termici in edilizia. Coefficiente di trasmissione termica lineica. Metodi semplificati e valori di riferimento”;
- UNI EN ISO 13788 “Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia. Temperatura superficiale interna per evitare l’umidità superficiale critica e condensazione interstiziale. Metodo di calcolo”;
- UNI 10339 “Impianti aeraulizi ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d’offerta, l’offerta, l’ordine e la fornitura”;
- UNI EN 13779 “Ventilazione degli edifici non residenziali. Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e climatizzazione”;
- UNI EN 15242 “Ventilazione degli edifici. Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d’aria negli edifici, comprese le infiltrazioni”;
- UNI 10349 “Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici”;
- UNI 10351 “Materiali da costruzione. Conduktività termica e permeabilità al vapore”;
- UNI 10355 “Murature e solai. Valori di resistenza termica e metodo di calcolo”;
- UNI EN 673 “Vetro per edilizia. Determinazione della trasmittanza termica (valore U). Metodo di calcolo”;
- UNI EN ISO 7345 “Isolamento termico. Grandezze fisiche e definizioni”;
- Norma UNI 8199 “Misura in opera e valutazione del rumore prodotto negli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione”;
- Norma UNI EN ISO 14644-1 “Camere bianche ed ambiente associato controllato – Classificazione della pulizia dell’aria”.
- DCA 8/2011 “Requisiti minimi autorizzativi per l’esercizio delle attività sanitarie e socio-sanitarie”.

- Decreto Legislativo 8 Novembre 2021 n.199 sulla promozione delle fonti rinnovabili.