

ESERCIZIO IMPIANTI TERMICI

Valutare le dispersioni termiche invernali dei locali assegnati siti a BRESCIA.

Dimensionare l'impianto di climatizzazione.

DATI

Piano terra con locali soprastanti riscaldati.

Altezza uffici 3.5m. Altezza magazzino 5m.

Temperatura minima invernale -7°C . Temperatura media invernale 5.5°C .

Temperatura media terreno 10°C .

Serramenti in PVC doppi vetro con argon: $U_w = 1.2 \text{ W/m}^2 \text{ k}$ (Altezza 1.5m)

Porte ingresso in PCV: $U_{porte} = 1.5 \text{ W/m}^2 \text{ k}$ (Altezza 2.4m)

Stratigrafia pareti perimetrali:

intonaco est., $k=1$, $s=1\text{cm}$

isolante, $k=0.035$, $s=5\text{cm}$

laterizio, $k=0.5$, $s=30\text{cm}$

intonaco int., $k=1$, $s=2\text{cm}$



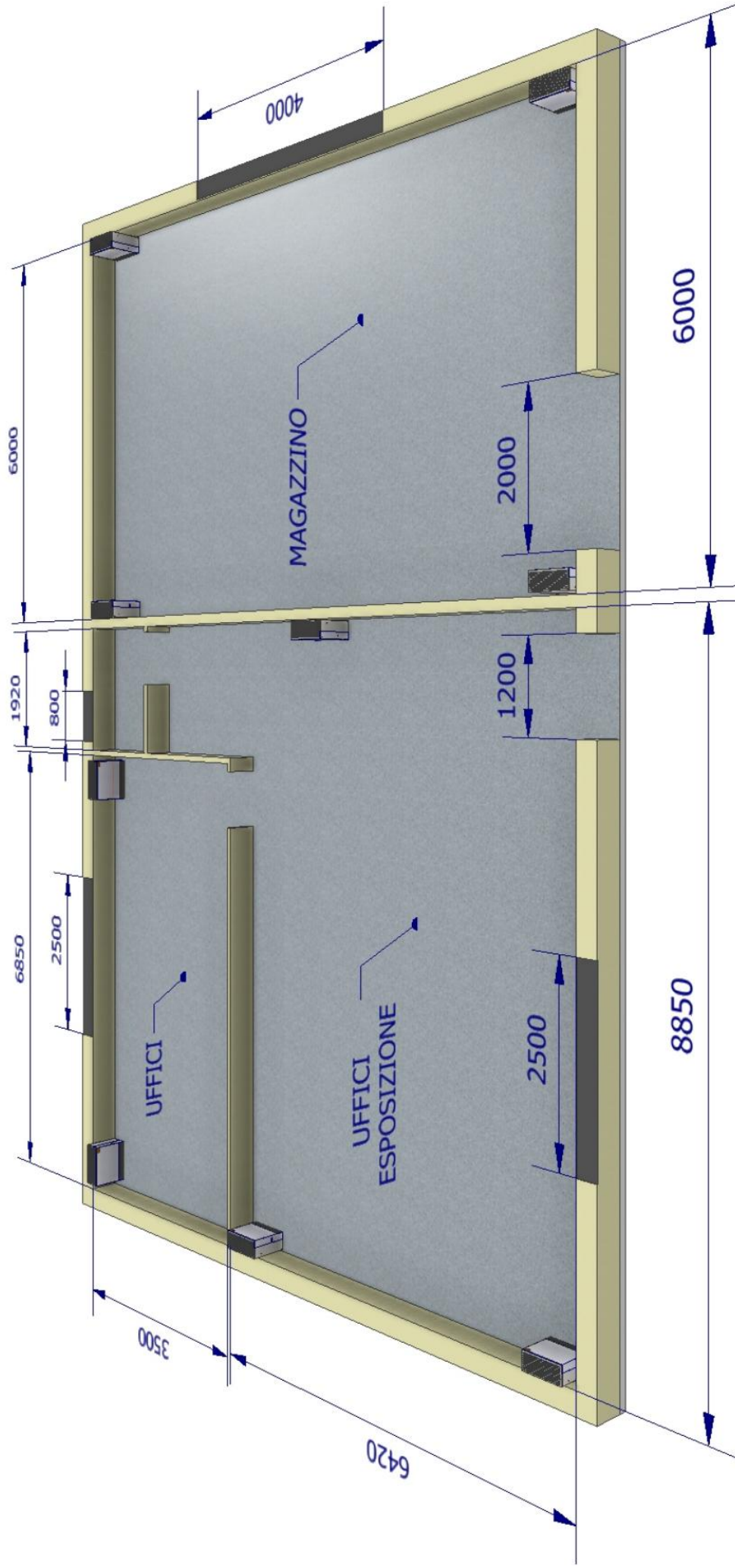
Pavimento: $U_{pav.} = 0.5 \text{ W/m}^2 \text{ k}$

Ponti termici medi pari al 20% delle dispersioni.

Affollamento medio locali:

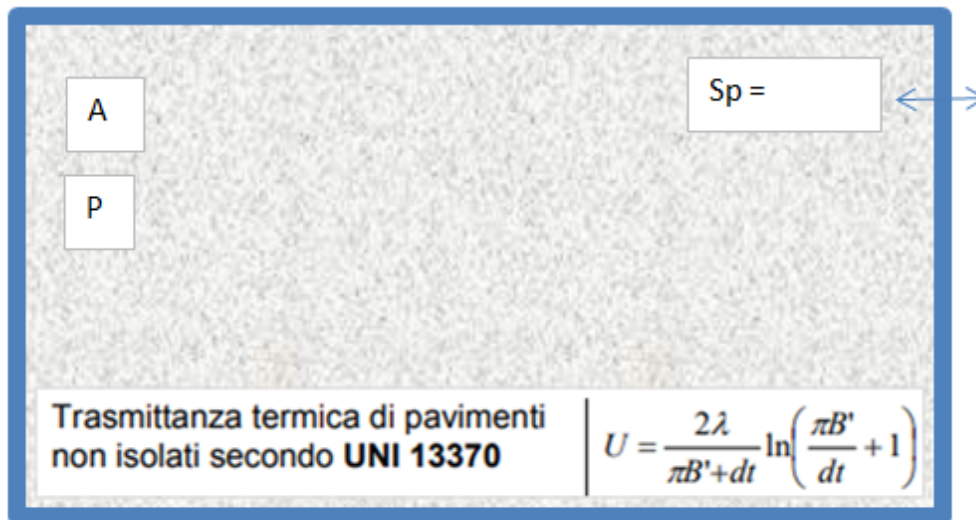
Uffici e studio tecnico	8 persone
Uffici e zona esposizione	10 persone
Magazzino	4 persone

**D
O
R
N**



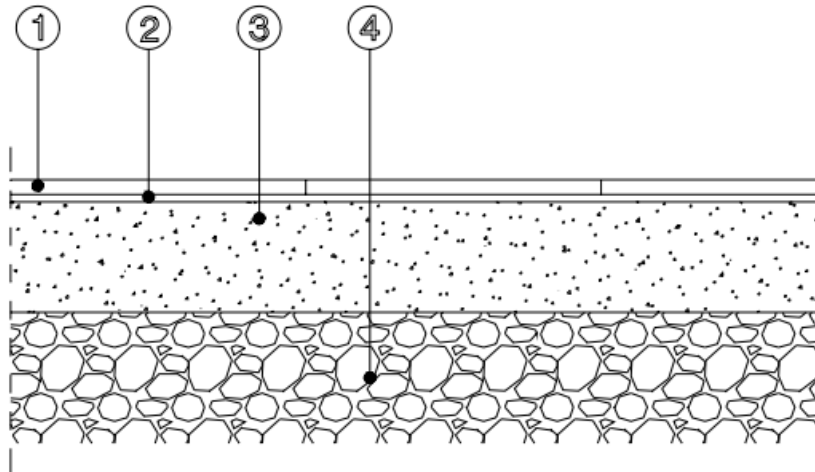
Calcolo trasmittanza pavimento su terreno (UNI EN 13370:2008)

A area	146,5 m ²	area interna pavimento
P perimetro	49,4 m	perimetro pavimento
λ terreno	2 w/mk	conduc. del terreno (sabbia + ghiaia)
Sp pareti perimet.	0,38 m	spessore delle pareti esterne della struttura

**Pavimento**

stratigrafia	s (m)	landa	R m ² k/W()
hi			0,17
pavim. Industriale	0,012	1	0,012
sottofondo	0,04	0,73	0,0547945
C.L.S	0,2	0,75	0,27

Rf pavimento)	0,33 m ² k/W	senza considerare hi!
Calcolo dimensione caratteristica B' del locale		
B'	5,93 m	=A/p
Calcolo spessore equivalente del pavimento dt		
dt	1,47 m	=Sp+2*(0,17+Rf+0,04)
Trasmittanza termica del pavimento		
U pavimento	0,52 w/m ² k	da usare per le dispersioni



	Descrizione	spessore (m)	conducibilità λ W/mK	conduttanza C W/m ² K	resistenza termica R m ² K/W	Riferimento normativo
R_{si}	Resistenza termica superf. interna				0,17	UNI 6946
1	Piastrelle in ceramica	0,012	1,000		0,0120	UNI 10351
2	Sottofondo in cemento magro	0,040	0,73		0,0548	UNI 10351
3	C.i.s. di perlite e vermiculite	0,20	0,15		1,3333	UNI 10351
4	Conduttività termica del terreno		2,00			UNI 13370

	Resistenza totale della struttura	$R = \sum d/\lambda$			1,4001	m ² K/W
	Trasmittanza termica di pavimenti non isolati secondo UNI 13370	$U = \frac{2\lambda}{\pi B' + dt} \ln\left(\frac{\pi B' + dt}{dt} + 1\right)$			0,3133	W/m ² K

RICAMBI DI ARIA

Ricambio richiesto nei servizi igienici:

- edifici adibiti a residenza e assimilabili 4 vol/h in estrazione;
- altre categorie in tabella, 8 vol/h in estrazione;
- il volume è quello relativo ai bagni (antibagni esclusi)

Le portate di aria esterna e di estrazione da adottare per le diverse tipologie edilizie sono contenute nella tab.:

- le portate di aria esterna VAE sono riferite alle condizioni normali di 15 °C, 101,325 kPa, aria secca;
- la conversione da portate volumetriche a portate massiche si effettua con una densità pari a 1,225 kg/m³ ;

Portate minime di aria esterna

Categoria edifici	Portata per persona Q_p $L s^{-1} \text{ persona}^{-1}$	Portata per superficie Q_s $L s^{-1} m^{-2}$	Portata per estrazione Q_{es} $L s^{-1} m^{-2}$	Nota
EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA E ASSIMILABILI				B
ABITAZIONI CIVILI:				
soggiorni, camere da letto cucina, bagni, servizi collegi, luoghi di ricovero, case di pena, caserme, conventi:	7	0,4		A
– sale riunioni	7	0,6		
– dormitori/camere	7	0,4		
– cucina			8	G
– bagni/servizi	estrazione			A
ALBERGHI, PENSIONI ECC.				
ingresso, soggiorni	7	0,8		
sale conferenze/auditori (piccole)	7	0,3		
sale da pranzo	7	1,0		
camere da letto	7	0,4		
cucine	estrazione		8	G
bagni/servizi	estrazione			A
EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI				
uffici singoli	7	0,4		
uffici <i>open space</i>	7	0,5		
<i>call-center</i> /centro inserimento dati	7	0,6		
locali riunione	7	0,6		
locali stampanti/fotocopiatrici servizi	estrazione estrazione		5	A
OSPEDALI CLINICHE, CASE DI CURA E ASSIMILABILI				
degenze (2 ÷ 3 letti)	7	0,4		
corsie	7	0,4		

Categoria edifici	Portata per persona Q_p $L s^{-1} \text{ persona}^{-1}$	Portata per superficie Q_s $L s^{-1} m^{-2}$	Portata per estrazione Q_{es} $L s^{-1} m^{-2}$	Nota
camere per infettivi	7	0,3		E
camere per immunodepressi	7	0,3		F
sale mediche	7	0,2		
soggiorni	7	0,6		
terapie fisiche	7	0,8		
diagnostiche	7	0,4		
sale operatorie/sale parto				D
servizi	estrazioni			A
EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ RICREATIVE, ASSOCIATIVE, DI CULTO E ASSIMILABILI				B
CINEMA, TEATRI, SALE PER CONGRESSI				
atri, sale attesa, zona bar annessa	estrazioni			
platee, loggioni, aree per il pubblico, sale cinematografiche, sale teatrali, sale per riunioni	7	0,4		
servizi	estrazioni			A
sala scommesse	7	0,6		
MOSTRE MUSEI, BIBLIOTECHE, LUOGHI DI CULTO				
sale mostre, pinacoteche, musei	7	0,4		
sale lettura, biblioteche	7	0,3		
deposito libri				
luoghi di culto	7	0,7		
servizi	estrazioni			A
BAR RISTORANTI, SALE DA BALLO				
bar	7	1,0		
pasticcerie	7	1,0		
self-service	7	1,0		
sale da ballo/discoteche	15	1,1		
cucine	estrazioni		8	G
servizi	estrazioni			A
ATTIVITÀ COMMERCIALI E ASSIMILABILI				
grandi magazzini, piano interrato	7	0,2		
negozi o reparti di grandi magazzini:	7	0,4		
– barbieri, saloni bellezza	7	0,4		
– abbigliamento, calzature, mobili, ottici, fioristi, fotografi	7	0,4		
– alimentari, lavasecco, farmacie	7	0,4		
zone pubblico banche, quartieri fieristici	7	0,4		
servizi	estrazioni			A

Calore ceduto dalle persone

Attività svolta	Calore totale emesso (W)		Calore sensibile (W)	Calore latente (W)
	Maschio adulto	Valore medio ⁽¹⁾		
Seduto a riposo:				
– teatro	115	105	70	35
Seduto, lavoro molto leggero:				
– uffici, hotel, appartamenti	130	115	70	45
Attività moderata:				
– uffici, hotel, appartamenti	140	130	75	55
Persona in piedi o che si muove lentamente:				
– grandi magazzini, negozi ecc.	160	130	75	55
– banca	160	145	75	70
Seduto:				
– ristorante ⁽²⁾	145	160	80	80
Lavoro leggero al banco:				
– industria	235	220	80	140
Ballo moderato:				
– sala da ballo	265	250	90	160
Persona che cammina a 5 km/h;				
lavoro leggero in fabbrica	295	295	110	185
Lavoro pesante, bowling	440	425	170	255
Lavoro molto pesante	470	470	185	285
Atleti: palestra	585	525	210	315

Gli indici di affollamento si intendono convenzionali. Essi vengono fissati unicamente per i locali in cui sia previsto stazionamento di persone. Non vengono quindi definiti per transiti, corridoi, servizi ecc. I valori della tabella sono da adottarsi solo in assenza di riferimenti certi.

Indici di affollamento i (n persone/100 m²)

Classificazione degli edifici per categorie	i
EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA E ASSIMILABILI	
<i>abitazioni civili</i>	
– soggiorni, camere letto	4
<i>collegi, luoghi di ricovero, case di pena, caserme, conventi</i>	
– soggiorni	20
– sale riunioni	60
– dormitori	10
– camere letto	5
<i>alberghi, pensioni</i>	
– ingresso, soggiorni	20
– sale conferenze (piccole)	60
– camere letto	5
EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI	
– uffici singoli	6
– uffici open space	12
– locale riunione	60
– centri elaborazione dati	8
OSPEDALI, CLINICHE, CASE DI CURA E ASSIMILABILI	
– degenze (2 ÷ 3 letti)	8
– corsie	12
– camere sterili e infettivi	8
– visita medica	5
– soggiorni, terapie fisiche	20
EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ RICREATIVE, ASSOCIATIVE, DI CULTO	
<i>cinematografi, teatri, sale congressi</i>	
– sale in genere	150
– biglietterie, ingressi	20 (medio)
– borse titoli e simili	50
– sale attesa stazioni e metropolitane ecc.	100
<i>musei, biblioteche, luoghi di culto</i>	
– sale in genere	30
– luoghi di culto	80
<i>bar, ristoranti, sale da ballo</i>	
– bar in genere	80

DATI PRESTAZIONALI

2 tubi

	ULS10			ULS20			ULS30			ULS40			ULS50		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H

Prestazioni in riscaldamento 70 °C / 60 °C (1)

Potenza termica	kW	0,61	1,16	1,64	1,14	2,18	3,08	1,48	2,84	4,00	1,89	3,64	5,13	2,27	4,37	6,15
Portata acqua utenza	l/h	53	102	144	99	191	269	129	248	350	166	318	448	199	382	538
Perdita di carico lato utenza	kPa	1	4	7	4	11	21	3	8	15	4	13	25	3	9	16

Prestazioni in riscaldamento 45 °C / 40 °C (2)

Potenza termica	kW	0,30	0,58	0,82	0,56	1,09	1,53	0,73	1,41	1,99	0,94	1,81	2,55	1,13	2,17	3,06
Portata acqua utenza	l/h	52	101	142	98	189	266	128	245	346	164	315	443	196	378	532
Perdita di carico lato utenza	kPa	1	4	7	4	12	22	3	9	16	4	14	26	3	9	17

Prestazioni in raffreddamento 7 °C / 12 °C (3)

Potenza frigorifera	kW	0,30	0,57	0,80	0,55	1,07	1,50	0,72	1,38	1,95	0,92	1,78	2,50	1,11	2,13	3,00
Potenza frigorifera sensibile	kW	0,22	0,43	0,62	0,42	0,81	1,17	0,54	1,05	1,52	0,69	1,35	1,95	0,83	1,62	2,34
Portata acqua utenza	l/h	51	97	137	95	183	257	124	238	335	158	305	429	190	366	515
Perdita di carico lato utenza	kPa	1	4	8	4	13	25	3	10	18	5	16	29	3	10	19

Ventilatore

Tipo	tipo	Tangenziale														
Motore ventilatore	tipo	Asincrono														
Numero	n°	1			1			1			2			2		
Portata aria	m ³ /h	47	86	115	87	158	210	111	203	270	144	263	350	161	293	390
Potenza assorbita	W	9	16	21	15	21	32	17	32	42	22	40	53	18	26	56
Collegamenti elettrici		V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3

Dati sonori ventilconvettori (4)

Livello di potenza sonora	dB(A)	42,0	49,0	52,0	42,0	49,0	52,0	43,0	50,0	53,0	44,0	51,0	54,0	45,0	52,0	55,0
---------------------------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Batteria ad acqua

Contenuto acqua batteria principale	l	0,5			0,9			1,2			1,8			1,5		
-------------------------------------	---	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--

Diametro raccordi

Batteria principale	Ø	1/2"														
---------------------	---	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Alimentazione

Alimentazione		230V~50Hz														
---------------	--	-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(1) Aria ambiente 20 °C b.s.; Acqua (in/out) 70 °C/60 °C

(2) Aria ambiente 20 °C b.s.; Acqua (in/out) 45 °C/40 °C; EUROVENT

(3) Aria ambiente 27 °C b.s./19 °C b.u.; Acqua (in/out) 7 °C/12 °C; EUROVENT

(4) Aermec determina il valore della potenza sonora sulla base di misure effettuate in accordo con la normativa UNI EN 16583:15, nel rispetto della certificazione Eurovent.

NOTA: scegliere il modello di FC in base al funzionamento in condizioni medie M.

Il modello ULS10 con temperatura di mandata 70°C fornisce una potenza di 1.16 kW ed aspira una portata di aria di 86 m³/h. Verificare che la portata di aria sia sufficiente a coprire il VOLUME del locale in cui il fan coil è inserito.

La portata di acqua consigliata è di 102 l/h. Se quella dimensionata si discosta troppo (in meno) da questa allora il FC avrà prestazioni inferiori da quelle indicate.

La perdita di pressione attraverso il FC è 4000 Pa.

DATI PROGETTO

U parete =	0,449 w/m ² /k	$\Delta T =$	27 °C
U finestre =	0,998 w/m ² /k	ΔT pavim. =	10 °C
U porta =	1,197 w/m ² /k		
U pav =	0,740 w/m ² /k		

Area tot.	146,5 m ²	Pavimento	s (m)	k	R (m ² k/W)
Perimetro	49,4 m	pavim. Ind.	0,012	1	0,012
Sp	0,38 m	sottofondo	0,04	0,73	0,055
λ terreno	2 w/m k	C.L.S.	0,2	0,75	0,267
B'	2,97 m			Rf	0,333
dt	1,47 m				
U pavim.	0,74 w/m ² /k				

Uffici

parete	U	A	ΔT	Esp	P.t.	Q
Parete N	0,44902	20,225	27	1,2	1,2	353
parete O	0,44902	12,25	27	1,1	1,2	196
Pav	0,74012	23,975	10	1	1,2	213
Finestra N	0,99819	3,75	27	1,2	1,2	146
Volume=	84 m ³				Qtot	908

persone=	8			
Q persone =	115 W			
V aria =	56 L/s	0,0686 kg/s	0,056 m ³ /s	
Q ventilazione =	1.863,31 W			
Q persone =	920 W			
Qtot Uffici =	1851 W			

Bagno

parete	U	A	DT	Esp	P.t.	Q
parete N	0,44902	5,52	27	1,2	1,2	96
pav	0,74012	2,88	10	1	1,2	26
finestra N	0,99819	1,2	27	1,2	1,2	47
Volume=	10,08 m ³				Qtot	169

N. ricambi	8 all'ora			
V Ricambio aria	80,64 m ³ /h	0,02744 kg/s	0,0224 m ³ /s	
Q ventilazione =	745 W			
Qtot =	914 W			

Uffici esposizione

parete	U	A	ΔT	Esp	P.t.	Q	
Parete S	0,44902	24,225	27	1	1,2	352	
Parete O	0,44902	22,47	27	1,1	1,2	360	
porta S	1,19740	3	27	1	1,2	116	
finestra S	0,99819	3,75	27	1	1,2	121	
pav	0,74012	60,657	10	1	1,2	539	
Volume=	212 m3					Qtot	1488

persone=

10

Q persone =

115 W

V aria =

70 L/s

0,08575 kg/s

0,07 m3/s

Q ventilazione =

2.329 W

Q persone =

1150 W

Qtot =

2668 W

Magazzino

parete	U	A	ΔT	EsP	P.t.	Q	
parate N	0,44902	30	27	1,2	1,2	524	
parete S	0,44902	25	27	1	1,2	364	
parete E	0,44902	44	27	1,15	1,2	736	
pav	0,74012	60	10	1	1,2	533	
porta S	1,19740	5	27	1	1,2	194	
Finestra E	0,99819	6	27	1,15	1,2	223	
Volume=	300 m3					Qtot	2574

persone=

4

Q persone =

130 W

V aria =

28 L/s

0,0343 kg/s

0,028 m3/s

Q ventilazione =

932 W

Q persone =

520 W

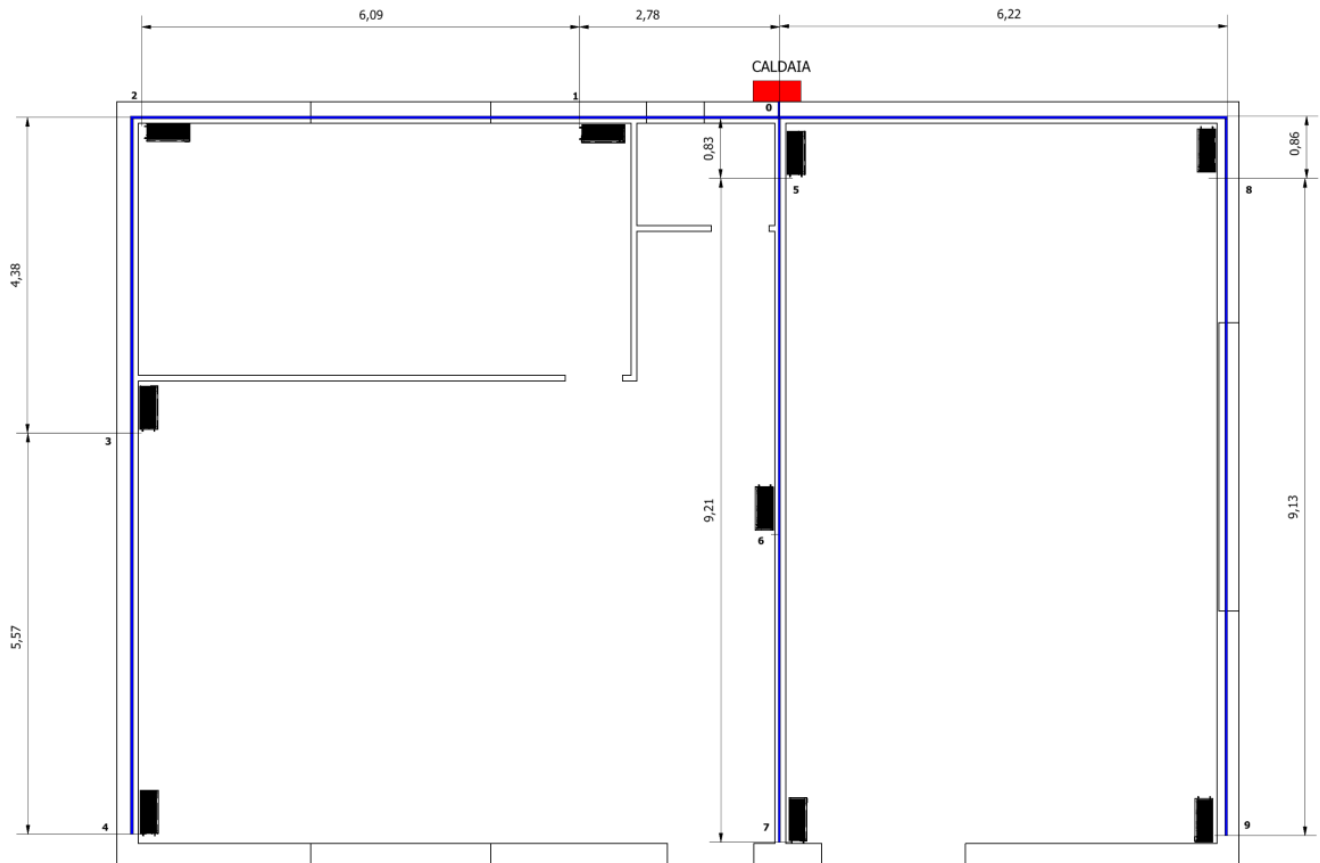
Qtot =

2985 W

Dispersioni totali

LOCALE	Q
	watt
Uffici	1851
Uff. + espos.	2668
Magazzino	2985
Bagno	914
Qtot.	8418

DISEGNO IMPIANTO



IMPIANTO FAN COILS

Tratto	Lungh. m	Tipo	Velocità m/s	Fan Coil	Modello	Pot. FC watt	Potenza watt	Portata kg/s	D m	Deff m	Vel. Eff. m/s
C-0	1	princip.	1			6917	6917	0,16524	0,015	0,015	1
0-1	2,78	second.	0,5	1	ULS20	925	3628	0,08667	0,015	0,015	0,5
1-2	6,09	second.	0,5	2	ULS20	925	2703	0,06457	0,013	0,013	0,5
2-3	4,38	second.	0,5	3	ULS20	889	1778	0,04247	0,010	0,010	0,5
3-4	5,57	second.	0,5	4	ULS20	889	889	0,02124	0,007	0,01	0,27
0-5	0,83	second.	0,5	5	ULS10	400	2089	0,0499	0,011	0,011	0,5
5-6	4,61	second.	0,5	6	ULS20	889	1689	0,04035	0,010	0,010	0,5
6-7	4,61	second.	0,5	7	ULS20	800	800	0,01911	0,007	0,01	0,24
0-8	7,08	second.	0,5	8	ULS10	400	1200	0,02867	0,009	0,01	0,37
8-9	9,13	second.	0,5	9	ULS20	800	800	0,01911	0,007	0,01	0,24

Al termine di ogni tratto è presente il FAN COIL identificato con il numero terminale

NB: posizionare i FC piu grandi alla distanza maggiore per non avere tubature secondarie troppo piccole

IMPIANTI AD ARIA

PRESSIONE PARZIALE VAPORE PV E TEMPERATURA MINIMA MESE PIU' FREDDO

N.	Sigla prov.	Località	Altitudine m	Gen Pa
1	AG	Agrigento	230	1184
2	AL	Alessandria	95	509
3	AN	Ancona	16	819
4	AO	Aosta	583	497
5	AP	Ascoli Piceno	154	744
6	AQ	L'Aquila	714	595
7	AR	Arezzo	246	727
8	AT	Asti	123	492
9	AV	Avellino	348	744
10	BA	Bari	5	758
11	BG	Bergamo	249	671
12	BL	Belluno	383	514
13	BN	Benevento	135	799
14	BO	Bologna	54	636
15	BR	Brindisi	15	1023
16	BS	Brescia	149	661
17	BZ	Bolzano	262	364
18	CA	Cagliari	4	973
19	CB	Campobasso	701	666
20	CE	Caserta	68	879
21	CH	Chieti	330	757
22	CL	Caltanissetta	568	816
23	CN	Cuneo	534'	557
24	CO	Como	201	634
25	CR	Cremona	45	540
26	CS	Cosenza	238	824
27	CT	Catania	7	901

Sigla Prov.	Località	Altitudine (m)	Gen (°C)
AQ	L'Aquila	714	2,0
AR	Arezzo	246	5,1
BA	Bari	5	8,6
BG	Bergamo	249	3,1
BO	Bologna	54	2,1
BS	Brescia	149	1,5
BZ	Bolzano	262	1,2
CA	Cagliari	4	10,3
CE	Caserta	68	8,7
CO	Como	201	2,9
CS	Cosenza	238	8,1
CT	Catania	7	10,7
CZ	Catanzaro	320	8,3
FE	Ferrara	9	1,4
FI	Firenze	40	5,3
GE	Genova	19	7,9
LO	Lodi	87	0,9
LI	Livorno	3	7,5
ME	Messina	3	11,7
MI	Milano	122	1,7
MN	Mantova	19	1,0
MO	Modena	34	1,4
NA	Napoli	17	10,5
NO	Novara	159	0,9
PA	Palermo	14	11,1
PC	Piacenza	61	0,1
PD	Padova	12	1,9

PRESSIONE DI SATURAZIONE VAPORE PVSAT

Utilizziamo la seguente formula ricavata per interpolazione dai dati tabellari (la T in °C).

$$pv \text{ sat} = 0,0496965 * T^3 + 0,979515 * T^2 + 46,9035 * T + 609,484 \text{ [Pa]}$$

	A	B	C	D	E	F
1	Brescia			Milano		
2	Tmin=	1,5 °C		Tmin=	1,7 °C	
3	pv =	661 Pa		pv=	590 Pa	
4	Calcolo					
5	pv sat =	682,2 Pa		pv sat =	692,3 Pa	
6	UR=	96,9 %		UR=	85,2 %	

Tab. 6.2 Proprietà termodinamiche dell'aria umida a saturazione (pressione atmosferica standard: 101,325 kPa)

t (°C)	W (g/kg)	v_a (m ³ /kg)	v_s (m ³ /kg)	h_a (kJ/kg)	h_w (kJ/kg)
- 20	0,6373	0,7165	0,7173	- 20,115	- 18,545
- 19	0,7013	0,7194	0,7202	- 19,109	- 17,380
- 18	0,7711	0,7222	0,7231	- 18,103	- 16,201
- 17	0,8473	0,7251	0,7261	- 17,098	- 15,006
- 16	0,9303	0,7279	0,7290	- 16,092	- 13,793
- 15	1,0207	0,7308	0,7320	- 15,086	- 12,562
- 14	1,1191	0,7336	0,7349	- 14,080	- 11,311
- 13	1,2262	0,7364	0,7379	- 13,075	- 10,039
- 12	1,3425	0,7393	0,7409	- 12,069	- 8,742
- 11	1,4690	0,7421	0,7439	- 11,063	- 7,421
- 10	1,6062	0,7450	0,7469	- 10,057	- 6,072
- 9	1,7551	0,7478	0,7499	- 9,052	- 4,693
- 8	1,9166	0,7507	0,7530	- 8,046	- 3,283
- 7	2,0916	0,7535	0,7560	- 7,040	- 1,838
- 6	2,2811	0,7563	0,7591	- 6,035	- 0,357
- 5	2,4862	0,7592	0,7622	- 5,029	1,164
- 4	2,7081	0,7620	0,7653	- 4,023	2,728
- 3	2,9480	0,7649	0,7685	- 3,017	4,336
- 2	3,2074	0,7677	0,7717	- 2,011	5,995
- 1	3,4874	0,7705	0,7749	- 1,006	7,706
0	3,7895	0,7734	0,7781	0,000	9,473
0 ^(*)	3,789	0,7734	0,7781	0,000	9,473
1	4,076	0,7762	0,7813	1,006	11,203
2	4,381	0,7791	0,7845	2,012	12,982
3	4,707	0,7819	0,7878	3,018	14,811
4	5,054	0,7848	0,7911	4,024	16,696
5	5,424	0,7876	0,7944	5,029	18,639
6	5,818	0,7904	0,7978	6,036	20,644
7	6,237	0,7933	0,8012	7,041	22,713
8	6,683	0,7961	0,8046	8,047	24,852
9	7,157	0,7990	0,8081	9,053	27,064
10	7,661	0,8018	0,8116	10,059	29,352
11	8,197	0,8046	0,8152	11,065	31,724
12	8,766	0,8075	0,8188	12,071	34,179
13	9,370	0,8103	0,8225	13,077	36,726
14	10,012	0,8132	0,8262	14,084	39,370
15	10,692	0,8160	0,8300	15,090	42,113
16	11,413	0,8188	0,8338	16,096	44,963
17	12,178	0,8217	0,8377	17,102	47,926
18	12,989	0,8245	0,8417	18,108	51,008
19	13,848	0,8274	0,8457	19,114	54,216