

Agenzia del Demanio
Direzione Regionale Marche

Via Fermo, 1 60128 Ancona AN

dre.Marche@agenziademanio.it

RPT. Ing Stefano Santarelli mandatario

Tel. 0731/212819

Fax 0731/219153

Via A. Novello, 9 60035 Jesi AN
studio@santarelliandpartners.com



MCB0239ADMMC0015001 XX CA M DMZ001

**RELAZIONE SPECIALISTICA E DI CALCOLO IMPIANTO DI
CLIMATIZZAZIONE, VENTILAZIONE MECCANICA E GAS-METANO**

Lotto n.3

**Realizzazione della Nuova Caserma dell'Arma
dei Carabinieri, Comune di Fiastra (MC)**

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI

Ing. Stefano Santarelli
timbro e firma

Arch. Emanuele Marcotullio
timbro e firma

Geol. Daniele Stronati
timbro e firma

Ing. Francesco Antonio Pieretti
timbro e firma

Ing. Diego Cesaretti
timbro e firma

Ing. Marco Mancini
timbro e firma

Arch. Stefano Pieretti
timbro e firma

Ing. Sara Mosca
timbro e firma

Ing. Andrea Ciarimboli
timbro e firma

RELAZIONE SPECIALISTICA e DI CALCOLO IMPIANTO di CLIMATIZZAZIONE, VENTILAZIONE MECCANICA e GAS METANO

Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti

Gli impianti meccanici devono essere realizzati a regola d'arte (Legge n. 186 del 01/03/1968, Decreto n. 37 del 22/01/2008). Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di Legge e ai regolamenti vigenti alla data del contratto ed in particolare devono essere conformi:

- ✓ Regolamento (CE) n. 852/2004 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 Legge del 01/03/1968 n. 186: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici";
- ✓ D.M. 37/08 "Norme per la sicurezza degli impianti";
- ✓ Legge 9 Gennaio 1991 n. 10: "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";
- ✓ D.P.R. 26 Agosto 1993 n. 412: "Regolamento attuazione Legge 9 Gennaio 1991 n. 10";
- ✓ D.P.R. 551 del 1999;
- ✓ D.L. 19 Agosto 2005 n. 192: "Attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia";
- ✓ D.L. 29 Dicembre 2006 n. 311: "Disposizioni correttive ed integrative al D.L. 192/2005";
- ✓ D.P.R. 59/09 DPR 59/09 – Attuazione del D.Lgs. 192;
- ✓ D.M. 1 Dicembre 1975: "Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione";
- ✓ DECRETO 8 novembre 2019 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio degli impianti per la produzione di calore alimentati da combustibili gassosi".
- ✓ D.P.C.M. 05/12/1997;
- ✓ D.G.R. Marche n. 896 del 24/06/2003;
- ✓ Delibera Regione Marche n. 809 del 10/07/2006;
- ✓ D.M. n. 569 del 20 maggio 1992 "Norme di sicurezza antincendio per gli edifici storici e arti-stici destinati a musei, gallerie, esposizioni e mostre";
- ✓ D.P.R. n. 418 del 30/6/1995 "Norme di sicurezza antincendio per gli edifici di interesse storico-artistico destinati a biblioteche ed archivi";
- ✓ DECRETO 11 ottobre 2017 Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici;

- ✓ UNI 7129/2015: "Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione";
- ✓ UNI EN 13384-1/2019;
- ✓ UNI 8723/2017;
- ✓ UNI 9182/2014;
- ✓ UNI 12056/01;
- ✓ UNI 10412/06;
- ✓ UNI 10779/2021;
- ✓ Norme UNI e UNI-CIG;
- ✓ Prescrizioni delle Aziende erogatrici gas ed acqua;
- ✓ Norme INAIL. - C.E.I. - VV.F. - C.T.I.;
- ✓ Tutti i componenti di produzione, distribuzione ed utilizzazione del calore dovranno essere omologati secondo le prescrizioni della Legge n. 10/91 e successivi aggiornamenti; ciò dovrà essere documentato dai certificati di omologazione e/o di conformità dei componenti ai prototipi omologati che la Ditta dovrà fornire al Committente.
- ✓ Tutti i materiali dovranno essere dotati di certificazione attestante la caratteristica di resistenza al fuoco. I componenti elettrici di tutte le apparecchiature dovranno essere omologati e provvisti di marchio IMQ. Tutte le apparecchiature dovranno avere il marchio CE.

IMPIANTO CENTRALIZZATO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE ED ESTIVA RADIANTE A PAVIMENTO

L'edificio verrà servito da un impianto di riscaldamento e raffrescamento a pavimento a bassa inerzia termica.

La generazione del fluido termovettore avviene attraverso:

n. 1 pompe di calore aria/acqua ad inverter marca Viesmman modello Energycal Inverter 34.1 o equivalente aventi le seguenti caratteristiche:

- Numero compressori scroll inverter: 1
- Numero circuiti frigoriferi: 1
- Tensione nominale compressore 3/PE 400 V/50 Hz.
- Potenza massima assorbita (solo PdC): 15,6 KW

Prestazioni in riscaldamento secondo EN14511, con A7/W35

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

- Potenza termica con 60/90/120 rps: 25.0/34.9/41.7
- COP con 60/90/120 rps: 4,4/4,2/3,7
- Prestazioni in riscaldamento secondo EN14511, con A7/W45
- Potenza termica con 60/90/120 rps: 24.5/34.1/41.7
- COP con 60/90/120 rps: 3.7/3.5/3.1
- SCOP: 3.85
- Efficienza energetica stagionale hs: 151%
- Classe di efficienza energetica: A++

Prestazioni in raffreddamento secondo EN14511, con A35/W18

- Potenza frigo con 60/90/120 rps: 30.1/39.8/46.4
- EER con 60/90/120 rps: 4,8/4,0/3,1
- Prestazioni in raffreddamento secondo EN14511, con A35/W7
- Potenza frigo con 60/90/120 rps: 21.3/29.6/33.3
- EER con 60/90/120 rps: 3,7/3,3/2,6
- ESEER = 4.47

- Livello di pressione sonora a 10 m ISO 3744 (A35/W7): 49 dB(A)
- Livello di potenza sonora ISO 3744 (A35/W7): 81 dB(A)
- Larghezza totale mm 1456
- Profondità totale mm 739
- Altezza totale mm 1.585
- Peso complessivo kg 414

n. 1 generatore di calore a gas a condensazione versione solo riscaldamento marca Viessmann modello VITODENS 200-W B2HA da 60 kW o equivalente aventi le seguenti caratteristiche:

- Classe NOX = 5
- Classificazione 92/42 CE : 4 stelle
- campo di potenzialità utile TM /TR = 50 / 30 °C 12.0 – 60.0 kW

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

- campo di potenzialità utile $TM/TR = 80 / 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 10.9 – 55.2 kW
- potenzialità al focolare: 11.2 – 56.2 kW

I due generatori di calore sono collegati secondo lo schema funzionale allegato.

Nella stagione invernale (valvola deviatrice in posizione INVERNO), la priorità di funzionamento è data alla pompe di calore che può produrre sia fluido termovettore caldo per l'impianto termico che quello per la produzione di acs. La pompa di calore è anche adibita alla produzione di acs attraverso valvola a tre vie DV1 e DV2. La caldaia andrà ad integrare l'impianto termico solamente se la temperatura nel separatore idraulico è inferiore a quella impostata. Lo stesso dicasi per la produzione di acqua calda sanitaria attraverso la valvola DV4.

La commutazione estate/inverno avverrà attraverso apposito selettore nel quadro di centrale che andrà a modificare lo stato di funzionamento della pompa di calore e della valvola deviatrice DV3.

Le condizioni di progetto estive ed invernali, interne ed esterne, adottate sono state riportate nella relazione energetica ai sensi della L10/91 e successivi aggiornamenti.

La scelta di adottare due generatori distinti nasce dal fatto di avere sempre a disposizione una riserva sia per la produzione di acs che per il riscaldamento. In tal modo anche l'avaria di una delle valvole deviatrici motorizzate non comprometterà il servizio all'edificio. L'avaria del motore di una valvola motorizzata non comprometterà comunque il suo utilizzo manuale che potrà avvenire grazie ad una leva presente nel corpo del motore.

I terminali interni sono di due tipi:

- impianto radiante a pavimento a SECCO marca RBM_KILMA-FUTURA o equivalente senza MASSETTO con tubo in PE-RT diametro 16mm e pannello in EPS 300 già accoppiato con lo strato di alluminio avente passo di posa 100 mm con spessore isolante 33mm. Al piano terra, nel solaio verso l'autorimessa, il pannello radiante verrà posto sopra un pannello isolante in polistirene espanso estruso XPS provvisto di battentatura del tipo Styrodur 5000 CS o equivalente di spessore 14cm – vedi tavola. Per evitare affossamenti dovuto allo schiacciamento di tale isolante, questo dovrà obbligatoriamente avere un valore della resistenza a compressione al 10% di schiacciamento secondo EN 826 pari a 700 kPa e resistenza a compressione per carichi permanenti dopo 50 anni con compressione $\leq 2\%$ secondo la UNI EN 1606 pari a 250 kPa;

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati



- VMC avente la funzione di ricambiare l'aria, deumidificare ed integrare il fabbisogno frigorifero nella stagione estiva. Sono previste due tipologie di macchine:
 - RDZ UC 500-MHE o equivalente: portata aria di rinnovo e di immissione differenziate con possibilità di ricircolo anche parziale (portata aria rinnovo $160\div300$ m³/h impostabile – portata aria immissione $300\div500$ m³/h impostabile) e con integrazione sensibile estiva di 1870W,
 - RDZ modello UC 300 V1 o equivalente: portata aria di rinnovo e di immissione differenziate con possibilità di ricircolo anche parziale (portata aria rinnovo $80\div140$ m³/h impostabile – portata aria immissione $160\div300$ m³/h impostabile) e con integrazione sensibile estiva di 550W.

La distribuzione del fluido termovettore avverrà con n.3 linee così distinte:

- Linea impianto radiante spazi comuni piano seminterrato, terra e primo con miscelazione in centrale e apposito regolatore;
- Linea VMC spazi comuni diretta alle macchine;
- Linea appartamenti 1-2 privati.

Le linee saranno servite da pompe elettroniche gemellari funzionanti in modo alternato aventi le caratteristiche idrauliche riportate nello schema funzionale.

Le linee principali in centrale termica e le montanti saranno tutte in rame idoneamente coibentate secondo gli spessori previsti dall'allegato B del DPR 419/93.

Dimensionamento della rete del fluido termo-vettore dalla rete principale

Il calcolo di questi circuiti è stato sviluppato nel seguente modo:

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

- si determina la portata del tratto di tubazione in base alla potenza che il terminale deve emettere e considerando un DT 7°C per l'impianto a pavimento.
- si determina il diametro della tubazione in rame alla condizione estiva (la peggiorativa) utilizzando il grafico seguente ed imponendo la velocità secondo i criteri di seguito riportati:

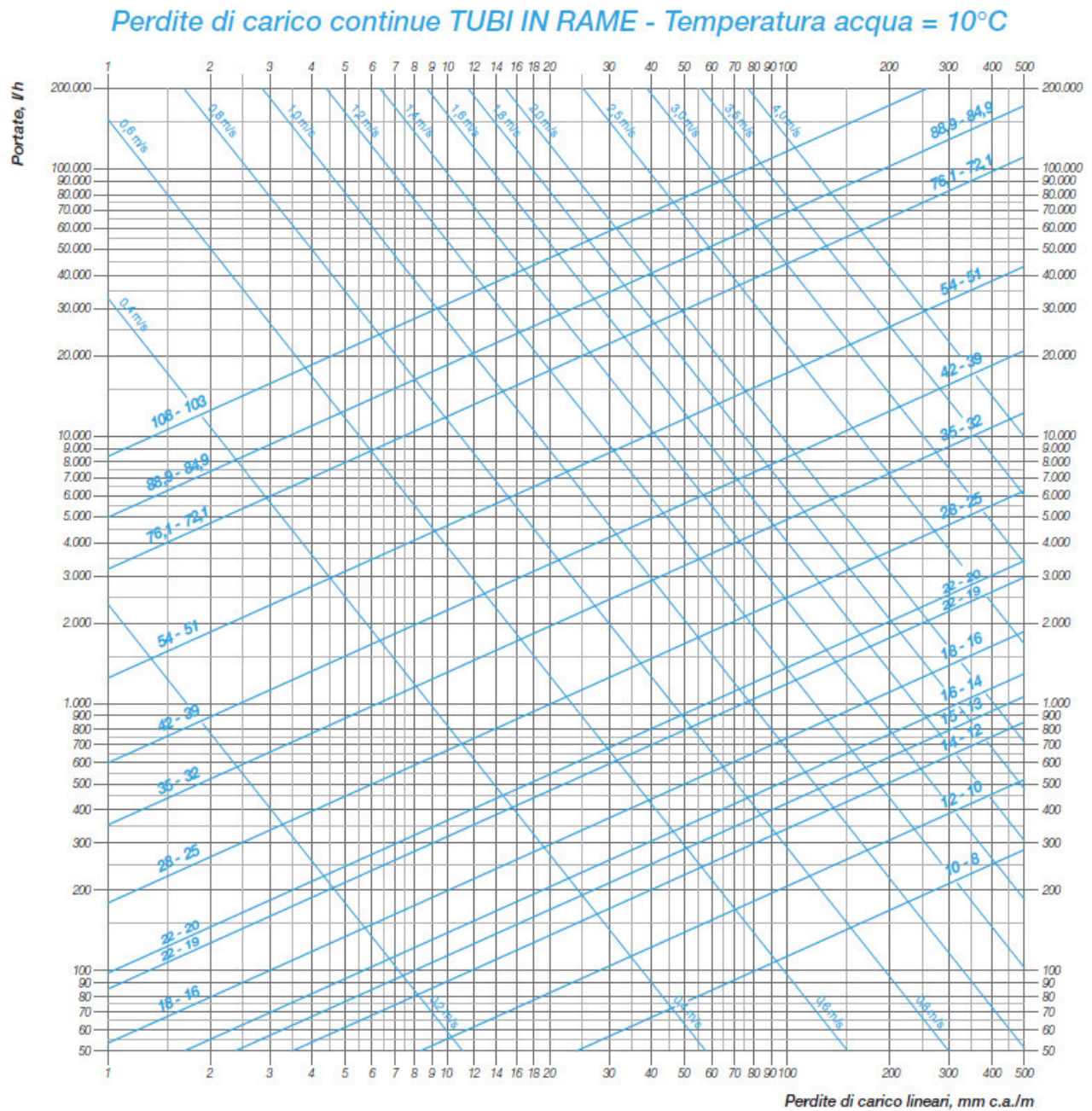
TAB. 1 - Velocità (m/s) consigliate per reti ad acqua calda e refrigerata

	tubazioni principali	tubazioni secondarie	derivazioni ai corpi scaldanti
tubi in acciaio	1,5 ÷ 2,5	0,5 ÷ 1,5	0,2 ÷ 0,7
tubi in rame	0,9 ÷ 1,2	0,5 ÷ 0,9	0,2 ÷ 0,5
tubi in mat. plastico	1,5 ÷ 2,5	0,5 ÷ 1,5	0,2 ÷ 0,7

- si determina la perdita di carico continua del tratto di tubazione moltiplicando la lunghezza del tratto considerato per la perdita di carico unitaria determinata con la tabella di cui sopra.

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati



- si determinano la perdita di carico accidentali del tratto di tubazione con la formula:

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

dove: z = perdita di carico localizzata, Pa

ξ = coefficiente di perdita localizzata, adimensionale

ρ = massa volumica del fluido, kg/m³

v = velocità media del flusso, m/s

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

















Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti -
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli -
Geol. Daniele Stronati

I coefficienti di accidentalità vengono presi dalle tabelle seguenti:

Diametro interno tubi in acciaio inox, rame e materiale plastico		8 ÷ 16 mm	18 ÷ 28 mm	30 ÷ 54 mm	> 54 mm
Diametro esterno tubi in acciaio		3/8" ÷ 1/2"	3/4" ÷ 1"	1 1/4" ÷ 2"	> 2"
Tipo di resistenza localizzata	Simbolo				
Valvola di intercettazione diritta		10,0	8,0	7,0	6,0
Valvola di intercettazione inclinata		5,0	4,0	3,0	3,0
Saracinesca a passaggio ridotto		1,2	1,0	0,8	0,6
Saracinesca a passaggio totale		0,2	0,2	0,1	0,1
Valvola a sfera a passaggio ridotto		1,6	1,0	0,8	0,6
Valvola a sfera a passaggio totale		0,2	0,2	0,1	0,1
Valvola a farfalla		3,5	2,0	1,5	1,0
Valvola a ritegno		3,0	2,0	1,0	1,0
Valvola per corpo scaldante tipo diritto		8,5	7,0	6,0	—
Valvola per corpo scaldante tipo a squadra		4,0	4,0	3,0	—
Detentore diritto		1,5	1,5	1,0	—
Detentore a squadra		1,0	1,0	0,5	—
Valvola a quattro vie		6,0		4,0	
Valvola a tre vie		10,0		8,0	
Passaggio attraverso radiatore		3,0			
Passaggio attraverso caldaia a terra		3,0			

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

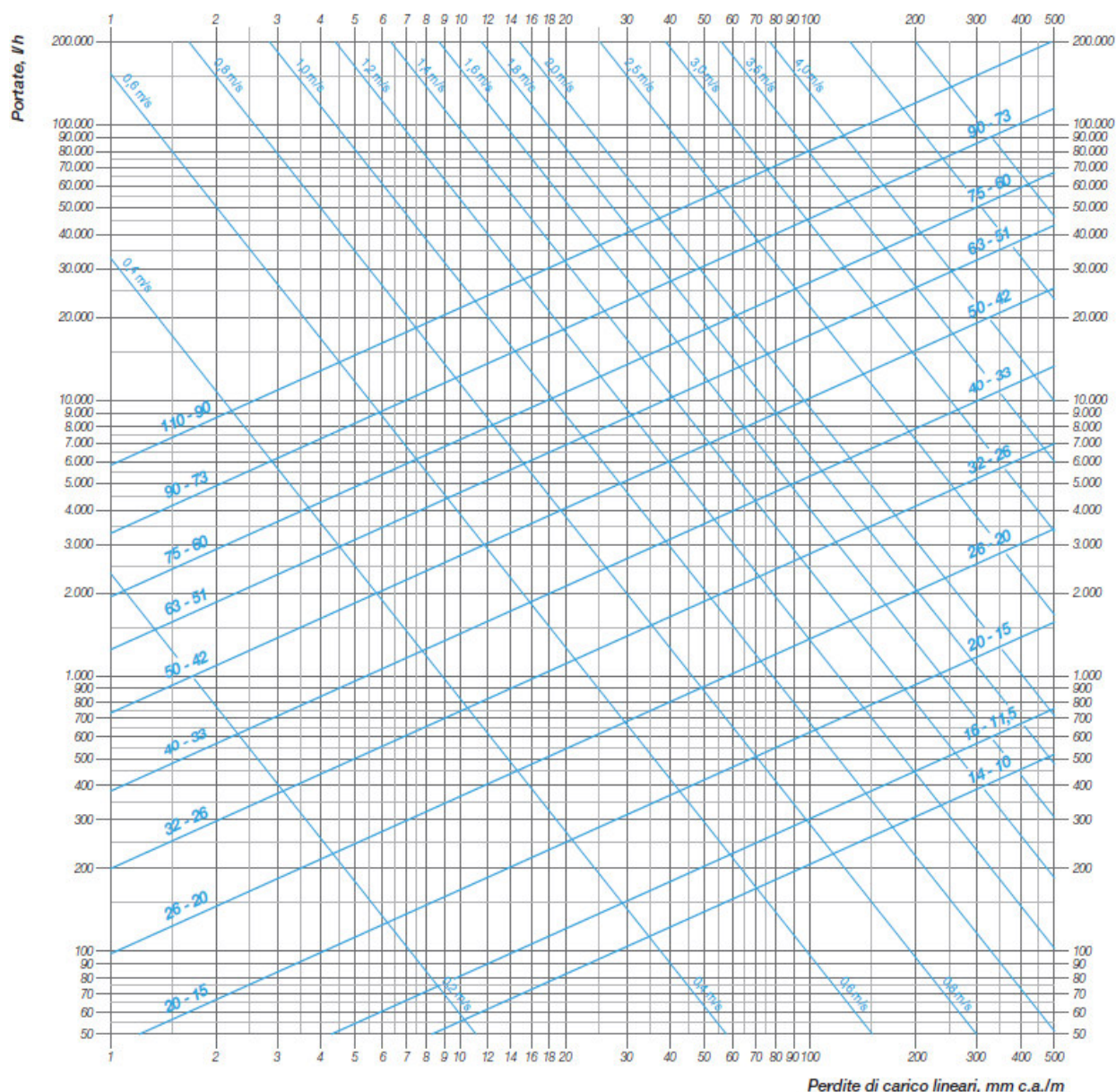
Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

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° <i>r/d = 1,5</i>		2,0	1,5	1,0	0,8
Curva normale a 90° <i>r/d = 2,5</i>		1,5	1,0	0,5	0,4
Curva larga a 90° <i>r/d > 3,5</i>		1,0	0,5	0,3	0,3
Curva stretta a U <i>r/d = 1,5</i>		2,5	2,0	1,5	1,0
Curva normale a U <i>r/d = 2,5</i>		2,0	1,5	0,8	0,5
Curva larga a U <i>r/d > 3,5</i>		1,5	0,8	0,4	0,4
Allargamento		1,0			
Restrimento		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			

Le linee secondarie saranno invece realizzate in tubazione multistrato secondo la stessa procedura di cui sopra. Il diametro della tubazione viene determinato nella condizione estiva (la peggiorativa) utilizzando il grafico seguente.

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati



I collettori di alimentazione dei circuiti radianti saranno in polimero anticondensa adatti al funzionamento caldo e freddo completo di coibentazione, cassetta, sportello e testina elettrotermica in ogni circuito. La posa del pannello radiante dovrà avvenire seguendo tutte le fasi previste dal produttore in particolare:

- posa nel sottofondo di MAPECONTACT RBM by Mapei per incollaggio pannello;
- posa di primer epossidico di protezione della parte superiore del pannello PRIMER MF RBM by Mapei;
- posa di primer acrilico per aggrappaggio colla superiore ECO PRIM T by Mape.

I collettori dei due appartamenti saranno dotati di pompa di rilancio e miscelazione caldo/freddo completa di

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

regolatore. In questo caso la VMC sarà derivata a monte della miscelatrice. In tal modo si potrà contabilizzare l'intero consumo dell'appartamento – vedi capitolo specifico.

Ai collettori delle parti comuni arriverà acqua già miscelata calda o fredda (35°C / 18°C) dalla centrale termica con apposita regolazione, mentre le vmc saranno alimentate con una linea a parte a temperatura diversa (7°C). I circuiti di ogni locale sono stati dimensionati in modo da avere una perdita di carico massima pari a 1500 mmca e considerando le seguenti rese termiche.

POTENZIALITA' TERMICA DELL'IMPIANTO RADIANTE KILMA-FUTURA
(VALORI SECONDO UNI EN 1264)
- CERAMICA 12,5 MM -

Emissione areica specifica e temperatura superficiale ()**

T di mandata [°C]	Delta T	Interasse tubazione			
		10 (cm)		15 (cm)	
		q [W/m²]	θ _{f,m} [°C]	q [W/m²]	θ _{f,m} [°C]
33	5	66	26,3	51	24,8
	6	62	25,9	48	24,6
	7	58	25,6	44	24,3
	8	54	25,3	41	24,1
34	5	73	26,9	56	25,3
	6	69	26,6	53	25,0
	7	65	26,3	50	24,8
	8	61	25,9	47	24,6
35	5	80	27,5	62	25,8
	6	76	27,2	59	25,5
	7	72	26,9	55	25,3
	8	68	26,6	52	25,0
36	5	87	28,1	67	26,3
	6	83	27,8	64	26,0
	7	79	27,5	61	25,8
	8	75	27,2	58	25,5
37	5	93	28,7	72	26,8
	6	90	28,4	69	26,5
	7	86	28,1	66	26,3
	8	82	27,8	63	26,0
38	5	100	29,3	78	27,3
	6	96	29,0	75	27,0
	7	92	28,7	72	26,8
	8	88	28,4	69	26,5
39 *	5	107	30,0	83	27,7
	6	103	29,6	80	27,5
	7	99	29,3	77	27,3
	8	95	29,0	74	27,0
40	5	113	30,6	88	28,2
	6	110	30,3	85	28,0
	7	106	30,0	82	27,7
	8	102	29,6	79	27,5
41	5	120	31,2	94	28,7
	6	116	30,9	91	28,5
	7	113	30,6	88	28,2
	8	109	30,3	85	28,0
42	5	127	31,8	99	29,2
	6	123	31,5	96	29,0
	7	119	31,2	93	28,7
	8	116	30,9	90	28,5

* Limite massimo T. mandata consigliato.

** Valori ottenuti rispettando le condizioni di funzionamento impianto sopra indicate.

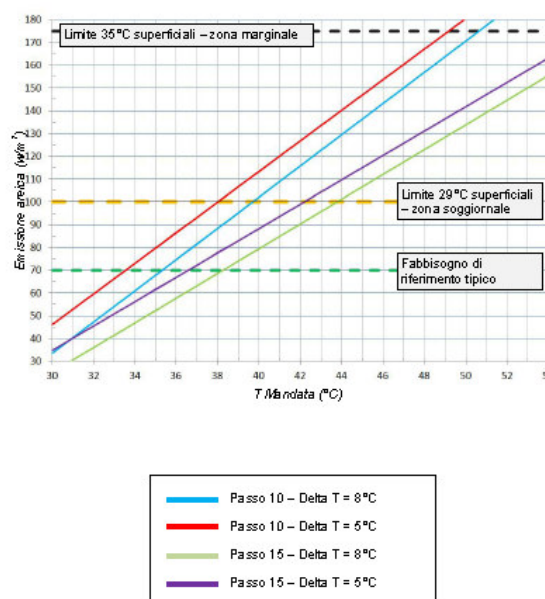
θ_{f,m} = Temperatura superficiale del pavimento.

q = Emissione areica specifica del pavimento.

Condizioni di funzionamento impianto:

Resistenza termica pavimento (ceramica 12,5 mm)	R _{A,s}	0,01 [m²K/W]
Conducibilità termica tubo (valore tubo polietilene)	λ _R	0,41 [W/(mK)]
Diametro esterno tubo	D _a	16,0 [mm]
Spessore parete tubo	S _r	2,0 [mm]
Temperatura ambiente	Θ _a	20,0 [°C]

Curve rese termiche impianto:



RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati



POTENZIALITA' RAFFRESCAMENTO DELL'IMPIANTO RADIANTE KILMA-FUTURA
(VALORI SECONDO UNI EN 1264)
- CERAMICA 12,5 MM -

Emissione areica specifica e temperatura superficiale ()**

T di mandata [°C]	Delta T	Interasse tubazione			
		10 [cm]		15 [cm]	
		q [W/m²]	θ _{f,m} [°C]	q [W/m²]	θ _{f,m} [°C]
13	3	53,34	17,75	44,99	19,05
14	3	48,58	18,48	40,94	19,66
15 (*)	3	43,84	19,20	36,91	20,28
16	3	39,10	19,92	32,87	20,89
17	3	34,35	20,65	28,83	21,51
18	3	29,58	21,37	24,78	22,12
19	3	24,84	22,09	20,75	22,74
20	3	20,09	22,82	16,71	23,35

* Limite minimo T. mandata consigliato.

** Valori ottenuti rispettando le condizioni di funzionamento impianto sopra indicate.

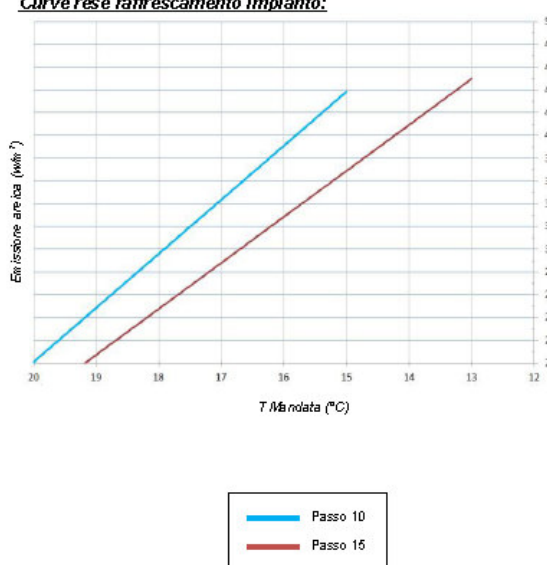
θ_{f,m} = Temperatura superficiale del pavimento.

q = Emissione areica specifica del pavimento.

Condizioni di funzionamento impianto:

Resistenza termica pavimento (ceramica 12,5 mm)	$R_{A,B}$	0,01 [m²K/W]
Conducibilità termica tubo (valore tubo polietilene)	λ_R	0,41 [W/(mK)]
Diametro esterno tubo	D_e	16,0 [mm]
Spessore parete tubo	S_r	2,0 [mm]
Temperatura ambiente	θ_a	26,0 [°C]
Umidità relativa ambiente	Hr	65%
Delta T (mandata – ritorno)	ΔT	3 °C

Curve rese raffreddamento impianto:



Ogni locale con permanenza di persone sarà dotato di sonda ambiente ri-tarabile con azione sulle testine del collettore che permetterà di gestire in modo ottimale la temperatura in funzione delle esigenze degli occupanti, dell'orientamento e dell'affollamento, il tutto all'interno delle fasce orarie di funzionamento dell'impianto. I due appartamenti oltre alla gestione delle temperature nelle singole stanze, avranno la possibilità di programmare l'accensione con apposito cronotermostato a programmazione settimanale.

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

Riepilogo portate di progetto collettori impianto radiante.

Collettore	Numero circuiti riscald.	Area riscald. [m ²]	Portata acqua [kg/h]	Perdita press. tot. [Pa]	Lunghezza totale tubi [m]	tm [°C]	tr [°C]
PT.1	13	95,2	817	9210	994,9	36,0	28,7
PT.2	9	69,2	555	15770	602,3	36,0	28,9
PT.3	10	65,3	560	4530	798,6	36,0	28,0
PT.4	8	59,1	498	5660	645,4	36,0	28,0
P1.5	12	88,2	532	4230	907,8	36,0	28,0
P1.6	12	86,3	546	5230	892,6	36,0	28,0
P1.7	6	51,3	316	5440	516,6	36,0	28,0
P1.8	6	56,4	348	5970	572,1	36,0	28,0

Calcolo delle line di alimentazione dei collettori

- Linea appartamenti privati:

Collettori 5+6=532+546= 1078 l/h

Linea secondaria 0,5-0,9 m/s

Diametro $\phi 35 \times 1.0 \text{ mm}$

- Linea appartamenti aree comuni:

Collettori 1+2+3+4+7+8= 817+555+560+498+316+348=3094 l/h

Linea secondaria 0,5-0,9 m/s

Diametro $\phi 42 \times 1,5 \text{ mm}$

La commutazione estiva dell'impianto andrà a chiudere le testine nei bagni, del vano scale, dei corridoi degli spazi comuni e dei locali non destinati alla permanenza di persone in modo da non creare problemi di condensa sulle pavimentazioni anche nel caso di elevato transito esterno-interno dal portone principale.

La regolazione della centrale termica avverrà attraverso i regolatori implementati nella pompa di calore e nel generatore di calore marca Viessmann con opportune espansioni. I prodotti equivalenti dovranno avere la stessa tecnologia di gestione della centrale.

Per la regolazione della temperatura ambiente si avrà un sistema BACS di classe B vedi relazione specialistica.

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA CON DEUMIDIFICAZIONE E BATTERIA DI INTEGRAZIONE FRIGORIFERA.

La ventilazione meccanica, la deumidificazione e l'integrazione frigorifera avverrà attraverso n. 6 macchine aventi le seguenti caratteristiche.

- **n.4 macchine** UNITA' di RINNOVO dell'aria ambiente con con recupero del calore ad alta efficienza (~90%) e per la deumidificazione estiva marca RDZ UC 500-MHE o equivalente. Portata aria di rinnovo e di immissione differenziate con possibilità di ricircolo anche parziale (portata aria rinnovo 160÷300 m³/h impostabile – portata aria immissione 300÷500 m³/h impostabile). Funzionalità di rinnovo aria, ricircolo, free-cooling, boost, deumidificazione, integrazione potenza sensibile estiva e invernale. L'installazione orizzontale a soffitto è dotata di circuito frigorifero completo (R410), batteria di pre-trattamento con valvola modulante ½" da alimentare con acqua refrigerata (15 °C), ventilatori modulanti ad alta efficienza EC, 5 serrande motorizzate per la gestione delle portate d'aria nelle varie funzionalità, by-pass per free-cooling, filtri G3 (ISO coarse 50%) e silenziatore. Lo smaltitore di calore sull'aria di espulsione consente di ridurre i consumi energetici sia in funzionamento di deumidificazione che di integrazione.

Principali caratteristiche:

- Capacità di deumidificazione (ricircolo): 31.2 l/24h con (26 °C UR 55%)
 - Capacità di deumidificazione (rinnovo): 74.1 l/24h con (35 °C UR 50%)
 - Portata acqua nominale (a 15 °C): 500 l/h
 - Integrazione potenza sensibile estiva: 1870 W
 - Connessioni aerauliche per ricircolo e mandata ambiente Ø 200 mm
 - Connessioni aerauliche umidi Ø150 mm
 - Potenza elettrica: 110 W
 - Pannello di controllo da barra DIN (6 moduli) TH CONTROLLER per la visualizzazione del funzionamento e l'impostazione dei parametri dell'unità. È necessario portare al pannello i segnali per la gestione della deumidificazione, dell'integrazione estiva e invernale, del boost e del free-cooling.
- **n. 2 macchine** UNITA' di RINNOVO dell'aria ambiente con recupero del calore ad alta efficienza (~90%) e per la deumidificazione estiva marca RDZ modello UC 300 V1 o equivalente. Realizzata in lamiera pre-verniciata bianca. Portata aria di rinnovo e di immissione differenziate con possibilità di ricircolo anche parziale (portata aria rinnovo 80÷140 m³/h impostabile – portata aria immissione 160÷300 m³/h impostabile). Funzionalità di rinnovo aria, ricircolo, free-cooling, boost, deumidificazione, integrazione potenza sensibile

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

estiva e invernale. Installazione a soffitto, è dotata di circuito frigorifero completo (R290), batteria di pre-trattamento e scambiatore a piastre con valvole modulanti 1/2" da alimentare con acqua refrigerata (15 °C), ventilatori modulanti ad alta efficienza EC, 1 serranda motorizzata che regola automaticamente il flusso di ricircolo e filtri G4 (ISO coarse 60%). L'unità sarà controllata con display TH Controller.

Principali caratteristiche:

- Capacità di deumidificazione (ricircolo): 38.7 l/24h con (26 °C UR 65%)
- Capacità di deumidificazione (rinnovo): 51.4 l/24h con (35 °C UR 50%)
- Portata acqua nominale (a 15 °C): 410 l/h
- Integrazione potenza sensibile estiva: 900 W
- Connessioni aerauliche per ricircolo e mandata ambiente Ø 160 mm
- Connessioni aerauliche esterne e ripresa ambienti umidi Ø 100 mm
- Potenza elettrica max: 550 W

Le macchine saranno attivate secondo una logica OR delle seguenti condizioni:

- Programmazione oraria da fare sul pannello di controllo;
- Umidità ambiente;
- Accensione luci bagni.

La distribuzione del fluido termovettore avverrà con due tipologie di condotti:

- condotta per la termoventilazione e il condizionamento dell'aria, realizzata con pannelli sandwich di spessore 20,5 mm, con trattamento autopulente e antimicrobico, ad effetto loto e all'esterno con una lamina di alluminio goffrato, conduttività termica iniziale 0,022 W/mK, classe di reazione al fuoco 0-1, spessore pannello 20,5 mm:
- Condotto flessibile per convogliamento aria e fluidi gassosi, realizzato mediante spirale in acciaio armonico ricoperto da un materassino in fibra di vetro spessore mm 25 avvolto su entrambe le facce da un foglio di alluminio, temperatura d'impiego da -20°C a + 120°C.

La distribuzione dell'aria negli ambienti sarà realizzata tramite bocchette e/o diffusori circolari in funzione delle caratteristiche plano volumetriche di ogni locale. Le griglie di ripresa saranno in acciaio bianco ad alette fisse con passo 25 mm e/o

Le macchine hanno a disposizione n.3 allacci per l'aria interna e n.2 per l'aria esterna. Quelli dell'aria esterna sono relativi all'immissione dell'aria pulita negli ambienti e all'espulsione dell'aria viziata. Internamente invece abbiamo:

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

- il circuito di estrazione dell'aria viziata dagli ambienti "sporchi" bagni e/o lavanderia;
 - il circuito di immissione dell'aria (in parte ricircolata ed in parte esterna) che avviene negli ambienti "puliti" e destinati alla permanenza delle persone;
 - il circuito di ripresa che prede l'aria in ambiente e la fa ricircolare nella macchina a meno che non avvenga il free-cooling.

Viste le modeste portate d'aria in gioco, la ripresa e /o estrazione, non avviene direttamente in tutti gli ambienti. In caso di assenza della ripresa puntuale, il transito dell'aria dai locali di immissione, al locale ove si trova la bocchetta di estrazione, è garantita dalle infiltrazioni attraverso le porte che nella maggior parte dei casi sono vetrate.

Nelle cucine per l'estrazione dei vapori di cottura andrà installata una cappa aspirante elettrica.

Il calcolo dei circuiti aeraluici è stato affrontato partendo dalle equazioni unidimensionali della continuità e del moto, trattando il fluido come incomprimibile, date le piccole variazioni di pressione lungo i condotti rispetto al valore assoluto della pressione e facendo riferimento ai valori medi della massa volumica e della viscosità dell'aria.

Lo studio del moto all'interno di un condotto viene effettuato partendo dall'equazione di Bernoulli:

$$\frac{v^2}{2g} + \int \frac{dp}{g\rho} + z = H$$

essendo:

- p la pressione statica,
- v la velocità del fluido, mediata sulla sezione,
- r la massa volumica,
- g l'accelerazione di gravità,
- z l'altezza,
- H l'altezza totale.

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

La relazione scritta sopra si riferisce alle condizioni ideali, in assenza di attriti.

Introducendo le perdite presenti nel condotto reale, si può scrivere la relazione tra due sezioni generiche del sistema:

$$z_1 + \frac{p_1}{g\rho} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{g\rho} + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta p_t$$

dove il termine Δp_t rappresenta la perdita di pressione dovuta alle resistenze tra le due sezioni.

Perdite di pressione distribuite

Le perdite per attrito sono dovute essenzialmente alla viscosità del fluido e dipendono dal regime di moto considerato. Nel caso di flusso laminare, con bassi valori del numero di Reynolds, il coefficiente di attrito dipende solo da tale parametro:

$$\text{Re} = \frac{vD\rho}{\mu}$$

essendo:

- v la velocità del fluido, mediata sulla sezione,
- ρ la massa volumica,
- μ la viscosità dinamica,
- D il diametro del condotto.

Nel caso in esame il moto del fluido è turbolento, per cui le perdite per attrito dipendono anche dal fattore di rugosità del materiale costituente il condotto.

Il termine dovuto a tali attriti si può esprimere, per metro lineare, con la seguente relazione di Darcy-Weisbach

$$\Delta p = f_D \frac{\rho \frac{v^2}{2}}{D}$$

in cui il termine f_D rappresenta il fattore di attrito.

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

Tale termine, che racchiude in sé le condizioni di turbolenza e i fattori di instabilità dovuti al regime di transizione tra moto laminare e turbolento, nonché la rugosità assoluta del materiale, è rappresentato nella funzione di Colebrook

$$\frac{1}{\sqrt{f_D}} = -2 \log_{10} \left[\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f_D}} \right]$$

essendo ε il fattore di rugosità assoluta del condotto.

Le *perdite di pressione concentrate* dovute a resistenze concentrate vengono calcolate utilizzando il termine della velocità, contenuto dell'equazione di Bernoulli, moltiplicato per opportuni coefficienti che tengono conto del tipo di resistenza concentrata.

La relazione utilizzata è quindi la seguente:

$$\Delta p = k \rho \frac{v^2}{2}$$

essendo k il coefficiente di perdita localizzata.

Le portate di aria sono conformi a quanto indicato dalle norme UNI 10339/95 ed alla UNI EN 16798-1/2019 e comunque in grado di garantire almeno 0,5v/h per ogni locale. La velocità dell'aria nelle zone occupate dalle persone, dal pavimento sino ad una altezza di 2 metri, non sarà superare 0,15 m/s.

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

Calcolo canale principale VMC 500mc/h

CALCOLO CANALI

PORTATA in mc/h	500	PORTATA in Lt/s	138,9
VELOCITA' in m/s	4,50	SUPERFICIE ESTERNA CANALE CIRCOLARE mq/m	0,72
SEZIONE CANALE in cmq.	308,64	SUPERFICIE ESTERNA CANALE RETTANGONALE mq/m	1,32
SCELTA LATO MINIMO cm.	50		
ALTRO LATO cm.	6		
DIAMETRO EQUIVALENTE cm.	19,83		

PER CANALIZZAZIONI AVENTI LATO MAGGIORE SINO a 30 cm. USARE SPESSORI di 6/10 mm. ** PER LATO MAGGIORE COMPRESO TRA 35 e 60 cm. USARE SPESSORI 8/10 mm. ** PER LATO MAGGIORE COMPRESO TRA 65 e 100 cm. USARE SPESSORI 10/10 mm. ** OLTRE USARE SPESSORI di 12/10 mm.

	SENZA FLANGIA	CON FLANGIA
PESO CANALE RETTANGONALE Kg/m (sp. 6/10 mm)	6,36	7,64
PESO CANALE RETTANGONALE Kg/m (sp. 8/10 mm)	8,49	10,19
PESO CANALE RETTANGONALE Kg/m (sp. 10/10 mm)	10,62	12,74
PESO CANALE RETTANGONALE Kg/m (sp. 12/10 mm)	12,75	15,30
PESO CANALE CIRCOLARE Kg/m (sp. 8/10 mm)	4,63	5,55

PERDITA di CARICO in Pa ogni 10 metri di CANALE	9,79
PERDITA di CARICO DP in mmH2O ogni 10 metri di CANALE	0,98

Calcolo canale principale VMC 300mc/h

CALCOLO CANALI

PORTATA in mc/h	300	PORTATA in Lt/s	83,3
VELOCITA' in m/s	4,70	SUPERFICIE ESTERNA CANALE CIRCOLARE mq/m	0,57
SEZIONE CANALE in cmq.	177,30	SUPERFICIE ESTERNA CANALE RETTANGONALE mq/m	1,27
SCELTA LATO MINIMO cm.	50		
ALTRO LATO cm.	4		
DIAMETRO EQUIVALENTE cm.	15,03		

PER CANALIZZAZIONI AVENTI LATO MAGGIORE SINO a 30 cm. USARE SPESSORI di 6/10 mm. ** PER LATO MAGGIORE COMPRESO TRA 35 e 60 cm. USARE SPESSORI 8/10 mm. ** PER LATO MAGGIORE COMPRESO TRA 65 e 100 cm. USARE SPESSORI 10/10 mm. ** OLTRE USARE SPESSORI di 12/10 mm.

	SENZA FLANGIA	CON FLANGIA
PESO CANALE RETTANGONALE Kg/m (sp. 6/10 mm)	6,11	7,33
PESO CANALE RETTANGONALE Kg/m (sp. 8/10 mm)	8,15	9,79
PESO CANALE RETTANGONALE Kg/m (sp. 10/10 mm)	10,20	12,24
PESO CANALE RETTANGONALE Kg/m (sp. 12/10 mm)	12,25	14,70
PESO CANALE CIRCOLARE Kg/m (sp. 8/10 mm)	3,66	4,39

PERDITA di CARICO in Pa ogni 10 metri di CANALE	14,09
PERDITA di CARICO DP in mmH2O ogni 10 metri di CANALE	1,41

Dall'analisi delle superficie opache e trasparenti, vista la superficie radiante a pavimento e considerato il contributo sensibile dato anche dall'aria, si ritiene che in tutti i locali abitativi (con presenza costante di persone) anche quelli con ampie superficie vetrate sarà garantito un adeguato comfort termo-igrometrico.

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

IMPIANTO GAS-METANO

Per l'alimentazione del nuovo generatore di calore verrà realizzato un nuovo impianto di adduzione gas-metano. La linea di adduzione del combustibile verrà realizzata in parte con tubazioni in polietilene interrata ed in parte a vista in acciaio zincato. L'intero impianto sarà intercettabile nel box contatori, all'esterno della centrale termica ed immediatamente prima del generatore di calore.

La progettazione delle tubazioni è stata eseguita considerando:

- *Potere calorifico superiore: 39,83 MJ/Nmc*
- *Potere calorifico inferiore: 35,89 MJ/mc*
- *Massima velocità ammissibile nelle tubazioni: 5m/s*
- *Massima perdita di carico fra il punto di consegna ed il generatore di calore: 2mbar*
- *Altitudine località: 732m*
- *Pressione assoluta locale: 921,546mbar*
- *Temperatura di calcolo: 30°C*

L'impianto sarà completo di tutti i componenti (presa di pressione, valvole di intercettazione, giunti antivibranti, giunti dielettrici e di transizione) necessari a garantire il buon funzionamento e la conformità dell'impianto alla norma UNI 10845/2018 ed al DECRETO 8 novembre 2019 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio degli impianti per la produzione di calore alimentati da combustibili gassosi".

Tutti gli impianti sopra descritti dovranno essere collaudati secondo le modalità specifiche, dovranno essere certificati ai sensi del D.M. 37/08 e di ogni altra normativa vigente in ambito di sicurezza degli impianti, antincendio, risparmio energetico, acustica e di prodotto.

I marchi proposti nel progetto hanno lo scopo di:

- individuare il livello di qualità richiesto dai componenti dell'impianto;
- **ottimizzare gli interventi ed i costi manutentivi e facilitare il loro interfacciamento** utilizzando il più possibile per i componenti principali un'unica marca.

In fase esecutiva la scelta di materiali dovrà rispondere agli stessi requisiti ed avere caratteristiche equivalenti a quelli indicati avendo cura che gli stessi siano conformi alle direttive Europee. Tale conformità dovrà essere

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati

dimostrata presentando le specifiche tecniche dei componenti scelti.

Le voci dell'elenco prezzi riportano diverse tipologie di codice alfanumerico:

- E.01.008 (lettera.numero): estratto dal prezzo del cratere Marche aggiornato al 2018;
- 13.18.006 (solo codici numerici): estratto dal prezzo Marche 2019;
- NP...: nuovi prezzi desunti da apposita analisi prezzi;

Per alcune lavorazioni, non previste nei prezzi della regione Marche, sono stati utilizzati i prezzi anno 2019 dell'Umbria e dell'Abruzzo poiché è stato verificato tali prezzi sono congrui con quelli medi di mercato della regione Marche. Per tali voci, nell'elenco prezzi sono stati utilizzati i seguenti codici alfanumerici:

- UMB.18.....(codice numerico con prefisso UMB) estratto dal prezzo Umbria 2019;
- ABR.18.....(codice numerico con prefisso ABR) estratto dal prezzo Abruzzo 2019.

Allegati:

- Calcolo delle dorsali principali VMC.

Chiaravalle, 7 Aprile 2021

RTP Mandatario: Ing. Stefano Santarelli

Mandanti: Arch. Emanuele Marco Tullio - Ing. Francesco Antonio Pieretti - Ing. Diego Cesaretti –
Ing. Marco Mancini - Arch. Stefano Pieretti - Ing. Sara Mosca - Ing. Andrea Ciarimboli –
Geol. Daniele Stronati