



COMUNE DI PADOVA

SETTORE LAVORI PUBBLICI

EFFICIENTAMENTO ENERGETICO IMMOBILI AD USO SCOLASTICO CT134 - Scuola Materna "Sacro Cuore" Via Domenico Piva, 3 - 35127 Padova (PD)

PROGETTO ESECUTIVO IMPORTO COMPLESSIVO € 150'000,00

DESCRIZIONE ELABORATO

RELAZIONE DI CALCOLO

Scala:	Elaborato:	10
N° Progetto: LLPP EDP 2018_147	CUP:	H96C18000330004
REVISIONE: 01	DATA EMISSIONE:	OTTOBRE 2018

Progettista Impianti:

ing. Nicola Cappellato

Via Guido Rossa
35120 - Ponte San Nicolò (PD)
Tel. 049 2612025 / Fax 049 8591422
E-mail: info@studiocappellato.com



Responsabile Unico del Procedimento:

Arch. Diego Giacon

Comune di Padova
Settore Lavori Pubblici
Via N. Tommaseo, 60
35131 - Padova (PD)

Capo Settore:

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	NORME E LEGGI.....	3
3.	DATI CLIMATICI E DI PROGETTO DI RIFERIMENTO	5
4.	DIMENSIONAMENTO GENERATORI E GIUSTIFICAZIONE ENERGETICA	6
5.	VALVOLE TERMOSTATIZZABILI	7
6.	DIMENSIONAMENTO LINEE DI DISTRIBUZIONE	9
7.	DIMENSIONAMENTO ELETTROCIRCOLATORI.....	10
8.	VERIFICHE DELLE LINEE ELETTRICHE DI ALIMENTAZIONE DEI TERMINALI	11
8.1.	Verifica del cavo elettrico di alimentazione	11
8.2.	Verifica organi di protezione	11
9.	LINEE ELETTRICHE.....	13
10.	INTERRUTTORI DI PROTEZIONE	14
11.	ALLEGATI.....	15

1. PREMESSA

La presente relazione descrive i principali criteri utilizzati per il dimensionamento delle opere previste in progetto per l'efficientamento energetico della Scuola Materna "Sacro Cuore" sita in Via Domenico Piva n. 3 nel Comune di Padova (PD).

Saranno illustrate le scelte principali ed i risultati.

2. NORME E LEGGI

Per la determinazione dei fabbisogni e nella progettazione degli impianti sono state osservate le norme tecniche, le leggi ed i regolamenti vigenti sotto indicati:

- Legge 09/01/1991 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. 26/08/1993 n.412 – Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione all'articolo 4 comma 4 della Legge 09/01/1991 n.10;
- D.P.R. 21/12/1999 n.551 – Regolamento recante modifiche al D.P.R. 26/08/1993 n.412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia;
- D.Lgs. 19/08/2005 n.192 – Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- D.Lgs. 29/12/2006 n.311 – Disposizioni correttive ed integrative al D.Lgs. 19/08/2005 n.192, recante attuazione della Direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- D.P.R. 02/04/2009 n.59 – Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del D.Lgs. 19/08/2005 n.192, concernente attuazione della Direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia;
- D.Lgs. 04/07/2014 n.102 – Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE ed abroga le direttive 2004/08/CE e 2006/32/CE;
- D.I. 26/06/2015 – Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici;
- D.I. 26/06/2015 – Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici;
- D.Lgs. 03/04/2006 n.152 – Testo unico ambientale e ss.mm.ii.;
- D.Lgs. 09/04/2008 n. 81 – Attuazione dell'articolo 1 della Legge 03/08/2007 n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.M. 01/12/1975 – Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione e Raccolta R INAIL (ex-ISPEL) edizione 2009;
- D.M. 12/12/1985 – Norme tecniche relative alle tubazioni;
- D.M. 12/04/1996 – Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi;
- D.M. 22/01/2008 n.37 – Disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- Norma UNI EN 10255:2007 – Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura;
- Norma UNI 11528:2014 – Impianti a gas di portata termica maggiore di 35 kW – Progettazione, installazione e messa in servizio;
- Norma UNI 9860:2006 – Impianti di derivazione di utenza del gas: progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento;
- UNI EN ISO 6946:2018 – Componenti ed elementi per l'edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodi di calcolo;
- UNI EN ISO 10077-1:2018 – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità;
- UNI EN ISO 10077-2:2018 – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 2: Metodo numerico per i telai;
- UNI 10349:2016 – Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici;
- UNI 10351:2015 – Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto;
- UNI 10355:1994 – Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo;
- UNI/TS 11300-1:2014 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- UNI/TS 11300-2:2014 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali;
- UNI/TS 11300-3:2010 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;
- UNI/TS 11300-4:2016 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;

- UNI/TR 11552:2014 – Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici - Parametri termofisici;
- UNI EN ISO 13786:2018 – Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo;
- UNI EN ISO 14683:2018 – Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento;
- UNI EN 15603:2008 – Prestazione energetica degli edifici - Consumo energetico globale e definizione dei metodi di valutazione energetica;
- CEI 64-8 – Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua
- CEI 64-12 – Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- CEI 20-40 – Cavi elettrici - Guida all'uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U);
- Norme UNI e CEI specifiche tecniche applicabili;
- Prescrizioni relative all'art. 46, comma 3, del D.Lgs. n°277/91 sulle caratteristiche delle apparecchiature e impianti inerenti i livelli di rumore emessi;
- Prescrizione tecniche della USL competente;
- Prescrizioni e regolamenti comunali applicabili.

3. DATI CLIMATICI E DI PROGETTO DI RIFERIMENTO

Dati climatici invernali esterni:

- Temperatura: -5,0°C

Dati climatici invernali interni di progetto:

- Temperatura.: 20°C
- Affollamento: Determinato da normativa e sulle postazioni effettivamente presenti

Il rendimento globale dell'impianto è stato determinato considerando i terminali esistenti mentre i sistemi di regolazione, distribuzione e generazione sono impostati tarati sulla base delle opere previste in progetto, ovvero:

- nuovo gruppo termico a condensazione,
- elettropompa primaria a velocità variabile,
- valvole termostattizzabili complete di teste termostatiche su tutti i terminali.

4. DIMENSIONAMENTO GENERATORI E GIUSTIFICAZIONE ENERGETICA

L'intervento in questione rappresenta la soluzione finale ad uno studio energetico eseguito sulla struttura in oggetto, con l'obiettivo di razionalizzare l'uso dell'energia, contenere i consumi ed i costi di intervento, massimizzando il rendimento medio stagionale dell'impianto, riducendo così le emissioni inquinanti in atmosfera e garantendo il livello di confort e le condizioni richieste all'interno degli ambienti. Si riporta di seguito una tabella di confronto con le potenzialità termiche installate attualmente nell'impianto ed il fabbisogno energetico ricavato dalle indagini energetiche:

POTENZA INSTALLATA ESISTENTE	POTENZA NECESSARIA DA INDAGINE
Portata termica esistente: 161,5 kW Potenza utile esistente: 145,3 kW	Fabbisogno riscaldamento: 84,27 kW Rendimento attuale medio stagionale: 58,9% Portata termica richiesta riscaldamento: 143,07 kW

L'indagine si riferisce alle condizioni di funzionamento precedenti all'intervento in oggetto, considerato lo stato di funzionamento del generatore di calore e le condizioni del sistema di regolazione. Nella valutazione sopra riportata non è compresa la potenza per il servizio di acqua calda sanitaria in quanto non vi è produzione di acqua calda sanitaria nell'impianto in oggetto.

L'intervento proposto di sostituzione del sistema di generazione attuale con un nuovo gruppo termico a condensazione consente una razionalizzazione dell'impiego dell'energia grazie alle soluzioni tecnologiche messe in campo. In particolare, si ottiene ora un miglioramento del sistema di produzione, la presenza di bruciatore modulante e lo sfruttamento della condensazione portano infatti ad un sensibile miglioramento del rendimento medio stagionale.

La potenza considerata nella progettazione dell'intervento risulta la seguente:

FABBISOGNO IMPIANTO	NUOVA POTENZA INSTALLATA
Fabbisogno riscaldamento: 84,27 kW Nuovo rendimento medio stagionale: 76,9% Portata termica richiesta riscaldamento: 109,58 kW	Nuova portata termica: 115,00 kW Nuova potenza utile: 112,01 kW

L'indagine contenuta in tabella riporta le condizioni di funzionamento precedenti all'intervento in oggetto. Per l'impianto in questione, come già precedentemente citato, non è presente produzione di acqua calda sanitaria.

Per il dimensionamento del nuovo sistema pertanto si è presa a riferimento la potenza minima richiesta qui indicata senza maggiorazioni in quanto tale potenza considera già al suo interno un'aliquota per intermittenza, quindi per superare i transitori di avviamento tipici di una gestione intermittente del funzionamento come quella qui presente.

Il rendimento medio stagionale atteso supererà l'attuale di circa diciotto punti percentuali. La scelta della potenza è legata infine agli scalini di taglia presenti per la tipologia di generatori scelti, nella fattispecie è stata individuata la taglia maggiore più prossima alla potenza richiesta secondo queste valutazioni.

5. VALVOLE TERMOSTATIZZABILI

Il dimensionamento delle valvole termostatiche, in termini di diametro nominale, va effettuata in funzione di:

- Potenza del corpo scaldante dove viene installata,
- Salto termico di progetto sul terminale;
- Salto di pressione di progetto a disposizione per la valvola termostatica,
- Errore massimo ammissibile di temperatura nelle condizioni di progetto (banda proporzionale di protetto).

La potenza del corpo scaldante è il dato di progetto risultante dal calcolo dei carichi termici oppure dal rilievo dei radiatori installati nel caso di ristrutturazioni (utilizzando per esempio il metodo riportato nella norma UNI-CTI 10200). È un dato che varierà per ogni singolo corpo scaldante.

Il salto termico di progetto sul terminale è il valore ottenuto nel corpo scaldante nelle condizioni di massima potenza. Si può utilizzare un valore di 10 °C, che corrisponde sia alla differenza di temperatura nominale dei radiatori, sia alla differenza di temperatura interna di molti generatori di calore. In funzionamento, la differenza di temperatura potrà essere anche maggiore. Quello suggerito è un valore prudenziale per il calcolo delle portate di acqua di progetto della rete di distribuzione e quindi il dimensionamento delle tubazioni stesse. Come si vedrà, nel funzionamento reale di un impianto a valvole termostatiche la portata è molto inferiore a quella di progetto.

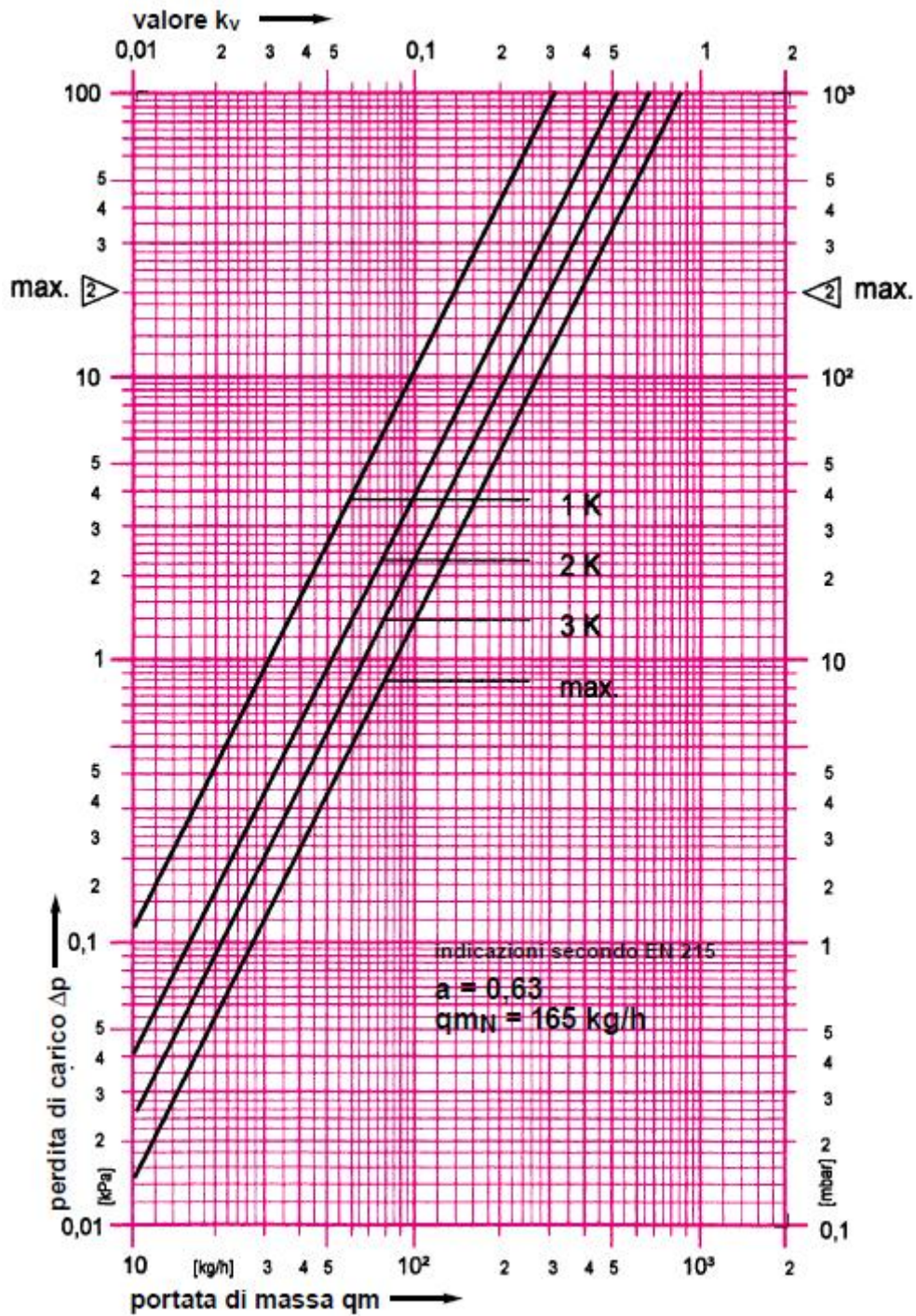
Il salto di pressione di progetto è la differenza di pressione disponibile ai capi delle valvole termostatiche in condizioni di progetto (massime portate).

L'errore massimo ammissibile di temperatura (banda proporzionale di progetto) è il massimo scarto ammesso fra la temperatura impostata sulla manopola della valvola termostatica e la temperatura ambiente reale (inferiore) per consentire la circolazione della portata d'acqua di progetto, quindi l'erogazione della potenza massima di progetto. Il suo valore non dovrebbe mai essere superiore ai 2 °C, preferibilmente dell'ordine di 1°C.

La valvola va dimensionata una volta fissati questi valori per ogni corpo scaldante e si determina:

- la portata d'acqua di progetto, dividendo la potenza massima di progetto ed il calore specifico dell'acqua;
- la dimensione della valvola termostatica la cui curva deve passare sopra il punto di funzionamento determinato dalla portata massima di progetto e dalla prevalenza disponibile.

Sulla scorta poi dei diagrammi forniti dai costruttori (per es. vedasi diagramma in seguito indicato) è possibile verificare il diametro della valvola in relazione della portata, salto di pressione e banda proporzionale scelta.



6. DIMENSIONAMENTO LINEE DI DISTRIBUZIONE

Sulla base della potenza termica richiesta dall'edificio, sono state ricavate le portate che attraversano le linee di distribuzione di riscaldamento di nuova realizzazione. Il dimensionamento è stato eseguito con l'ausilio di tabelle e grafici comunemente usati in ambito tecnico.

Per il calcolo della caduta di pressione si è fatto uso della formula di Darcy-Weisbach:

$$\Delta p = f \frac{l}{d} \frac{\rho}{2g} v^2$$

dove:

Δp = caduta di pressione [m.c.a.];
 f = coefficiente di attrito (adimensionale);
 l = lunghezza della tubazione [m];
 d = diametro interno della tubazione [m];
 ρ = massa volumica del fluido [kg/m³];
 g = accelerazione di gravità [m²/s];
 v = velocità del fluido [m/s].

Il coefficiente di attrito f è funzione del numero di Reynolds Re (1) del fluido e della rugosità superficiale della tubazione. In particolare, con $Re < 2000$ (moto laminare) si ha direttamente:

$$f = \frac{64}{Re}$$

Per valori di $Re > 4000$ (moto turbolento), f si calcola utilizzando un diagramma specifico (diagramma di Moody). Nella pratica, per il dimensionamento delle tubazioni dell'acqua, si può ricorrere al diagramma delle perdite di carico relativo al tipo di materiale utilizzato per i tubi: vengono infatti riportati la velocità dell'acqua, il diametro della tubazione, la portata e la perdita di carico. Le norme tecniche impongono di contenere le perdite di carico entro circa 20-30 mm.c.a./m; dal diagramma, nota la portata, si può facilmente ricavare il necessario diametro della tubazione ed anche la relativa velocità dell'acqua. Quest'ultima, per evitare il pericolo di erosione della superficie interna dei tubi, deve essere sempre mantenuta sotto gli 1,5 m/s.

(1) Il numero di Reynolds si calcola con la formula adimensionale:

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

dove:

v = velocità media del fluido [m/s];
 d = diametro della tubazione [m];
 ν = viscosità cinematica del fluido [m²/s].

7. DIMENSIONAMENTO ELETTROCIROLATORI

Il gruppo termico è già provvisto al suo interno degli elettrocirolatori dedicati ai moduli ed adeguatamente dimensionati al fine di garantire un'adeguata portata sul circuito primario.

La portata elaborata dall'elettrocirolatore del circuito di riscaldamento è stata ricavata in funzione sia degli apparecchi in centrale termica, sia dalla potenza dei terminali presenti una volta scelto il salto termico di progetto. La prevalenza da sviluppare è stata ricavata sulla base dei diametri delle tubazioni rilevate in centrale termica e del numero di radiatori ipoteticamente collegati a ciascun anello di alimentazione monotubo presente.

Il nuovo elettrocirolatore sarà del tipo a numero di giri variabile, pertanto in grado di modificare la portata inviata ai circuiti in relazione al valore impostato per la regolazione della prevalenza, sia essa costante o proporzionale. La scelta del cirolatore è stata fatta in modo da consentirne il funzionamento vicino alla curva limite massima per valori di portata che si aggirano attorno al 70% della portata massima.

Dalle valutazioni effettuate si giunge ai seguenti dati caratterizzanti il nuovo elettrocirolatore installato nell'impianto:

CIRCUITO	PORTATA [m³/h]	PREVALENZA [m.c.a.]
Riscaldamento principale	7,0	7,0

8. VERIFICHE DELLE LINEE ELETTRICHE DI ALIMENTAZIONE DEI TERMINALI

8.1. Verifica del cavo elettrico di alimentazione

La verifica dei cavi elettrici esistenti è stata eseguita su due principali fronti:

1. la distribuzione dei cavi dal quadro elettrico generale dell'edificio fino al quadro elettrico di centrale termica e successivamente fino ai singoli apparecchi che avviene all'interno di tubi in PVC adeguatamente dimensionati;
2. l'intensità di corrente richiesta dalle nuove apparecchiature in relazione al tipo di posa ed alla sezione dei cavi esistenti.

Il carico elettrico è stato valutato facendo riferimento alla potenza massima ricavabile dalla scheda tecnica dell'apparecchio. I cavi sono stati verificati in modo tale che risultino soddisfatte le relazioni:

$$I_b \leq I_z$$

$$\Delta V\% \leq 4\%$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego del cavo;
- I_z è la portata del cavo, calcolata tenendo conto del tipo di cavo e delle condizioni di posa;
- $\Delta V\%$ è la caduta di tensione percentuale lungo il cavo.

Le portate dei cavi elettrici sono state ricavate dalle tabelle CEI-UNEL 35024 tenendo conto delle condizioni di posa. Il dimensionamento dei cavi e la conoscenza delle loro caratteristiche elettriche ha consentito di verificare che le cadute di tensione, con correnti non superiori alle correnti di impiego, sono inferiori al 4% della tensione nominale del sistema.

Il calcolo delle cadute di tensione è stato effettuato con la relazione:

$$\Delta U\% = K \cdot \frac{r \cdot \cos\varphi + x \cdot \sin\varphi}{U_N} \cdot L \cdot I_b$$

con:

- $K = 2$ (per linee monofasi)
- $K = \sqrt{3}$ (per linee trifasi)
- r ed x rispettivamente resistenza e reattanza per unità di lunghezza del cavo alla temperatura di regime [Ω/m]
- L = lunghezza linea [m]
- I_b = corrente d'impiego [A]
- U_N = tensione nominale del sistema [V]
- $\cos\varphi$ = fattore di potenza della linea

Le sezioni minime dei conduttori di fase sono (per quanto prescritto dalla norma CEI 64-8 per installazioni di tipo fisso):

- 1,5 mm² per circuiti di potenza;
- 0,5 mm² per circuiti di comando e segnalazione.

L'eventuale conduttore di neutro, deve avere la stessa sezione del rispettivo conduttore di fase.

Se il conduttore di fase ha sezione superiore ai 16 mm², il neutro può avere sezione inferiore se vengono rispettate entrambe le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm² se in rame od a 25 mm² se in alluminio.

8.2. Verifica organi di protezione

La protezione della linea contro il sovraccarico sarà assicurata dall'interruttore magnetotermico differenziale che è posto in partenza alla linea e che protegge la linea anche dai contatti indiretti. La protezione garantirà il rispetto delle seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

dove I_z è la portata della linea da proteggere, I_n la corrente nominale dell'interruttore I_b è la corrente di impiego delle condutture.

Nel dettaglio per la protezione dei cavi da sovraccarico sono presenti interruttori aventi correnti nominali I_N e correnti convenzionali di funzionamento I_F che soddisfino le seguenti condizioni:

$$I_F \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_F \leq 1,45 I_Z$$

In ottemperanza all'art.433.2 della Norma CEI 64-8.

Il potere di interruzione è stato verificato in modo che sia sempre superiore alla corrente di corto circuito presunta ai morsetti dell'interruttore stesso. Inoltre l'interruttore presente è tale da garantire il rispetto della condizione:

$$I^2t \leq K^2 S^2$$

dove:

- I^2t è l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore (l corrente di corto circuito effettiva);
- $K = 143$ (è una costante caratteristica dei cavi che dipende sia dal materiale del conduttore che dal tipo di isolante);
- S è la sezione del cavo in mm^2 .

Il valore di I^2t deve essere fornito dal costruttore per gli interruttori di tipo limitatore. Avendo assicurato la protezione da sovraccarico tramite l'installazione di un interruttore magnetotermico avente potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di cortocircuito presunta nel suo punto di installazione, la relazione sopramenzionata è senz'altro soddisfatta per corto circuito al termine della condotta indipendentemente dalla lunghezza della stessa.

La protezione contro i contatti diretti è realizzata mediante isolamento completo delle parti attive dell'impianto. Inoltre l'impiego di dispositivi differenziali con corrente differenziale d'intervento non superiore a 30 mA, è riconosciuto come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione.

La protezione contro i contatti indiretti è anch'essa assicurata mediante messa a terra delle masse e mediante intervento automatico del dispositivo differenziale ($I_{dn}=0,03A$) posto a monte della linea di alimentazione.

9. LINEE ELETTRICHE

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensioni non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL. Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse per i conduttori di rame sono:

- 0,75 mm² per i circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm² per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kW;
- 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3,6 kW;
- 4 mm² per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW.

10. INTERRUTTORI DI PROTEZIONE

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti. La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8. In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) e una corrente in funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z). In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate, è automaticamente soddisfatta nel caso d'impiego d'interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5. Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione $I^2t \leq Ks^2$ (artt. 434.3, 434.3.1, 434.3.2 e 434.2 delle norme CEI 64-8). Essi devono avere un potere d'interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto d'installazione. È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere d'interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere d'interruzione (artt. 434.3, 434.3.1., 434.3.2 delle norme CEI 64-8). In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante, I^2t , lasciata passare dal dispositivo a monte, non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

11. ALLEGATI

- Relazione di calcolo rete gas;
- Relazione di calcolo sistema scarico fumi.

Ponte San Nicolò, 12 ottobre 2018



Relazione di calcolo DIMENSIONAMENTO RETE GAS

EDIFICIO: **Scuola Materna "Sacro Cuore" - CT 134**

INDIRIZZO: **Via Domenico Piva, 3 - 35127 Padova (PD)**

IMPIANTO: **Modifica rete gas**

COMMITTENTE: **Comune di Padova**

INDIRIZZO: **Via del Municipio, 1 - 35122 Padova (PD)**

DATA: **12/10/2018**



File di calcolo **APPR_10_EDP EFFICIENTAMENTO IMMOBILI_USO_SCOLASTICO_R.C._134.E41**
Software di calcolo EDILCLIMA – EC741 versione 5.17.38

ing. Nicola Cappellato
Via Guido Rossa, 7 - 35020 Ponte San Nicolò (PD)

VINCOLI DI PROGETTO

Tipo di calcolo: **UNI 11528**
Con recupero di statica: **Si**

LOCALITA'

Comune: **PADOVA**
Provincia: **PD**
Altitudine: **12** m
Pressione assoluta: **1011,812** mbar

TIPO DI GAS

Gas utilizzato: **Gas nazionale**
Potere calorifico superiore: **37,85** MJ/m³
Potere calorifico inferiore: **34,09** MJ/m³
Temperatura critica: **96,67** °C
Pressione critica: **33940** mbar

ELENCO UTENZE

Utenze	Potenza termica [kW]	Portata [m ³ /h]
Generatore a condensazione	115,00	12,14

Alimentazione

PARAMETRI DI CALCOLO

Temperatura di calcolo:	5,0	°C
Pressione di alimentazione:	20,000	mbar
Δp ammissibile:	10,000	mbar
Velocità ammissibile:	5,00	m/s

PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO

Potenza termica:	115,00	kW
Portata:	12,14	m ³ /h
Δp totale:	0,421	mbar
Pressione residua:	19,579	mbar
Velocità massima:	3,04	m/s
Utenza sfavorita:	5 - Generatore a condensazione	

DATI RETE

Nodo iniz.	Nodo fin.	Lungh. [m]	Descrizione tubazione	DN	n. curve	n. tee	n. valv.	Utenza	Potenza [kW]	Portata [m³/h]
1	2	2,00	UNI EN 10255:2007 - Tubi di acciaio - tipo L1	50	3	0	1			
2	3	35,00	UNI EN 10255:2007 - Tubi di acciaio - tipo L1	50	2	0	0			
3	4	6,00	UNI EN 10255:2007 - Tubi di acciaio - tipo L1	50	3	0	2			
4	5	2,00	UNI EN 10255:2007 - Tubi di acciaio - tipo L1	32	1	0	0	Generatore a condensazione	115,00	12,14

RISULTATI TUBAZIONI

Nodo iniz.	Nodo fin.	Lungh. [m]	Quota [m]	Descrizione tubazione	DN	Ø int. [mm]	Ø est. [mm]	Portata [m³/h]	Velocità [m/s]	Dp tot. [mbar]
1	2	2,00	0	UNI EN 10255:2007 - Tubi di acciaio - tipo L1	50	53,9	60,3	12,14	1,40	0,043
2	3	35,00	0	UNI EN 10255:2007 - Tubi di acciaio - tipo L1	50	53,9	60,3	12,14	1,40	0,195
3	4	6,00	0	UNI EN 10255:2007 - Tubi di acciaio - tipo L1	50	53,9	60,3	12,14	1,40	0,063
4	5	2,00	0	UNI EN 10255:2007 - Tubi di acciaio - tipo L1	32	36,6	42,4	12,14	3,04	0,120

RISULTATI UTENZE

Nodo	Quota [m]	Descrizione utenza	Potenza [kW]	Portata [m³/h]	Dp tot. [mbar]	Pressione residua [mbar]
5	0,0	Generatore a condensazione	115,00	12,14	0,421	19,579

Dimensionamento di Camino Singolo

Progettazione e verifica secondo UNI EN 13384-1

EDIFICIO *Scuola Materna "Sacro Cuore" - CT 134*

INDIRIZZO *Via Domenico Piva, 3 - 35127 Padova (PD)*

DESCRIZIONE *Nuovo raccordo fumi ed intubamento camino*

COMMITTENTE *Comune di Padova*

INDIRIZZO *Via del Municipio, 1 - 35122 Padova (PD)*

DATA *12/10/2018*

Rif. ***APPR_10_EDP EFFICIENTAMENTO IMMOBILI USO SCOLASTICO R.C. 134 E33***
Software di calcolo EDILCLIMA – EC733 versione 4.17.41



ing. Nicola Cappellato
Via Guido Rossa, 7 - 35020 Ponte San Nicolò (PD)

DATI AMBIENTE INSTALLAZIONE

Dati località

Località	PADOVA (PD)	
Altitudine s.l.m.	H _{slm}	12 m
Temperatura aria esterna massima	T _{Lmax}	30 °C
Temperatura aria esterna minima	T _{Lmin}	-5 °C

Dati condotti

Tipo funzionamento camino	Camino in pressione
Tipo condotti	condotto semplice - canali separati
Tipo funzionamento sistema	umido

Adduzione aria

Coefficiente di sicurezza	S _E	1,5	
Fattore incostanza temperatura	S _H	0,5	
Pressione del vento	P _L	0	Pa
Tipo apertura aria comburente	Apertura di ventilazione		
Lunghezza	L _B	0,3	m
Diametro idraulico	D _{hB}	600	mm
Rugosità	r _B	5	mm
Accidentalità	Z _B	0,15	
Resistenza aria comburente	P _B	0,0	Pa

Regolatore di tiraggio

Diametro idraulico	D _{hNL}	-	mm
Rugosità	r _{NL}	-	mm
Categoria		-	

DATI GENERATORE

Caratteristiche generatore

Marca	GENERATORE MURALE A CONDENSAZIONE	
Modello		
Combustione	Pressurizzata	
Tipo potenza	Modulante	
Combustibile	Metano	
Condensazione	Si	
Reg. tiraggio	No	
D _w	[mm]	120
T _c	[°C]	5
K _F	[%]	-

Caratteristiche fumi

		a potenza massima	a potenza minima
Q _F	[kW]	115	11
P _{Fpr}	[%]	2,6	1,7
%CO ₂	[%]	9,0	9,2
T _w	[°C]	56,5	38,0
m _w	[kg/s]	0,03590	0,00350
P _{w0}	[Pa]	40,0	40,0
P _{womin}	[Pa]	-	-
Ecc	[%]	27,2	24,6

Legenda:

D _w	diámetro di attacco dello scarico dei prodotti della combustione espresso in mm
T _c	temperatura dell'aria comburente espressa in °C
K _F	fattore di conversione di SO ₂ in SO ₃ espressa in %
Q _F	potenza termica al focolare espressa in kW
P _{Fpr}	perdita di combustione di progetto espressa in %
%CO ₂	concentrazione in volume di CO ₂ espressa in %
T _w	temperatura di uscita dei prodotti della combustione espressa in °C
m _w	portata massica dei prodotti della combustione espressa in kg/s
P _w	tiraggio minimo per il generatore di calore espressa in Pa
P _{w0}	pressione differenziale massima del generatore di calore espressa in Pa
P _{wm}	tiraggio massimo per il generatore di calore espressa in Pa
P _{wom}	pressione differenziale minima del generatore di calore espressa in Pa
Ecc	eccesso d'aria espresso in %

DATI CONDOTTI

CANALE DA FUMO		
Marca		
Serie		
Forma		<i>Circolare</i>
D _{1V}	[mm]	<i>120</i>
D _{2V}	[mm]	-
%ub _V	[%]	<i>100</i>
%uh _V	[%]	<i>0</i>
%uu _V	[%]	<i>0</i>
%ul _V	[%]	<i>0</i>
Materiale		<i>materiale plastico</i>
R _{TV}	[m ² K/W]	<i>0,01541</i>
S _{PV}	[mm]	<i>3</i>
r _V	[mm]	<i>1</i>
L _V	[m]	<i>2</i>
H _V	[m]	<i>0,2</i>
Z _V		<i>1,5</i>
P _{Zecc}	[Pa]	<i>200</i>

CONDOTTO FUMI		
Marca		
Serie		
Forma		<i>Circolare</i>
D ₁	[mm]	<i>120</i>
D ₂	[mm]	-
%ub	[%]	<i>60</i>
%uh	[%]	<i>0</i>
%uu	[%]	<i>0</i>
%ul	[%]	<i>40</i>
Materiale		<i>Acciaio inox monoparete</i>
R _T	[m ² K/W]	<i>0,14653</i>
S _P	[mm]	<i>100,6</i>
r	[mm]	<i>1</i>
L	[m]	<i>5,5</i>
H	[m]	<i>4,5</i>
Z		<i>1</i>
P _{Zecc}	[Pa]	<i>200</i>

Legenda:

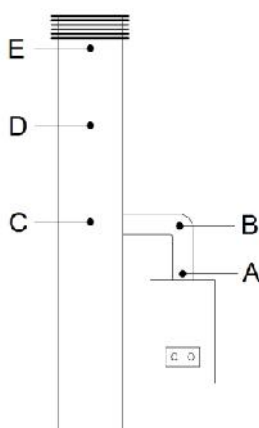
D	dimensioni del condotto espresso in mm
%ub	percentuale di esposizione del condotto rispetto al locale caldaia espressa in %
%uh	percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni riscaldati espressa in %
%uu	percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni non riscaldati espressa in %
%ul	percentuale di esposizione del condotto rispetto all'esterno dell'edificio espressa in %
R_T	resistenza termica media del condotto espressa in m ² K / W
S_P	spessore medio del condotto espresso in mm
r	valore medio di rugosità della parete interna del condotto espressa in mm
L	lunghezza del condotto espressa in m
H	altezza efficace del condotto espressa in m
Z	somma dei coefficienti di resistenza al flusso
P_{Zecc}	pressione massima ammissibile dal condotto espressa in Pa

RISULTATI DI CALCOLO (RIASSUNTO)

Legenda punti di misurazione

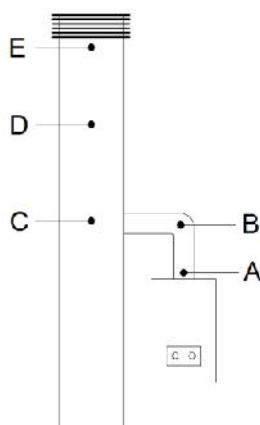
- A: Valori all'ingresso del canale da fumo (o uscita del canale di adduzione aria)
B: Valori medi del canale da fumo (o canale di adduzione aria)
C: Valori all'ingresso del condotto fumi (o uscita del condotto di adduzione aria)
D: Valori medi del condotto fumi (o condotto di adduzione aria)
E: Valori all'uscita del condotto fumi (o ingresso del condotto di adduzione aria)

Apparecchio acceso alla potenza massima



EVACUAZIONE FUMI					
CASO A - Temperatura esterna massima			CASO C - Temperatura esterna minima		
Pressioni [Pa]	Temp. [°C]	Velocità [m/s]	Pressioni [Pa]	Temp. [°C]	Velocità [m/s]
A: 40,0 B: - C: 17,1 D: - E: -	A: 56,5 B: 54,5 C: 52,7 D: 49,0 E: 32,1	A: - B: 3,100 C: - D: 3,048 E: -	A: 40,0 B: - C: 4,2 D: - E: -	A: 56,5 B: 54,5 C: 52,5 D: 47,7 E: 30,2	A: - B: 3,100 C: - D: 3,036 E: -

Apparecchio acceso alla potenza minima



EVACUAZIONE FUMI					
CASO B - Temperatura esterna massima			CASO D - Temperatura esterna minima		
Pressioni [Pa]	Temp. [°C]	Velocità [m/s]	Pressioni [Pa]	Temp. [°C]	Velocità [m/s]
A: 40,0 B: - C: -0,5 D: - E: -	A: 38,0 B: 36,8 C: 35,7 D: 33,9 E: 3,4	A: - B: 0,286 C: - D: 0,283 E: -	A: 40,0 B: - C: -5,5 D: - E: -	A: 38,0 B: 34,9 C: 32,1 D: 24,9 E: 0,3	A: - B: 0,284 C: - D: 0,275 E: -

VERIFICHE FINALI

CASO A - Requisito di pressione

	Valore		Valore	Verifica
$P_{ZO} \pm P_{ZOe}$	17,1	£	24,4	SI
$P_{ZO} \pm P_{Zvecc}$	17,1	£	200,0	SI
$P_{ZO} + P_{FV} \pm P_{Zvecc}$	32,7	£	200,0	SI
$P_{ZOmin} \pm P_{ZOemin}$	-	3	-	-

CASO B - Requisito di pressione

	Valore		Valore	Verifica
$P_{ZO} \pm P_{ZOe}$	-0,5	£	39,9	SI
$P_{ZO} \pm P_{Zvecc}$	-0,5	£	200,0	SI
$P_{ZO} + P_{FV} \pm P_{Zvecc}$	-0,4	£	200,0	SI
$P_{ZOmin} \pm P_{ZOemin}$	-	3	-	-

CASO C - Requisito di temperatura

	Valore		Valore	Verifica
$T_{iob} \pm T_g$	30,2	3	0,0	SI
$T_{irb} \pm T_g$	-	3	-	-

CASO D - Requisito di temperatura

	Valore		Valore	Verifica
$T_{iob} \pm T_g$	0,3	3	0,0	SI
$T_{irb} \pm T_g$	-	3	-	-

Legenda

P_{ZO}	pressione positiva massima all'entrata dei prodotti della combustione nel camino espressa in Pa
P_{ZOe}	pressione differenziale massima all'ingresso nel camino dei prodotti della combustione espressa in Pa
P_{FV}	resistenza effettiva alla pressione del canale da fumo espressa in Pa
P_{Zvecc}	pressione massima ammessa dalla designazione del camino espressa in Pa
P_{Zvecc}	pressione massima ammessa dalla designazione del canale da fumo espressa in Pa
P_{ZOmin}	pressione positiva minima all'ingresso nel camino dei prodotti della combustione espressa in Pa
P_{ZOemin}	pressione differenziale minima all'entrata nel camino dei prodotti della combustione espressa in Pa
T_{iob}	temperatura della parete interna allo sbocco del camino in equilibrio termico espressa in °C
T_{irb}	temperatura della parete interna immediatamente prima dell'isolamento supplementare espressa in °C
T_g	temperatura limite espressa in °C