



# COMUNE DI PADOVA

## SETTORE LAVORI PUBBLICI

### EFFICIENTAMENTO ENERGETICO IMMOBILI AD USO SCOLASTICO CT168 - Scuola Secondaria di 1° "Marsilio da Padova" Via dell'Orna, 21 - 35124 Padova (PD)

#### PROGETTO ESECUTIVO IMPORTO COMPLESSIVO € 150'000,00

DESCRIZIONE ELABORATO

### RELAZIONE DI CALCOLO

Scala:	Elaborato:	<b>11</b>
N° Progetto: LLPP EDP 2018_147	CUP:	H96C18000330004
REVISIONE: 01	DATA EMISSIONE:	OTTOBRE 2018

Progettista Impianti:

**ing. Nicola Cappellato**

Via Guido Rossa, 1  
35020 - Ponte San Pietro (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 ELETTROCIROLATORI.....	10
8.	CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO IMPIANTO ELETTRICO .....	11
8.1	Criteri generali .....	11
8.2	Caduta di tensione.....	11
8.3	Sezione minima dei tubi.....	11
8.4	Protezione contro i sovraccarichi.....	11
8.5	Protezione contro i cortocircuiti.....	12
8.6	Sezione minime dei conduttori.....	12
8.7	Protezione contro i contatti diretti .....	12
8.8	Protezione contro i contatti indiretti.....	13
8.9	Sezione dei conduttori scelti ed interruttori di manovra e protezione .....	13
9.	LINEE ELETTRICHE.....	14
10.	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 Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova" sita in Via dell'Orna n. 21 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;
- Norme CEI 11-8 Impianti di messa a terra.
- Norme CEI 11.17 - Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo;
- Norme CEI 11.18 - Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica - Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni;
- Norme CEI 11-25 – Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata - Parte 0: Calcolo delle correnti;
- Norme CEI 11-26 – Correnti di cortocircuito – Calcolo degli effetti - Parte I: Definizioni e metodo di calcolo;
- Norme CEI dei CT 14; tutti i fascicoli applicabili, in particolare i fascicoli 14.4 e 14.32;
- Norme CEI 17-5 Interruttori automatici per corrente alternata e tensione nominale non superiore a 1000 V e per corrente continua a tensione nominale superiore a 1200 V
- Norma CEI 23-51 - Prescrizione per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- Norme CEI del CT 20, cavi per energia): tutti i fascicoli applicabili;
- Norme CEI del CT 62: tutti i fascicoli applicabili in particolare i fascicoli 62.5 e 62.10;
- Norme CEI 64-8 (tutte le parti) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V c.a. e 1500V in c.c.
- Norme CEI 23-3 Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari (per tensioni nominale non superiore ai 415 V in corrente alternata)".
- Norme CEI 23-5 Prese a spina per usi domestici e similari".
- Norme CEI 23-8 Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori".
- Norme CEI 70-1 Grado di protezione degli involucri - classificazione".
- UNI EN 1838 – Applicazioni dell'illuminotecnica – illuminazione di emergenza
- Norma UNI EN 12464-1 - Requisiti dell'illuminazione nei luoghi di lavoro all'interno.
- CEI 81-3 – Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro
- CEI EN 62305; CEI 81-10 (tutte le parti) – Protezione contro i fulmini
- Norme CEI/UNI di prodotto applicabili per la progettazione, la costruzione, il collaudo in fabbrica e l'installazione dei singoli materiali, componenti ed apparati elettrici.
- Tutta la normativa specifica sulle apparecchiature utilizzate.
- 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
<b>Portata termica esistente: 593,02 kW</b>	Fabbisogno riscaldamento: 390,25 kW Rendimento attuale medio stagionale: 72,9% <b>Portata termica richiesta riscaldamento: 535,32 kW</b>

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 bruciatori modulanti 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: 390,25 kW Nuovo rendimento medio stagionale: 82,1% <b>Portata termica richiesta riscaldamento: 475,34 kW</b>	<b>Nuova portata termica: 540,00 kW</b> Nuova potenza utile: 530,40 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.

Dalle valutazioni energetiche è emerso che il sistema di generazione installato risulterebbe leggermente sovradimensionato per il fabbisogno di picco dell'edificio. Razionalmente il picco di potenza termica richiesta avviene comunque per brevi lassi tempo, nei restanti periodi la richiesta è comunque inferiore; il surplus di potenza però può essere utilizzato per ridurre i transitori legati alla messa a regime dell'impianto e garantisce, in caso di avaria di un modulo, di coprire comunque la potenza richiesta dall'edificio per il mantenimento delle condizioni di comfort interno.

Il rendimento medio stagionale atteso supererà l'attuale di circa nove 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).

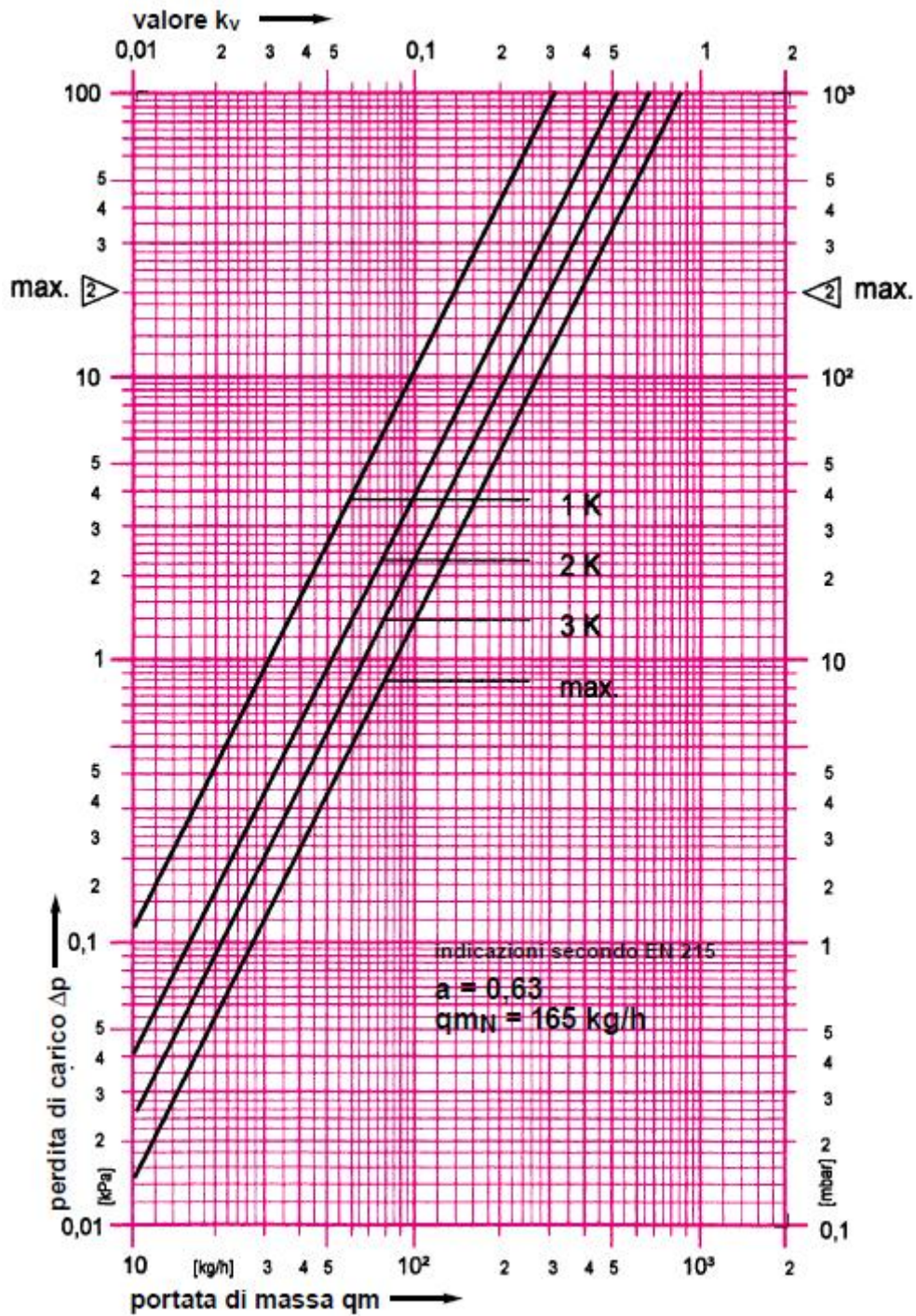
L'errore massimo ammissibile di temperatura (banda proporzionale di progetto) è il massimo scarto ammesso fra la temperatura impostata sulla manopola della valvola termostatica e la temperatura ambiente reale (inferiore) per consentire la circolazione della portata d'acqua di progetto, quindi l'erogazione 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:

$\Delta p$  = caduta di pressione [m.c.a.];  
 $f$  = coefficiente di attrito (adimensionale);  
 $l$  = lunghezza della tubazione [m];  
 $d$  = diametro interno della tubazione [m];  
 $\rho$  = massa volumica del fluido [kg/m<sup>3</sup>];  
 $g$  = accelerazione di gravità [m<sup>2</sup>/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];  
 $\nu$  = viscosità cinematica del fluido [m<sup>2</sup>/s].

## **7. DIMENSIONAMENTO ELETTROCIROLATORI**

L'elettrocirolatore del circuito primario viene indicato come prestazioni direttamente dal costruttore del gruppo termico in quanto dovrà essere comandata e gestita direttamente dal gruppo termico.

La portata elaborata dagli elettrocirolatori presenti sul collettore di distribuzione è stata ricavata in funzione sia dei terminali installati nell'impianto, sia degli apparecchi di nuova installazione in centrale termica. La prevalenza da sviluppare è stata ricavata sulla base dei diametri delle tubazioni esistenti, dei dati di targa dei circolatori esistenti e sull'ipotesi dei diametri delle tubazioni presenti nell'impianto con adeguato grado di approssimazione.

I nuovi elettrocirolatori saranno 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 di ogni circolatore 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:

<b>CIRCUITO</b>	<b>PORTATA [m³/h]</b>	<b>PREVALENZA [m.c.a.]</b>
Primario (da confermare con costruttore del gruppo termico)	30,5	5,5
Aule Sx	15,0	5,0
Aule ex uffici	5,0	4,5
Aule Dx e Biblioteca	18,0	6,0

## 8. CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO IMPIANTO ELETTRICO

### 8.1 Criteri generali

Il dimensionamento e la scelta dei conduttori e delle apparecchiature, deve assicurare che la temperatura da essi raggiunta, quando sono funzionanti tutti gli apparecchi utilizzatori suscettibili di funzionare contemporaneamente e la temperatura ambiente, quella massima prevista, non ne comprometta le caratteristiche elettriche e meccaniche e non danneggi le strutture, le condutture e gli oggetti adiacenti.

La temperatura ambiente per il dimensionamento di cui sopra, si assume pari a 30 gradi Centigradi.

Per il dimensionamento sono state considerate le potenze indicate dal committente, le potenze calcolate per l'illuminazione e gli impianti ausiliari; successivamente si è provveduto ad una opportuna suddivisione dei carichi su diverse linee, tenendo conto dei coefficienti di utilizzazione e contemporaneità.

### 8.2 Caduta di tensione

La tensione ai morsetti degli apparecchi utilizzatori, in condizioni ordinarie di servizio, non deve risultare inferiore al valore più basso indicato nelle norme. In pratica si può ritenere soddisfatta tale condizione, se la caduta di tensione, tra l'inizio dell'impianto ed i morsetti di un qualsiasi apparecchio utilizzatore, non superi il 4% della tensione nominale del sistema.

Tale caduta è calcolata essendo inseriti e funzionanti al rispettivo carico nominale tutti gli apparecchi utilizzatori suscettibili di funzionare contemporaneamente. In particolare tale caduta di tensione viene ripartita, tra l'alimentazione degli impianti e gli apparecchi utilizzatori, come segue:

- 1% lungo la linea di alimentazione montante tra la consegna e il quadro elettrico centrale termica QCT;
- 3% lungo le linee di distribuzione all'utilizzatore finale o terminale.

### 8.3 Sezione minima dei tubi

Per le tubazioni e le condutture chiuse di altra specie isolante, onde consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori, il rapporto fra il diametro interno del tubo protettivo ed il diametro del fascio di cavi contenuto non deve essere inferiore a circa 1,3 - 1,4.

### 8.4 Protezione contro i sovraccarichi

Tutte le condutture dei sistemi di I categoria relative agli impianti in oggetto, saranno protette contro i sovraccarichi mediante l'impiego di interruttori automatici magnetotermici secondo le modalità riportate nella Norma CEI 64-8.

In particolare devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- protezione da sovraccarico (CEI 64-8 art. 433.2.):  **$I_b \leq I_n \leq I_z$  e  $I_f \leq 1,45 I_z$**

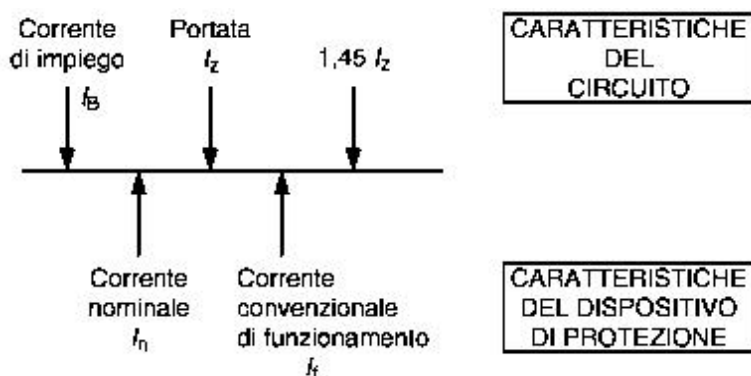
Dove:

$I_f$  = corrente convenzionale d'intervento del dispositivo di protezione

$I_z$  = portata in regime permanente della conduttura

$I_n$  = corrente nominale del dispositivo di protezione

$I_b$  = corrente d'impiego del conduttore



## 8.5 Protezione contro i cortocircuiti

La protezione contro i cortocircuiti ha lo scopo di interrompere le correnti circolanti in caso di guasto dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nelle connessioni e nei conduttori stessi.

Tutte le condutture relative agli impianti elettrici di cui al presente appalto saranno protette contro i cortocircuiti mediante l'impiego di interruttori automatici magnetotermici o fusibili secondo le modalità riportate nella norma CEI 64-8.

In particolare devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- protezione da corto circuito (CEI 64-8 art. 434.3.2.):  $\sqrt{t} = K \times S / I$  o  $(I^2 \times t) \leq K^2 \times S^2$

dove:

$(I^2 t)$  = è l'integrale di Joule per la durata del corto circuito (in A<sup>2</sup> S)

$S$  = è la sezione dei conduttori (in mmq.)

$K$  = è uguale a 115 per cavi isolati in PVC (rame 135 per i cavi isolati in gomma butile, ecc.).

$I$  = è la corrente effettiva di cortocircuito (in A), espressa in valore efficace.

## 8.6 Sezione minime dei conduttori

I conduttori di rame impiegati negli impianti elettrici in oggetto non devono avere sezioni inferiori a 1,5 mmq qualunque sia il sistema di posa e qualunque sia la categoria di tensione a cui sono destinati.

**Tabella 52E — Sezioni minime dei conduttori**

Tipo di conduttura		Uso del circuito	Conduttore	
			Materiale	Sezione (mm²)
Installazioni fisse	Cavi	Circuiti di potenza	Cu Al	1,5 2,5 (Nota 1)
		Circuiti di comando e di segnalazione	Cu	0,5 (Nota 2)
	Conduttori nudi	Circuiti di potenza	Cu Al	10 16
		Circuiti di comando e di segnalazione	Cu	4
Connessioni flessibili con cavi (con e senza guaina)		Per un apparecchio utilizzatore specifico	Cu	Come specificato nella corrispondente Norma CEI
		Per qualsiasi altra applicazione		0,75 (Nota 3)
		Circuiti a bassissima tensione per applicazioni speciali		0,75

**Note:**

1 - Si raccomanda che i mezzi di connessione usati alle estremità dei conduttori di alluminio siano provati ed approvati per questo uso specifico.

2 - Nei circuiti di segnalazione e di comando destinati ad apparecchiature elettroniche è ammessa una sezione minima di 0,1 mm².

3 - Per i cavi flessibili multipolari, che contengano sette o più anime, si applica la Nota 2.

## 8.7 Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti deve essere assicurata in modo efficace e permanente da ostacoli (coperchi, pannelli, scatole, porte, ecc.) la cui natura, grandezza, disposizione, stabilità solidità ed eventualmente isolamento siano commisurati alle sollecitazioni di cui normalmente possono essere sottoposti.

Le parti attive devono essere racchiuse entro involucri o dietro barriere che assicurino almeno un grado di protezione IP2X o IPXXB. Le superfici orizzontali delle barriere o degli involucri a portata di mano dovranno avere grado di protezione non inferiore a IP4X o IPXXD. Tali dispositivi sono rimovibili solo con l'uso di chiave o attrezzo oppure solo dopo l'interruzione dell'alimentazione delle parti attive contro le quali offrono protezione.

L'uso di interruttori differenziali ad alta sensibilità non dispensa dall'obbligo di applicare le suddette misure di protezione.

## 8.8 Protezione contro i contatti indiretti

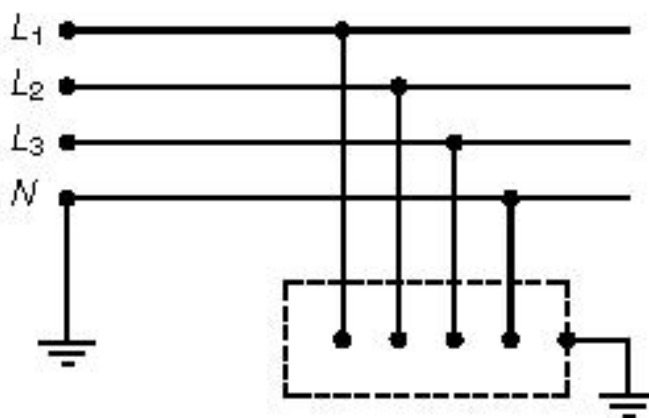
La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata mediante la messa a terra di tutte le parti metalliche accessibili e l'impiego coordinato di protezioni differenziali installate a monte delle linee generali di alimentazione.

In particolare essendo l'impianto in oggetto di I categoria (secondo CEI 64-8 Art.22.1) senza propria cabina di trasformazione, in base all'art. 413.1.4 della sopracitata norma, si deve attuare la protezione contro i contatti indiretti prevista per il sistema TT.

Il sistema TT (CEI 64-8 Art.312.2) è definito nel seguente modo:

T = collegamento diretto a terra di un punto del sistema (neutro)

T = collegamento delle masse direttamente a terra



Sistema TT

Dovrà essere verificata la seguente relazione (CEI 64-8 Art. 413.1.4.2)

$$RA < V_c / I_A$$

dove:

RA = somma delle resistenze in ohm del dispersore e dei conduttori di protezione e delle masse.

IA = è la corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione, in ampere.

Vc = tensione di contatto (50V)

Se per protezione viene utilizzato un interruttore differenziale IA è la corrente nominale differenziale IΔn.

Per motivi di selettività si possono installare differenziali ritardati aventi tempo d'interruzione non superiore ad 1 secondo.

## 8.9 Sezione dei conduttori scelti ed interruttori di manovra e protezione

Per i dettagli sul dimensionamento dei conduttori, le verifiche indicate nei precedenti capitoli e la scelta degli interruttori di manovra e protezione relativi alle apparecchiature oggetto di sostituzione del presente progetto si faccia riferimento alla relazione di calcolo ed agli schemi unifilari allegati.

## 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 mm<sup>2</sup> per i circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup> per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW.

## 10. ALLEGATI

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

Ponte San Nicolò, 12 ottobre 2018





## **Relazione di calcolo DIMENSIONAMENTO RETE GAS**

EDIFICIO: **Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova" - CT 168**

INDIRIZZO: **Via dell'Orna, 21 - 35100 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 **CT168 Scuola Secondaria Marsilio da Padova.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/m<sup>3</sup>  
Potere calorifico inferiore: **34,09** MJ/m<sup>3</sup>  
Temperatura critica: **96,67** °C  
Pressione critica: **33940** mbar

### ELENCO UTENZE

Utenze	Potenza termica [kW]	Portata [m <sup>3</sup> /h]
<b>Generatore a condensazione</b>	<b>540,00</b>	<b>57,03</b>

## **Alimentazione**

### **PARAMETRI DI CALCOLO**

Temperatura di calcolo:	<b>5,0</b>	°C
Pressione di alimentazione:	<b>20,000</b>	mbar
$\Delta p$ ammissibile:	<b>10,000</b>	mbar
Velocità ammissibile:	<b>5,00</b>	m/s

### **PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO**

Potenza termica:	<b>540,00</b>	kW
Portata:	<b>57,03</b>	m <sup>3</sup> /h
$\Delta p$ totale:	<b>1,397</b>	mbar
Pressione residua:	<b>18,603</b>	mbar
Velocità massima:	<b>4,08</b>	m/s
Utenza sfavorita:	<b>4 - Generatore a condensazione</b>	

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	65	4	0	0			
2	3	8,00	UNI EN 10255:2007 - Tubi di acciaio - tipo L1	65	2	0	1			
3	4	6,00	UNI EN 10255:2007 - Tubi di acciaio - tipo L1	65	4	0	2	Generatore a condensazione	540,00	57,03

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	65	69,7	76,1	57,03	4,08	0,393
2	3	8,00	0	UNI EN 10255:2007 - Tubi di acciaio - tipo L1	65	69,7	76,1	57,03	4,08	0,360
3	4	6,00	0 / -3	UNI EN 10255:2007 - Tubi di acciaio - tipo L1	65	69,7	76,1	57,03	4,08	0,496

<b>RISULTATI UTENZE</b>
-------------------------

Nodo	Quota [m]	Descrizione utenza	Potenza [kW]	Portata [m³/h]	Dp tot. [mbar]	Pressione residua [mbar]
4	-3,0	Generatore a condensazione	540,00	57,03	1,397	18,603

# ***Dimensionamento di Camino Singolo***

**Progettazione e verifica secondo UNI EN 13384-1**

EDIFICIO *Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova" - CT 168*

INDIRIZZO *Via dell'Orna, 21 - 35100 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. *CT168 Scuola Secondaria Marsilio da Padova.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	<b>PADOVA (PD)</b>	
Altitudine s.l.m.	H <sub>slm</sub>	<b>12</b> m
Temperatura aria esterna massima	T <sub>Lmax</sub>	<b>30</b> °C
Temperatura aria esterna minima	T <sub>Lmin</sub>	<b>-5</b> °C

### Dati condotti

Tipo funzionamento camino	<b>Camino in pressione</b>
Tipo condotti	<b>condotto semplice - canali separati</b>
Tipo funzionamento sistema	<b>umido</b>

### Adduzione aria

Coefficiente di sicurezza	S <sub>E</sub>	<b>1,5</b>
Fattore incostanza temperatura	S <sub>H</sub>	<b>0,5</b>
Pressione del vento	P <sub>L</sub>	<b>0</b> Pa

Tipo apertura aria comburente	<i>Apertura di ventilazione</i>		
Lunghezza	L <sub>B</sub>	<b>0,3</b>	m
Diametro idraulico	D <sub>hB</sub>	<b>600</b>	mm
Rugosità	r <sub>B</sub>	<b>5</b>	mm
Accidentalità	Z <sub>B</sub>	<b>0,15</b>	
Resistenza aria comburente	P <sub>B</sub>	<b>0,1</b>	Pa

### Regolatore di tiraggio

Diametro idraulico	D <sub>hNL</sub>	- mm
Rugosità	r <sub>NL</sub>	- mm
Categoria		-

## DATI GENERATORE

### Caratteristiche generatore

Marca	GENERATORE A BASAMENTO A CONDENSAZIONE	
Modello		
Combustione	Pressurizzata	
Tipo potenza	Modulante	
Combustibile	Metano	
Condensazione	Si	
Reg. tiraggio	No	
D <sub>w</sub>	[mm]	250
T <sub>c</sub>	[°C]	5
K <sub>F</sub>	[%]	-

### Caratteristiche fumi

		a potenza massima	a potenza minima
Q <sub>F</sub>	[kW]	540	30
P <sub>Fpr</sub>	[%]	2,2	1,5
%CO <sub>2</sub>	[%]	9,2	9,2
T <sub>w</sub>	[°C]	55,0	42,0
m <sub>w</sub>	[kg/s]	0,24000	0,00900
P <sub>w0</sub>	[Pa]	100,0	100,0
P <sub>womin</sub>	[Pa]	-	-
Ecc	[%]	24,6	24,6

### Legenda:

D <sub>w</sub>	diametro di attacco dello scarico dei prodotti della combustione espresso in mm
T <sub>c</sub>	temperatura dell'aria comburente espressa in °C
K <sub>F</sub>	fattore di conversione di SO <sub>2</sub> in SO <sub>3</sub> espressa in %
Q <sub>F</sub>	potenza termica al focolare espressa in kW
P <sub>Fpr</sub>	perdita di combustione di progetto espressa in %
%CO <sub>2</sub>	concentrazione in volume di CO <sub>2</sub> espressa in %
T <sub>w</sub>	temperatura di uscita dei prodotti della combustione espressa in °C
m <sub>w</sub>	portata massica dei prodotti della combustione espressa in kg/s
P <sub>w</sub>	tiraggio minimo per il generatore di calore espressa in Pa
P <sub>w0</sub>	pressione differenziale massima del generatore di calore espressa in Pa
P <sub>wm</sub>	tiraggio massimo per il generatore di calore espressa in Pa
P <sub>wom</sub>	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 <sub>1V</sub>	[mm]	<i>250</i>
D <sub>2V</sub>	[mm]	-
%ub <sub>V</sub>	[%]	<i>100</i>
%uh <sub>V</sub>	[%]	<i>0</i>
%uu <sub>V</sub>	[%]	<i>0</i>
%ul <sub>V</sub>	[%]	<i>0</i>
Materiale		<i>Acciaio inox doppiaparete</i>
R <sub>TV</sub>	[m <sup>2</sup> K/W]	<i>0,58185</i>
S <sub>PV</sub>	[mm]	<i>26,6</i>
r <sub>V</sub>	[mm]	<i>1</i>
L <sub>V</sub>	[m]	<i>4</i>
H <sub>V</sub>	[m]	<i>2,5</i>
Z <sub>V</sub>		<i>1,8</i>
P <sub>ZVecc</sub>	[Pa]	<i>200</i>

CONDOTTO FUMI		
Marca		
Serie		
Forma		<i>Circolare</i>
D <sub>1</sub>	[mm]	<i>250</i>
D <sub>2</sub>	[mm]	-
%ub	[%]	<i>20</i>
%uh	[%]	<i>0</i>
%uu	[%]	<i>70</i>
%ul	[%]	<i>10</i>
Materiale		<i>Acciaio inox monoparete</i>
R <sub>T</sub>	[m <sup>2</sup> K/W]	<i>0,19816</i>
S <sub>P</sub>	[mm]	<i>150,6</i>
r	[mm]	<i>1</i>
L	[m]	<i>8</i>
H	[m]	<i>7</i>
Z		<i>1,6</i>
P <sub>Zecc</sub>	[Pa]	<i>200</i>

### Legenda:

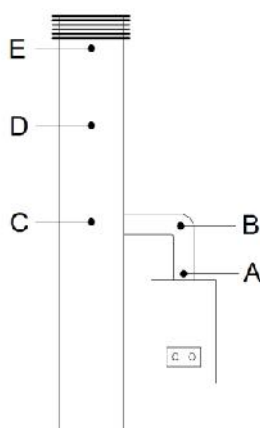
<b>D</b>	dimensioni del condotto espresso in mm
<b>%ub</b>	percentuale di esposizione del condotto rispetto al locale caldaia espressa in %
<b>%uh</b>	percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni riscaldati espressa in %
<b>%uu</b>	percentuale di esposizione del condotto rispetto a locali interni non riscaldati espressa in %
<b>%ul</b>	percentuale di esposizione del condotto rispetto all'esterno dell'edificio espressa in %
<b>R<sub>T</sub></b>	resistenza termica media del condotto espressa in m <sup>2</sup> K / W
<b>S<sub>P</sub></b>	spessore medio del condotto espresso in mm
<b>r</b>	valore medio di rugosità della parete interna del condotto espressa in mm
<b>L</b>	lunghezza del condotto espressa in m
<b>H</b>	altezza efficace del condotto espressa in m
<b>Z</b>	somma dei coefficienti di resistenza al flusso
<b>P<sub>Zecc</sub></b>	pressione massima ammissibile dal condotto espressa in Pa

## RISULTATI DI CALCOLO (RIASSUNTO)

### Legenda punti di misurazione

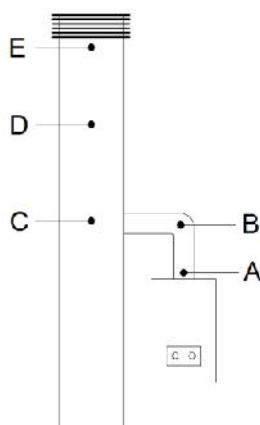
- A: Valori all'ingresso del canale da fumo (o uscita del canale di adduzione aria)  
 B: Valori medi del canale da fumo (o canale di adduzione aria)  
 C: Valori all'ingresso del condotto fumi (o uscita del condotto di adduzione aria)  
 D: Valori medi del condotto fumi (o condotto di adduzione aria)  
 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: 100,0 B: - C: 39,1 D: - E: -	A: 55,0 B: 54,6 C: 54,2 D: 52,6 E: 41,1	A: - B: 4,776 C: - D: 4,746 E: -	A: 100,0 B: - C: 14,4 D: - E: -	A: 55,0 B: 54,7 C: 54,3 D: 52,3 E: 40,5	A: - B: 4,777 C: - D: 4,742 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: 100,0 B: - C: -1,8 D: - E: -	A: 42,0 B: 40,6 C: 39,4 D: 37,1 E: 2,2	A: - B: 0,171 C: - D: 0,170 E: -	A: 100,0 B: - C: -9,9 D: - E: -	A: 42,0 B: 39,5 C: 37,2 D: 29,6 E: 0,1	A: - B: 0,171 C: - D: 0,165 E: -

## VERIFICHE FINALI

### CASO A - Requisito di pressione

	Valore		Valore	Verifica
$P_{ZO} \cdot P_{ZOe}$	39,1	£	62,2	SI
$P_{ZO} \cdot P_{Zveccesso}$	39,1	£	200,0	SI
$P_{ZO} + P_{FV} \cdot P_{Zveccesso}$	76,9	£	200,0	SI
$P_{ZOmin} \cdot P_{ZOemin}$	-	3	-	-

### CASO B - Requisito di pressione

	Valore		Valore	Verifica
$P_{ZO} \cdot P_{ZOe}$	-1,8	£	100,9	SI
$P_{ZO} \cdot P_{Zveccesso}$	-1,8	£	200,0	SI
$P_{ZO} + P_{FV} \cdot P_{Zveccesso}$	-2,7	£	200,0	SI
$P_{ZOmin} \cdot P_{ZOemin}$	-	3	-	-

### CASO C - Requisito di temperatura

	Valore		Valore	Verifica
$T_{iob} \cdot T_g$	40,5	3	0,0	SI
$T_{irb} \cdot T_g$	-	3	-	-

### CASO D - Requisito di temperatura

	Valore		Valore	Verifica
$T_{iob} \cdot T_g$	0,1	3	0,0	SI
$T_{irb} \cdot T_g$	-	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
$P_{Zecc}$	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

Quadro: [QG]

Num.	DENOMINAZIONE LINEA	P [kW]	Ib [A]	cosφ	FFN	tipo cond.	Conduttore	Isolante	Designazione	Lungh. [m]	Posa [64-8]	Sezione Fase	Sezione Neutro	Sezione PE	Iz	DVcavo	DVtot	Icc max (rete)	Icc min (rete)	Prot. Dal Sovracc. (rete)	Prot. Da CortoCirc. (rete)	Prot. Per Persone (rete)
	Linea Centrale Termica	7,1			LLUN PE	Multipolare	Rame	EPR	FG16OR16-0,6/1 kV - Cca-s3,d1,a3	40	61	1x4	1x4	1x4	31,55	0,6	0,62	1,19	0,38	SI	SI	SI
Quadro: [QCT]																						
Num.	DENOMINAZIONE LINEA	P [kW]	Ib [A]	cosφ	FFN	tipo cond.	Conduttore	Isolante	Designazione	Lungh. [m]	Posa [64-8]	Sezione Fase	Sezione Neutro	Sezione PE	Iz	DVcavo	DVtot	Icc max (rete)	Icc min (rete)	Prot. Dal Sovracc. (rete)	Prot. Da CortoCirc. (rete)	Prot. Per Persone (rete)
	7,1				LLUN PE												0,62					
1	Generale QCT				LLUN PE												0,62					
2	Presenza tensione		0		LN PE												0,62					
3	Luce di locale	0,5	0,48		LN PE	Unipolare senza guaina	Rame	PVC	FS17-450/750 V - Cca-s3,d1,a3	10	1	1x2,5	1x1,5	1x1,5	14,5	0,06	0,62	0,6	0,38	-	-	-
4	Luce	0,1	0,48	0,9	LN PE	Unipolare senza guaina	Rame	PVC	FS17-450/750 V - Cca-s3,d1,a3	10	1	1x1,5	1x1,5	1x1,5	14,5	0,06	0,62	0,36	0,23	SI	SI	SI*
5	Luce emergenza		0		LN PE												0,62					
6	Prese FM	0,5	2,42	0,9	LN PE	Unipolare senza guaina	Rame	PVC	FS17-450/750 V - Cca-s3,d1,a3	10	3	1x2,5	1x2,5	1x2,5	24	0,17	0,79	0,42	0,28	SI	SI	SI
7	Caldia	0,2	0,97	0,9	LN PE	Unipolare senza guaina	Rame	PVC	FS17-450/750 V - Cca-s3,d1,a3	10	3	1x1,5	1x1,5	1x1,5	17,5	0,11	0,73	0,36	0,23	SI	SI	SI
8	Pompa sommersa	0,5	0,8	0,9	LLUN PE	Unipolare senza guaina	Rame	PVC	FS17-450/750 V - Cca-s3,d1,a3	10	3	1x2,5	1x2,5	1x2,5	21	0,03	0,65	0,87	0,28	SI	SI	SI
9	Auxiliari	0,5	0		LN PE							1x2,5					0,62	0,6		-	-	-
10	Servomotori	0,1	0		LN PE												0,62					
11	Centraline TLC		0		LN PE												0,62					
12	Auxiliari		0		LN PE												0,62					
13	Generale pompe	0,5	3,91		LLUN PE							1x2,5					0,62					
14	Pompa filtro a massa	0,15	0,82	0,8	LN PE	Unipolare senza guaina	Rame	PVC	FS17-450/750 V - Cca-s3,d1,a3	10	1	1x1,5	1x1,5	1x1,5	14,5	0,08	0,71	0,36	0,23	SI	SI	SI*
15	Pompa P1.1 Pompa P1.2	0,2	1,09	0,8	LN PE	Unipolare senza guaina	Rame	PVC	FS17-450/750 V - Cca-s3,d1,a3	10	1	1x1,5	1x1,5	1x1,5	14,5	0,11	0,74	0,36	0,23	SI	SI	SI*
16	Pompa P2.1 Pompa P2.2	0,37	2,01	0,8	LN PE	Unipolare senza guaina	Rame	PVC	FS17-450/750 V - Cca-s3,d1,a3	10	1	1x1,5	1x1,5	1x1,5	14,5	0,21	0,83	0,36	0,23	SI	SI	SI*
17	Pompa P3.1 Pompa P3.2	0,15	0,82	0,8	LN PE	Unipolare senza guaina	Rame	PVC	FS17-450/750 V - Cca-s3,d1,a3	10	1	1x1,5	1x1,5	1x1,5	14,5	0,08	0,71	0,36	0,23	SI	SI	SI*
18	Pompa P4.1 Pompa P4.2	0,52	2,83	0,8	LN PE	Unipolare senza guaina	Rame	PVC	FS17-450/750 V - Cca-s3,d1,a3	10	1	1x1,5	1x1,5	1x1,5	14,5	0,29	0,92	0,36	0,23	SI	SI	SI*
19	Regolazione	0,1	0		LN PE							1x2,5					0,62	0,6		-	-	-

