



COMUNE DI PONT CANAVESE
Città Metropolitana di Torino

REALIZZAZIONE DI POLO SCOLASTICO COMPRENDENTE SCUOLA PRIMARIA E SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO NELL'AREA ATTUALMENTE DESTINATA A SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PALESTRA E PARCO GIOCHI, SITA IN VIA ROMA.

COMUNE DI PONT CANAVESE
Il Sindaco: Sig. Paolo Coppo
R.U.P.: Geom. Anna Airoldi
Via Marconi n.12 - 10085 PONT CANAVESE (TO)

PROGETTO:



STUDIO DI ARCHITETTURA
arch. Luca FARINELLI
dr. Maria Chiara SANTI
via Garibaldi 90 - 44121 Ferrara
t/f +39 0532 209003
studio@lfar.it - www.lfar.it

CONSULENTI:

INDAGINI GEOLOGICHE:
PROG. STRUTTURE:
PROG. IMPIANTI:

Geol. Carlo Dellarole
Ing. Tommaso Mariacci
Ing. Riccardo Accorsi
Ing. Michele Buzzoni
Ing. Sara Zattelli

ANALISI ACUSTICA:

COLLABORATORI:

Arch. Enrico Bonazza
Dott. Dario Cattozzi

TAVOLA
I-RTS

PROGETTO ESECUTIVO: IMPIANTI TERMOMECCANICI ED ELETTRICI

ELABORATO
RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA
IMPIANTI TECNOLOGICI

SCALA

GENNAIO 2017

SOMMARIO

IMPIANTI TERMOMECCANICI	2
1 DEFINIZIONE DEGLI IMPIANTI DA REALIZZARE	2
2 INDIVIDUAZIONE OPERE	2
3 NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO	2
4 DATI DI DIMENSIONAMENTO	4
5 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI.....	6
5.1 GENERALITÀ	6
5.2 CENTRALE TERMICA, IDRICA, FRIGORIFERA.....	7
5.3 IMPIANTO IDRICO SANITARIO	9
5.4 IMPIANTO DI SCARICO ACQUE REFLUE	10
5.5 RETI DI DISTRIBUZIONE ACQUA CALDA E REFRIGERATA ALLA CENTRALE DI TRATTAMENTO ARIA	11
5.6 RETE DI DISTRIBUZIONE ACQUA CALDA/REFRIGERATA AI COLLETTORI DELL'IMPIANTO A PANNELLI RADIANTI..	11
5.7 IMPIANTO A PANNELLI RADIANTI A PAVIMENTO	11
5.8 IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA.....	12
5.9 IMPIANTO DISTRIBUZIONE DELL'ARIA.....	13
5.10 IMPIANTO ANTINCENDIO.....	14
5.11 IMPIANTO DI REGOLAZIONE	14
IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI.....	16
6 PREMESSA.....	16
7 NORMATIVE E LEGGI DI RIFERIMENTO UTILIZZATE.....	16
8 DATI PRINCIPALI UTILIZZATI PER IL DIMENSIONAMENTO	17
9 IMPIANTI ELETTRICI.....	18
9.1 GENERALITÀ	18
9.2 SISTEMA ELETTRICO	18
9.3 ORIGINE DELL'IMPIANTO ELETTRICO.....	18
9.4 STRUTTURA DISTRIBUTIVA DELL'IMPIANTO	18
9.5 CANALIZZAZIONI E VIE CAVI.....	19
9.6 PROTEZIONE DELLE INSTALLAZIONI.....	19
9.7 PROTEZIONE DELLE PERSONE.....	19
9.8 APPARECCHIATURE DI COMANDO E DI PROTEZIONE	20
9.9 QUADRI ELETTRICI.....	20
9.10 PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE	21
9.11 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ORDINARIA INTERNA.....	21
9.12 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	21
9.13 IMPIANTO DI FORZA MOTRICE	22
9.14 IMPIANTO DI TERRA.....	22
10 IMPIANTI SPECIALI	24
10.1 IMPIANTO TELEFONICO E DI TRASMISSIONE DATI (CABLAGGIO STRUTTURATO)	24
10.2 IMPIANTO ANTINTRUSIONE	24
10.3 IMPIANTO ALLARME EVACUAZIONE	24
10.4 IMPIANTO DI SEGNALAZIONE ALLARME SERVIZI IGIENICI.....	24
10.5 IMPIANTO CAMPANELLE FINE LEZIONE	24
10.6 IMPIANTO VIDEOCITOFONICO.....	24
10.7 IMPIANTO FOTOVOLTAICO	25

IMPIANTI TERMOMECCANICI

1 Definizione degli impianti da realizzare

E' scopo della presente relazione tecnica la definizione degli elementi più significativi e dei criteri di progettazione delle apparecchiature, dei materiali e dei sistemi completi previsti per la realizzazione degli impianti termomeccanici per gli interventi di realizzazione della nuova scuola primaria ubicata nel Comune di Pont Canavese (TO), in un'area situata tra V. Roma e V. Soana.

L'edificio oggetto di intervento è costituito da un piano terra e da un piano primo.

Le aule saranno distribuite tra i 2 piani dell'edificio.

Nel seguito, per le varie tipologie di impianti termomeccanici sono riportate le descrizioni, le scelte normative e qualitative e i principi secondo i quali sono stati progettati.

2 Individuazione opere

Le opere che sono oggetto del presente progetto comprendono tutto quanto occorre per dare completi e funzionanti gli impianti idrico sanitari, di riscaldamento, di climatizzazione, antincendio, di seguito meglio elencati.

Comprendono:

1. Centrale termofrigorifera e idrica
2. Impianto idrico sanitario
3. Impianto di scarico acque reflue
4. Rete di distribuzione acqua calda e refrigerata alle centrali di trattamento aria
5. Rete di distribuzione acqua calda e refrigerata all'impianto a pannelli radianti
6. Rete di distribuzione canalizzazioni aerauliche
7. Impianto a pannelli radianti a pavimento
8. Impianto di ventilazione meccanica
9. Impianto antincendio
10. Impianto di regolazione

3 Norme e leggi di riferimento

Per la stesura del presente progetto esecutivo sono state utilizzate, quale riferimento, principalmente le seguenti leggi e decreti:

- D.Lgs. 81/08 del 09/04/2008 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.";
- Legge 186/68 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari e installazione di impianti elettrici ed elettronici";
- Decreto 37/2008 "Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"
- DM 10/03/98 "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro".
- Legge 10/91 "Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale".

- DPR 412/93 "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 dell'Art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10".
- D.Lgs. 311/2006 "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia".
- DPR 59/2009 "Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia".
- Norme UNI attuative della Legge 9 gennaio 1991, n. 10 e del D.P.R. 26.08.93 n. 412;
- DGR n. 46-11968 e n. 45-11967 del 2009 vigente in regione Piemonte "Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria - Stralcio di piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento e disposizioni attuative in materia di rendimento energetico nell'edilizia ai sensi dell'articolo 21, comma 1, lettere a) b) e q) della legge regionale 28 maggio 2007, n. 13 "Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia";
- DM 26.6.2015 "Adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico, 26 giugno 2009 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici".

Quale regola d'arte per la definizione della composizione degli impianti di progetto, sono state utilizzate le normative CEI e UNI, in particolare:

- DM 01/12/1975 "Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione";
- DM 18/12/1975 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nell'esecuzione di opere di edilizia scolastica";
- UNI 10381-1-2, UNI 9182/14;
- Norma UNI 11300 "Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1, 2, 3 e 4" ;
- Norme idro-sanitarie italiane, compilate a cura della Assisat;
- Regolamento edilizio comunale, eventuali regolamenti locali di igiene, per fognature, acqua potabile e scarico di prodotti della combustione ove ricorrenti;
- Tabelle di Unificazione Elettrotecnica (UNEL);
- Norma UNI 7441 "Tubi di PVC rigido per condotte di fluidi, in pressione. Tipi dimensioni e caratteristiche";
- Norma UNI 7443 "Tubi di PVC e raccordi per condotte di scarico e ventilazione all'interno dei fabbricati - Tipi, dimensioni e requisiti";
- Norma UNI 7448 "Tubi di PVC rigido. Metodo di prova";
- Norma UNI CIG 7140 Edizione novembre 1993 "Tubi flessibili non metallici" e foglio di aggiornamento;
- Norma UNI-CTI 10339 "Impianti aeraulici ai fini del benessere Generalità, classificazione e requisiti - regole per la richiesta di offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura";
- Norma UNI ACUSTICA CTI 8199 "Misura in opera e valutazione del rumore prodotto negli ambienti degli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione";
- D.M. 21 maggio 1974 "Generatori di vapore, recipienti con pressione, bombole fisse";

- UNI EN 378-1 “Impianti di refrigerazione e pompe di calore. Requisiti di sicurezza ed ambientali. Requisiti di base”;
- UNI EN 378-2:2002 “Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza ed ambientali - Progettazione, costruzione, prove, marcatura e documentazione”;
- UNI EN 1736 2001 “Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Elementi flessibili di tubazione, isolatori di vibrazioni e giunti di dilatazione - Requisiti, progettazione ed installazione”;
- UNI EN 1861 2000 “Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Diagrammi di flusso del sistema e diagrammi delle tubazioni e della strumentazione - Disposizione e simboli UNI 8884 - Caratteristiche e trattamento delle acque dei circuiti di raffreddamento e di umidificazione”;
- DMI 31 marzo 2003 “Requisiti di reazione al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e ripresa dell'aria degli impianti di condizionamento e ventilazione”;
- Norma UNI 8199/81 “Rumore degli impianti di condizionamento, riscaldamento e ventilazione”;
- Norma UNI 5104 FA 1/91 “Purezza dell'aria”;
- Norma UNI 8884/88 “Caratteristiche e trattamento delle acque nei circuiti di raffreddamento e di umidificazione”;
- UNI 10365 “Apparecchiature antincendio - Dispositivi di azionamento di sicurezza per serrande tagliafuoco – Prescrizioni”;
- Norma UNI 8199 “Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione”;
- GU 103 del 05/05/00 “Linee guida per la prevenzione e il controllo della legionellosi”;
- Norma UNI 8065 “Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile”;
- Norma UNI EN 476 “Requisiti generali per componenti utilizzati nelle tubazioni di scarico, nelle connessioni di scarico e nei collettori di fognatura per sistemi di scarico a gravità”;
- Norma UNI EN 12056 sezioni 1,2,3,4,5 “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici”;
- UNI 12845/04 - Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione;
- UNI 11292/08 - Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio - Caratteristiche costruttive e funzionali;
- UNI 10779/14 - Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti;
- UNI EN 671-1 - Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - naspi a muro con tubazioni flessibili;
- DECRETO 22/2/2006: “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici”.

4 Dati di dimensionamento

Gli impianti termomeccanici, descritti nei prossimi paragrafi, rispettano le considerazioni iniziali indicate e rispondono alle esigenze di risparmio energetico, elevate performance, bassi costi di gestione e manutenzione.

I dati, sulla base dei quali è stata effettuata la progettazione definitiva dell'impianto di climatizzazione a servizio dell'edificio, sono i seguenti:

Dati generali:

- Località: Pont-Canavese
- Comune di riferimento: Torino
- Quota sul livello del mare: m. 451 s.l.m.
- Zona climatica: E
- Gradi giorno: 2866
- Durata periodo riscaldamento: 183 gg
- Durata periodo condizionamento: 173 gg

Condizioni di progetto esterne:

- Inverno, temperatura esterna convenzionale: -9°C
- Estate, temperatura esterna convenzionale: 30,5°C con U.R 50%
- Escursione massima giornaliera: 11°C

Condizioni di progetto interne:

- Estate: Uffici ed altri locali climatizzati 26°C +/- 1°C con 50% U.R. +/- 10%
Locali tecnici e servizi igienici non climatizzati
- Inverno: Uffici ed altri locali climatizzati 20°C +/- 1°C
Locali tecnici e servizi igienici 20°C +/- 1°C

Aria esterna:

- Uffici: 21,6 m³/h per persona
- Aule: 18 m³/h per persona
- Corridoi: 1,5 vol/h
- Wc: 2,5 vol/h

Ricambi d'aria nei servizi igienici (estrazione): 8 ric/h

I ricambi d'aria sopra evidenziati sono stati determinati considerando sempre il caso più sfavorevole che si è determinato calcolando la portata con la normativa di riferimento UNI 10339 e con la normativa di riferimento per gli edifici scolastici D.M. 18/12/1975.

Potenze interne dovute a illuminazione e forza motrice:

- Aule 8 W/mq di pavimento
- Archivi, corridoi 8 W/mq di pavimento

Temperatura fluidi primari:

- Acqua refrigerata per alimentazione U.T.A. andata +7°C, ritorno +12°C
- Acqua calda per alimentazione U.T.A. andata +30°C, ritorno +25°C
- Acqua calda per alimentazione batterie Post. andata +40°C, ritorno +35°C

- Acqua refrigerata per pannelli radianti andata +18°C, ritorno +23°C
- Acqua calda per pannelli radianti andata +30°C, ritorno +25°C

Energia elettrica: Forza motrice 400V trifase + N, frequenza 50 Hz

Funzionamento degli impianti: 14 ore al giorno con attenuazione notturna

Filtrazione dell'aria: norme UNI 10339

Condotte d'aria: norme UNI EN 1507:2008

Velocità dell'acqua nelle tubazioni:

- tubazioni principali in acciaio 1-2 m/s;
- tubazioni secondarie in acciaio 0,5-1 m/s;
- derivazioni in rame ai corpi scaldanti 0,2-0,5 m/s;

Velocità dell'aria nelle canalizzazioni:

- Presa d'aria esterna: 4.0 m/sec;
- Premente ventilatore U.T.A.: 5.0 - 8.0 m/sec;
- Canali principali: 4.0 - 6.0 m/sec;
- Canali secondari: 3.0 - 5.0 m/sec;

Velocità dell'aria attraverso le batterie U.T.A.:

- Batteria di riscaldamento: 2.5 - 3.0 m/s;
- Batteria di raffreddamento: 2.0 - 2.5 m/s

Limiti di rumorosità: +3 db (A) sul rumore di fondo di 35 db (A), rilevato al centro di ogni ambiente durante il funzionamento degli impianti, in ogni caso entro i limiti stabiliti dal D.P.C.M. 01.03.1991 e della norma UNI 7357/74.

Carichi termici invernali: nel rispetto della Legge 09.01.91 n. 10, del successivo DPR 412/93, Legge Regionale del Piemonte, legge nazionale DM 26.6.2015, della norma UNI 10339 e di tutte le norme collegate.

Carichi termici estivi: nel rispetto della teoria Ashrae 1989.

5 Descrizione degli impianti

5.1 Generalità

La struttura scolastica sarà riscaldata tramite un impianto a bassa entalpia del tipo radiante.

La struttura radiante è prevista del tipo a pavimento in grado di eliminare la possibilità di movimentazione di pulviscolo nell'aria e di massimizzare il comfort interno.

Tenuto conto che la struttura sarà pressoché inutilizzata nei mesi centrali estivi (luglio ed agosto), il dimensionamento dell'impianto radiante verrà ottimizzato per il funzionamento invernale di riscaldamento, ma è previsto che possa comunque funzionare in

raffrescamento garantendo così buone condizioni ambientali ad inizio e a fine della stagione estiva (periodi nei quali la struttura sarà operativa).

Per mantenere le migliori condizioni di qualità dell'aria in ambiente è prevista la realizzazione di un impianto di ventilazione meccanica asservito a una unità di trattamento che servirà sia il piano terra che il piano primo.

In fase estiva l'impianto di VMC oltre a garantire il corretto ricambio dell'aria permetterà anche il controllo dell'umidità in ambiente in modo tale da evitare la formazione di condensa sui pavimenti.

La UTA, dotata di batteria di postriscaldamento, può anche aiutare a mantenere controllata la temperatura ambiente estiva.

Infatti, se è vero che in inverno l'aria verrà immessa in ambiente in condizioni neutre (circa 20°C), in estate questa, per poter essere deumidificata, deve essere portata in condizioni di saturazione, ossia prossima ai 14/16°C.

Successivamente, in funzione delle condizioni esterne e interne agli ambienti dovrà essere riscaldata per portarla in condizioni neutre o anche sottoraffreddate, se le condizioni ambientali lo richiedono.

Tutte queste regolazioni non saranno manuali, ma saranno gestite da un sistema di regolazione DDC che supervisionerà l'intero edificio.

Per le medesime ragioni di inutilizzo dell'edificio nei mesi centrali estivi, non è stata presa in considerazione l'installazione di un impianto solare termico.

Infatti tale impianto avrebbe reso la massima produzione energetica nei mesi di consumo nullo di acqua calda sanitaria.

Ciò avrebbe determinato una stagnazione dei collettori solari e un repentino accorciamento della loro vita utile.

Si è quindi preferito fare ricorso alla fonte energetica rinnovabile aerotermica (utilizzo della pompa di calore ad elevata efficienza con recupero di calore) e solare fotovoltaica.

La produzione di energia elettrica fotovoltaica oltre a poter essere consumata direttamente per gli utilizzi dell'edificio ha il vantaggio che, anche nei mesi estivi di grossa produzione e scarso utilizzo, può essere reimpressa in rete e "recuperata" in altri periodi dell'anno grazie al sistema dello scambio sul posto.

5.2 Centrale termica, idrica, frigorifera

La generazione dei fluidi caldi e refrigerati è affidata a un impianto con macchina in pompa di calore alimentata ad energia elettrica.

L'unità sarà del tipo aria/acqua, per cui con condensazione ad aria ed idronica sul lato utilizzatori.

La macchina scelta è una unità modulare (2 moduli in cascata) con compressori di tipo scroll a gas ecologico R410A.

Ogni unità è contraddistinta da 2 compressori per cui in totale sono presenti 4 compressori in grado di portare un grado di parzializzazione dell'unità fino al 25%.

Questo tipo di soluzione adottata, permette diverse ottimizzazioni:

- Continuità di esercizio anche nel caso di rottura su uno dei 2 moduli;
- Elevata modulazione del gruppo dal 25% al 100% della potenza;
- Produzione gratuita in estate di acqua calda per mezzo del desurriscaldatore;
- Silenziosità grazie all'utilizzo di ventilatori elicoidali con motori EC brushless;
- Elevate efficienze di funzionamento con COP fino a 4,18 ed EER fino a 3,85.

Il funzionamento dell'unità prevede la produzione di acqua calda in inverno e refrigerata in estate.

Tramite una valvola deviatrice a tre vie, in regime estivo la macchina inverte il ciclo e invia acqua calda per il carico del bollitore sanitario, mentre in inverno devia semplicemente l'acqua calda prodotta aumentandone eventualmente la temperatura.

In regime estivo l'acqua calda viene continuamente prodotta anche tramite il circuito desurriscaldatore, che è in grado di alimentare il bollitore a.c.s. in continuo, per una potenza pari a circa il 20% di targa della macchina.

Solo nel caso in cui la potenza erogata non dovesse risultare sufficiente, la macchina invertirà il ciclo per produrre solo acqua calda.

In ogni caso, la funzione sanitaria è sempre prioritaria rispetto agli utilizzi di climatizzazione.

Si vuole far notare che non è stata presa in considerazione la possibilità di utilizzare pompe di calore di tipo geotermico (quindi acqua/acqua), sempre a causa dell'utilizzo prevalente della struttura nella stagione invernale.

Infatti se una pompa di calore geotermica viene fatta funzionare quasi esclusivamente in inverno, le sonde geotermiche tendono a esaurire il terreno con l'andar degli anni, in quanto non viene rigenerato attraverso il pieno ciclo di funzionamento estivo.

In tal caso l'efficienza della pompa di calore tenderebbe a degradare sensibilmente nel tempo e i consumi salirebbero di conseguenza.

E' prevista la realizzazione di due collettori in acciaio nero DN150 verniciato e coibentato con gomma sintetica, per la mandata e il ritorno dell'acqua calda/refrigerata.

Tali collettori dovranno essere allacciati all'unità in pompa di calore tramite un volano termico da 500 litri in grado di fungere anche da separatore idraulico.

A partire da tali collettori si dirameranno i circuiti caldi/freddi per l'alimentazione della UTA posta sulla copertura della centrale termica e dell'impianto a pannelli radianti.

I circolatori per il rilancio di detti fluidi sono del tipo centrifugo gemellare in linea a portata variabile, quindi con inverter elettronico integrato nel corpo pompa.

Solo il circolatore per il circuito desurriscaldatore e per il ricircolo dell'acqua calda sanitaria saranno di tipo tradizionale a velocità costante (selezionabile tra 3 velocità).

I circolatori gemellari sono previsti per funzionamento di una pompa in servizio e una di scorta.

Al fine di razionalizzare in modo ottimale il numero di circolatori è stata prevista la posa di:

- Un circuito miscelato acqua calda/fredda pannelli radianti piano terra e primo;
- Un circuito diretto acqua calda/fredda UTA;
- Un circuito diretto acqua calda batteria postriscaldamento UTA.

Il circuito a servizio dell'impianto a pannelli radianti sarà di tipo miscelato con sonde limite di sicurezza; in tal modo sarà possibile modulare la temperatura dell'acqua di mandata per ottimizzare il risparmio energetico in inverno (tramite regolazione climatica), e per evitare la possibilità di raggiungere la temperatura di rugiada del pavimento in estate.

L'alimentazione di acqua fredda potabile sarà garantita da un allacciamento realizzato con tubazione interrata in polietilene a partire dal confine di proprietà, in corrispondenza della via principale d'accesso alla scuola, che si diramerà fino al locale centrale termica.

Sulla linea principale di arrivo dell'acqua fredda potabile, sarà installato un sistema di filtrazione automatico con pulizia in controcorrente, per eliminare le eventuali impurità grossolane che possono essere presenti nel fluido.

Come trattamento specifico dell'acqua fredda è prevista l'installazione di un gruppo di addolcimento a scambio ionico di tipo volumetrico per ridurre la durezza dell'acqua, come richiesto dalla normativa vigente, e di un sistema di condizionamento chimico tramite dosaggio di polifosfati di tipo volumetrico.

L'acqua calda sanitaria verrà prodotta da uno specifico bollitore appositamente realizzato per produrre l'acqua calda sanitaria da pompa di calore (elevata superficie di scambio termico) e in grado anche di gestire il circuito di postriscaldamento estivo delle UTA.

Si tratta infatti di un accumulo di acqua tecnica da 1000 l. dotato di ampio scambiatore (8,4 m² di superficie di scambio) del tipo a serpentino in grado di produrre l'a.c.s. in modalità istantanea.

La temperatura dell'accumulo viene gestita direttamente da un sistema di valvole deviatrici controllate direttamente dal sistema di regolazione.

Il sistema è così in grado di gestire al meglio la fonte di calore proveniente direttamente dalla pompa di calore e dal desurriscaldatore.

Dallo stesso accumulo termico, in fase estiva verrà spillato il fluido caldo per l'alimentazione delle batterie di postriscaldamento delle UTA.

In tal modo sarà possibile sfruttare appieno il calore gratuito derivante dal desurriscaldatore, sia per la produzione dell'acqua calda sanitaria che per la gestione della temperatura dell'aria da inviare in ambiente.

Grazie all'utilizzo di tale tipologia di bollitore per la produzione dell'acs, non essendovi un vero e proprio accumulo dell'acqua sanitaria (viene prodotta istantaneamente nel transito sull'ampio scambiatore), non vi è la necessità di realizzare cicli di shock termico sul bollitore, in quanto non vi è pericolo di formazione del batterio della legionella.

In tal modo, oltre ad avere a disposizione un sistema più sanificato, vengono abbattuti i costi energetici per trattamenti ad elevato gradiente termico.

Tutte le tubazioni saranno coibentate con guaina in materiale espanso di classe 1 di reazione al fuoco; nei tratti in esterno le coibentazioni saranno rivestite in lamierino d'alluminio per garantirne una maggior durata nel tempo.

5.3 *Impianto idrico sanitario*

Le reti principali di distribuzione di acqua fredda, calda e di ricircolo saranno realizzate in multistrato coibentate a partire dalla centrale termica fino alla distribuzione ai singoli piani, servizi igienici compresi.

All'interno dei piani, nei controsoffitti dei corridoi e nei cavedi verticali, le reti saranno quindi tutte in multistrato coibentato esternamente, fino alle cassette di distribuzione previste all'ingresso dei bagni.

Dalle cassette partiranno le tubazioni, sempre in multistrato, che alimenteranno i singoli apparecchi sanitari dei servizi igienici posate sotto pavimento.

I lavabi saranno tutti dotati di miscelatore monocomando adatto per installazione sopra lavabo e i WC saranno con cassetta di cacciata del tipo a zaino.

La distribuzione interna ai singoli servizi igienici e l'alimentazione dei singoli apparecchi sanitari sarà realizzata con tubazioni in multistrato con diametro minimo 20 mm. e l'utenza più sfavorita avrà una pressione residua minima di 0,5 bar.

Tutte le tubazioni dovranno essere coibentate contro le dispersioni termiche (ACS e RIC) e contro lo stillicidio con guaine in gomma sintetica.

La norma presa come riferimento è la UNI 9182/2014.

Per il dimensionamento della rete si è considerata la portata massima contemporanea, in corrispondenza della quale si verificano le condizioni più gravose.

La portata massima contemporanea di una distribuzione nel suo insieme si calcola considerando il numero complessivo delle utenze.

Il metodo utilizzato per il calcolo delle portate massime contemporanee è quello delle unità di carico (UC); ad ogni punto di erogazione corrisponde un determinato valore di

unità di carico.

Sperimentalmente è stato definito il rapporto fra unità di carico (UC) e portata di acqua.

Per calcolare la portata massima contemporanea la UNI 9182/2014 introduce il metodo delle unità di carico.

Definisce l'Unità di Carico come il valore, assunto convenzionalmente, che tiene conto della portata di un punto di erogazione, delle sue caratteristiche dimensionali e funzionali e della sua frequenza d'uso; ad ogni apparecchio o combinazione di apparecchi si associa quindi un determinato valore di UC.

All'interno della relazione di calcolo c'è un apposito capitolo che illustra i valori ottenuti in funzione degli apparecchi sanitari da servire.

5.4 Impianto di scarico acque reflue

L'impianto per lo smaltimento delle acque reflue sarà funzionante a gravità.

Sarà realizzato sotto pavimento per quanto riguarda la raccolta degli scarichi di lavabi e sarà incassato a parete o a pavimento per la raccolta degli scarichi dei wc.

Sarà costituito da tubazioni in polietilene ad alta densità termosaldate di testa e sarà posato con la massima pendenza possibile per agevolare lo scarico ed evitare ristagni.

L'impianto di scarico sarà del tipo a ventilazione secondaria parallela, interconnesse a ogni piano e riunite in un'unica colonna sia al piede dell'edificio sia alla sommità.

L'uscita in copertura della colonna terminerà con un cappello esalatore.

Tutte le colonne dell'edificio verranno portate direttamente in esterno al fabbricato in area interrata a partire dalla quale verranno allacciati alla rete di scarico acque esterna predisposta.

La rete di scarico delle acque reflue è dimensionata in accordo al procedimento riportato nella norma UNI 12056/2, in particolare si hanno le seguenti unità di scarico:

Apparecchio sanitario	Sistema I
	DU (l/s)
Lavabo, bidet	0.5
Doccia senza tappo	0.6
Doccia con tappo	0.8
Orinatoio con cassetta	0.8
Orinatoio con valvola di	0.5
Orinatoio a parete	0.2*
Vasca da bagno	0.8
Lavello da cucina	0.8
Lavastoviglie domestica	0.8
Lavatrice carico max. 6kg	0.8
Lavatrice carico max. 12kg	1.5
WC con cassetta 4l	**
WC con cassetta 6l	2.0
WC con cassetta 7.5l	2.0
WC con cassetta 9l	2.5
Pozzetto a terra DN 50	0.8
Pozzetto a terra DN 70	1.5
Pozzetto a terra DN 100	2.0

Note le unità di scarico si calcola la portata acque reflue (Q), in particolare il valore Q è la portata di acque reflue prevista al quale sono raccordati unicamente apparecchi sanitari.

Si ha

$$Q = K * (\sum DU)^{1/2}$$

dove:

- Q è la portata acque reflue (l/s);
- K è il coefficiente di frequenza;
- $\sum DU$ è la somma delle unità di scarico;

Il coefficiente di frequenza è considerato pari ad 1,0 visto il tipo di utilizzo.

Nota la portata delle acque reflue, si vanno a dimensionare le colonne di scarico, che solitamente hanno diametro pari a 110 mm. e si dimensionano i collettori di scarico.

Per i collettori di scarico, così come avviene per le acque piovane, vengono dimensionati utilizzando l'equazione di Colebrook - White.

All'interno dell'elaborato grafico di progetto dell'impianto di scarico delle acque reflue c'è un'apposita tabella che illustra i valori di portata di scarico di progetto per ogni colonna di scarico e per ogni collettore.

5.5 Reti di distribuzione acqua calda e refrigerata alla centrale di trattamento aria

Le linee di acqua calda/refrigerata partiranno dalla centrale termofrigorifera per raggiungere la UTA posizionata sul terrazzo del primo piano.

Tali linee verranno realizzate con tubazioni in multistrato coibentato con gomma sintetica, con finitura in lamierino d'alluminio nei tratti all'aperto in copertura.

5.6 Rete di distribuzione acqua calda/refrigerata ai collettori dell'impianto a pannelli radianti

Le linee di acqua calda/refrigerata partiranno dalla centrale termofrigorifera per raggiungere le varie zone dell'edificio al fine di alimentare i vari collettori.

Tali linee verranno realizzate con tubazioni in multistrato coibentato con gomma sintetica.

All'interno dei collettori saranno ubicate apposite valvole di bilanciamento in modo tale da garantire la portata specifica di progetto.

5.7 Impianto a pannelli radianti a pavimento

Il riscaldamento e la climatizzazione dell'intero edificio verranno affidati a un impianto a pannelli radianti del tipo a pavimento, per cui si prevede l'installazione di diversi collettori incassati a parete in grado di servire i circuiti delle tubazioni posate sottopavimento.

In base ai fabbisogni termici di ciascun locale sono stati dimensionati gli impianti radianti secondo quanto previsto dalla norma di riferimento (UNI 1264) .

In base ai calcoli si prevede un passo di posa pari a 10/15 cm. per la zona delle aule e corridoi ed un passo tipicamente 10 cm. per i servizi igienici.

In particolare si fa riferimento al seguente parametro raccomandato dalla norma:

$\Theta_{r,max}$	Θ_i	q_{Gmax}	
29	20	100	zona di soggiorno
33	24	100	bagni o simili
35	20	175	zone periferiche
$\Theta_{r,max}$ temperatura massima della superficie del pavimento (in °C); Θ_i temperatura ambiente (in °C); q_{Gmax} flusso termico aerico limite (potenza termica limite) (W/m ²)			

Come accennato in precedenza, il controllo dell'umidità ambiente al fine di evitare fenomeni di condensazione sul pavimento durante il funzionamento estivo verrà garantito da un impianto di rinnovo dell'aria, che è sarà descritto successivamente.

La tipologia di impianto prevede la posa di pannelli isolanti da circa 42 mm. di tipo piano per il piano terra e da circa 25 mm. per il piano primo (pannelli in xps da 33 kg/m³) e di tubazione in multistrato da 16 mm. di diametro.

Il sistema radiante proposto, pur essendo di tipo tradizionale con massetto a umido, ha 2 peculiarità che lo contraddistinguono dalle altre tipologie comunemente in commercio.

Innanzitutto il massetto verrà realizzato con prodotto autolivellante ribassato (circa 3 cm. di spessore) in grado di garantire minore inerzia termica e quindi maggiore reattività alle variazioni ambientali, inoltre il sistema di distribuzione del fluido dal collettore avverrà con un sistema a doppio circuito.

In tal modo, in funzione della differenza di temperatura tra il set point e la temperatura rilevata in ambiente, la centralina di regolazione potrà decidere se attivare uno o due circuiti per gruppo di collettori.

Questa modalità di funzionamento permetterà in abbinamento al massetto autolivellante un'ottima risposta alle variazioni dei carichi interni agli ambienti.

5.8 Impianto di ventilazione meccanica

L'impianto di ventilazione meccanica sarà in grado di garantire il rinnovo dell'aria in ambiente al fine di mantenere sempre condizioni ideali di salubrità e di umidità, sia in fase estiva che invernale.

L'impianto sarà costituito da 1 centrale di trattamento aria e da diversi estrattori d'aria a bassa portata per ogni servizio igienico.

Nel dettaglio le prestazioni della centrale sono le seguenti:

UTA "Scuola": M: 6.170 m³/h, R: 5.806 m³/h

La suddetta centrale di trattamento aria sarà installata sulla copertura della centrale termica.

Le principali caratteristiche costruttive della UTA saranno:

- tetto in acciaio zincato preverniciato e vano tecnico con profondità 800 mm. a protezione delle apparecchiature di termoregolazione;
- supporti antivibranti atti ad isolare perfettamente le macchine dalle strutture;
- struttura portante in profilati estrusi di alluminio anticorrosione;
- pannellature in lamiera di acciaio zincato con isolamento in poliuretano iniettato da 46 mm.;
- portine di ispezione in corrispondenza delle varie sezioni dotate di maniglie.

La composizione della UTA prevede:

- serranda motorizzata di presa d'aria esterna;
- sezione di prefiltro con filtro gravimetrico G3;
- recuperatore a flussi incrociati in grado di recuperare calore con rendimento nominale non inferiore al 73%;
- sezioni di trattamento aria con batteria di riscaldamento/raffreddamento;
- sezioni di trattamento aria con batteria di postriscaldamento;
- sezione ventilante di mandata con ventilatore centrifugo a doppia aspirazione con girante a pale avanti staticamente e dinamicamente equilibrata, calettata su albero in acciaio e supportata da cuscinetti orientabili a sfere con motore elettrico trifase 380V/50Hz;
- sezione di filtrazione con filtro a tasche F8 sulla mandata;
- bocca di mandata con serranda manuale di taratura;
- sezione ventilante di ripresa con ventilatore centrifugo a doppia aspirazione con girante a pale avanti staticamente e dinamicamente equilibrata, calettata su albero in acciaio e supportata da cuscinetti orientabili a sfere con motore elettrico trifase 380V/50Hz.

La centrale sarà corredata di certificazione "Eurovent".

Sarà installato un sistema di regolazione elettronica per il controllo di tutte le funzionalità, la gestione degli inverter dei ventilatori, il controllo delle temperature, la gestione delle serrande, la segnalazione di anomalie ed allarmi e per l'interfacciamento con il sistema di supervisione centralizzato.

Un'altra peculiarità delle UTA è la possibilità di funzionamento in free-cooling, ossia di utilizzare direttamente l'aria dell'ambiente esterno (quando più fredda di quella in interno), senza incrociarla con quella prelevata dagli ambienti interni, con un conseguente notevole risparmio in termini energetici.

5.9 *Impianto distribuzione dell'aria*

L'aria sarà distribuita nei vari locali attraverso un'apposita rete di canali opportunamente dimensionati.

Tutte le canalizzazioni principali saranno alloggiate all'interno della volumetria del fabbricato e saranno realizzate in alluminio preisolato.

Ogni condotto provvederà a distribuire l'aria nella zona di competenza attraverso tronchi di diramazione posti all'interno del controsoffitto, con le derivazioni per le bocchette o i diffusori di mandata in ogni ambiente.

Le bocchette saranno del tipo rettangolare, a doppia fila di alette con serranda di taratura ad alette contrapposte.

I diffusori saranno quadrati, a quattro direzioni di lancio, provvisti di serranda di taratura ad alette contrapposte.

L'intera rete dei canali sarà installata entro i controsoffitti dei piani con l'ausilio di appositi tiranti metallici rigidi.

Si è scelto di utilizzare canalizzazioni in alluminio preisolato trattate internamente con sanificante antimicrobico rispetto alla lamiera zincata, in quanto si ha una serie innumerevole di vantaggi che vanno dal miglioramento dell'isolamento termico, al miglior comportamento sismico in quanto molto più leggere, al miglior comportamento di resistenza al fuoco.

Utilizzando le canalizzazioni in preisolato si ha il vantaggio inoltre di avere anche la ripresa dell'aria coibentata; in tal modo si ottimizzerà il funzionamento dei recuperatori delle UTA in quanto non si hanno dispersioni del calore estratto dagli ambienti.

Inoltre l'utilizzo di canali trattati con agente antimicrobico garantirà una maggior salubrità dell'aria immessa in ambiente, una minor proliferazione di batteri ed agenti infestanti all'interno delle condotte e di conseguenza un minor ricorso a manutenzione e pulizia delle stesse.

Le griglie e le bocchette di ripresa saranno posizionate pressoché in tutti i locali.

In tal modo si prevede mandata e ripresa da ogni locale.

Gli accessori quali serrande di taratura, diffusori, ecc. saranno sostenuti in modo autonomo in modo che il loro peso non gravi sui canali.

I canali saranno dotati degli appositi punti di controllo per le sonde anemometriche e di portelli per l'ispezione e la pulizia distribuiti lungo il percorso come previsto dalla EN 12097 e dalle "Linee guida pubblicate in G.U. del 3/11/2006 relative alla manutenzione degli impianti aeraulici".

5.10 Impianto antincendio

Al fine di garantire la copertura antincendio del nuovo edificio, si prevede la realizzazione di un impianto a naspi UNI 25 interno all'edificio.

L'alimentazione di questi apparecchi avverrà tramite un anello antincendio realizzato in PeAD PN12,5 minimo interrato realizzato attorno all'edificio.

Dall'anello si dirameranno le montanti che andranno ad alimentare le varie porzioni di impianto interno.

L'impianto interno verrà realizzato con tubazioni in acciaio zincato.

Le dorsali verticali verranno alloggiare nei cavedi, mentre per i percorsi orizzontali si utilizzerà il controsoffitto.

L'alimentazione dell'anello antincendio verrà garantita da un gruppo di pressurizzazione costituito da un'elettropompa in abbinamento a una elettropompa pilota dimensionata secondo la norma UNI 12845.

Il gruppo verrà installato in un locale prefabbricato fornito dalla stessa ditta produttrice del gruppo antincendio in adiacenza alla scuola.

Il gruppo attingerà a una vasca di riserva idrica interrata in adiacenza al locale pompe, come indicato nei disegni di progetto.

Verranno inoltre installati estintori portatili a polvere da 6 kg con potere estinguente 34A 233B e anche del tipo a CO₂.

E' anche previsto un attacco motopompa VV.F. del tipo in linea installato in apposito pozzetto interrato ispezionabile e dotato di chiusino di ghisa carrabile.

5.11 Impianto di regolazione

Il sistema di regolazione prevede la gestione dell'impianto a pannelli radianti, della centrale di trattamento dell'aria e della centrale termo frigorifera.

La regolazione dell'impianto a pannelli radianti è basato su un modulo ambiente in grado di rilevare la temperatura e l'umidità e gestire di conseguenza l'apertura e la chiusura delle testine termoelettriche presenti sulla partenza dai collettori dei vari circuiti radianti.

La rilevazione dell'umidità permetterà in fase estiva di portare l'acqua fredda ad una temperatura tale da potersi mantenere ad un margine sufficiente dal valore di rugiada dell'ambiente più sfavorito.

In tal modo sarà sempre scongiurata la possibilità di formazione di condensa sui pavimenti.

Per gli ambienti nei quali non è prevista la climatizzazione estiva (wc, ripostigli ecc.) il modulo ambiente sarà una semplice sonda di temperatura.

Il regolatore ambiente sarà del tipo con ritaratura locale di set point, ma limitato a pochi gradi, in modo da evitare errate tarature di temperatura.

Sarà anche possibile effettuare regolazioni indipendenti dal sistema di supervisione centralizzato.

La regolazione della centrale di trattamento aria e della centrale termica comprende tutti gli attuatori (valvole a due e tre vie motorizzate, serrande motorizzate, sonde di temperatura, sonde di pressione, sonde di umidità ecc.) e tutti i regolatori digitali ed analogici atti alla completa gestione e funzionalità di tutte le apparecchiature in campo.

IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI

6 Premessa

La presente relazione si riferisce alla descrizione degli impianti elettrici e speciali che saranno realizzati all'interno della scuola primaria del Comune di Pont Canavese (TO), in un'area situata tra V. Roma e V. Soana.

Più in dettaglio si prevede la realizzazione dei seguenti impianti:

- distribuzione dell'energia elettrica;
- impianto interno di illuminazione ordinaria e di sicurezza;
- impianto di forza motrice;
- impianto elettrico al servizio degli impianti termomeccanici;
- impianto di terra;
- cablaggio strutturato fonia-dati;
- impianto antintrusione;
- impianto allarme evacuazione;
- impianto segnalazione allarme servizi igienici;
- impianto campanelle per fine lezioni;
- impianto citofonico;
- impianto fotovoltaico.

7 Normative e leggi di riferimento utilizzate

Per la stesura del presente progetto sono state utilizzate le seguenti principali Leggi:

- Legge 186/68 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari e installazione di impianti elettrici ed elettronici";
- Decreto MI.S.E. 37/08 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della Legge 248 del 2 Dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";
- D.Lgs. 81/2008 "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro – Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007 nr. 13 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- DPR 151/2011 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122";
- DMI 7/8/2012 "Modalità di presentazione delle istanze previste dal DPR 151/2011";
- D.Lgs. 50/06 "Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture".

Per quello che riguarda gli interventi di carattere impiantistico, sono state utilizzate tutte le normative UNI e CEI in vigore, in particolare le seguenti:

- Norma CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";
- Norma CEI 11-1 "Impianti di protezione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica. Norme generali";
- Norma CEI 11-8 "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica - Impianti di Terra".
- Norma CEI 17-13 "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)";
- Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- Norma CEI 64-52 "Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Criteri particolari per edifici scolastici";
- Norma CEI 79-3 "Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione";
- Norma CEI 81-10 "Protezione contro i fulmini";
- Norma CEI 103-1/13 "Impianti telefonici interni – Parte 13. Criteri di installazione e reti";
- Norma UNI EN 1838/2000 "Illuminazione di emergenza";
- Norma UNI 10380 "Illuminazione di interni con luce artificiale";
- Norma UNI 10840 "Locali scolastici. Criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale";
- Norma EN 12464-1 "Luce e illuminazione. Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: posti di lavoro interni".

e comunque tutte le norme non richiamate sopra ed applicabili al caso, le disposizioni e le normative USL.

8 Dati principali utilizzati per il dimensionamento

Per il dimensionamento dell'impianto sono stati presi come riferimento i seguenti valori:

- tensione nominale: 400 V (+/- 10%)
- frequenza nominale: 50 Hz (+/- 1% nel 95% dell'anno, + 4% - 6% nel 100% dell'anno)
- corrente di cortocircuito trifase: 10 kA
- esercizio del neutro: neutro a terra tramite impedenza
- potenza generale installata stimata: 54 kW
- sistema distribuito: 400 V (3F+N), 230 V (F+N)
- categoria del sistema in relazione alla tensione: I categoria
- categoria del sistema in relazione alla messa a terra: TT
- fattore di potenza ($\cos\phi$): > 0.9
- caduta di tensione massima a fondo linea: < 4%
- illuminamenti medi per illuminazione ordinaria:
 - classi: 300 lux
 - zona lavagna: 500 lux;
 - zone di circolazione, corridoi: 100 lux
 - scale, ascensori ecc.: 150 lx
 - ambienti comuni: 200 lux
 - aula insegnanti: 300 lux

- illuminamenti medi per illuminazione di sicurezza:
vie di fuga: 2 lux
uscite di sicurezza: 5 lux

9 Impianti elettrici

9.1 Generalità

Vengono di seguito riportate le caratteristiche principali degli impianti elettrici che saranno realizzati nell'edificio.

9.2 Sistema elettrico

Il sistema utilizzatore avrà tensione di esercizio pari a 400 V concatenati o 230 V di fase. Il modo di collegamento a terra sarà di tipo TT, secondo la classificazione prevista dalla norma CEI 64-8/3 art. 312.2.1, quindi avrà:

- il neutro collegato direttamente a terra (T) in un punto (cabina di trasformazione MT/bt);
- le masse collegate a un impianto di terra (T) dell'utente indipendente da quello di cabina.

9.3 Origine dell'impianto elettrico

L'origine dell'impianto elettrico è da considerarsi in corrispondenza del punto ove l'ente erogatore fornirà l'alimentazione in bassa tensione.

A tale proposito si ipotizza la fornitura di energia elettrica all'interno del vano tecnico del piano terra.

9.4 Struttura distributiva dell'impianto

Il Quadro Generale (QGEN) conterrà le apparecchiature (interruttori automatici magnetotermici differenziali) relativi alle seguenti alimentazioni:

- a valle dell'interruttore generale (equipaggiato con bobina a lancio di corrente per la disattivazione integrale dell'impianto elettrico in caso di interventi di emergenza):
 - linea Quadro Piano Terra (QPT);
 - linea Quadro Piano Primo (QP1);
- a monte dell'interruttore generale:
 - linea pompe antincendio (derivato direttamente a monte dell'interruttore generale).

Per linea di alimentazione primaria si intende la distribuzione dal Quadro Generale ai quadri di piano dislocati nella struttura (QPT e QP1), posata entro canalizzazione metallica a vista (passerella a filo).

Per linea di alimentazione secondaria si intende la distribuzione dai quadri di piano fino all'ingresso dei vari locali e posata anch'essa entro canalizzazione metallica a vista (passerella a filo).

Per linea di alimentazione terminale si intende la distribuzione capillare all'interno dei singoli locali posata entro tubazione plastica incassata o a vista.

Si prevede un sistema elettrico con una distribuzione sinteticamente strutturata come segue:

- linee di alimentazione primaria realizzate con cavo uni/multipolare del tipo FG7(O)M1, conforme CEI 20-35, 20-22 III, 20-37, 20-38, con conduttore a corda

rotonda flessibile di rame ricotto rosso, isolante in gomma HEPR ad alto modulo e guaina termoplastica speciale di qualità M1;

- linee di alimentazione secondaria realizzate con cavo uni/multipolare del tipo FG7(O)M1, conforme CEI 20-35, 20-22 III, 20-37, 20-38, con conduttore a corda rotonda flessibile di rame ricotto rosso, isolante in gomma HEPR ad alto modulo;
- linee di alimentazione terminale realizzate con cavi del tipo N07G9-K 0.6/1 kV, adatti alla non propagazione dell'incendio e della fiamma, a ridotta emissione di gas corrosivi, non contenenti piombo, con conduttore a corda rotonda flessibile di rame ricotto rosso e isolante esterno in materiale termoplastico (PVC);
- linea di alimentazione del gruppo pompe antincendio realizzate con cavo uni/multipolare del tipo FTG10(O)M1, conforme CEI 20-35, 20-22 III, 20-37, 20-38, con conduttore a corda rotonda flessibile di rame ricotto rosso, isolante elastomerico reticolato di qualità G10 e guaina termoplastica speciale di qualità M1.

9.5 *Canalizzazioni e vie cavi*

Verranno utilizzate le seguenti tipologie di canalizzazioni:

- per i tratti interrati (alimentazione pompa di calore e pompa antincendio), cavidotti corrugati flessibili in polietilene doppio strato, interno liscio ed esterno corrugato, con resistenza alla compressione 450 N, resistenza all'urto 5 J, protetti meccanicamente da bauletto in CLS posato sopra le tubazioni;
- per le linee primarie e secondarie all'interno dell'edificio, passerella a filo in acciaio zincato elettroliticamente, posato a parete o soffitto tramite mensole e/o staffe;
- per le linee terminali, tubazione in PVC flessibile autoestinguente serie media (tratti incassati a parete o pavimento) o tubazione in PVC rigido autoestinguente serie media (tratti a vista).

9.6 *Protezione delle installazioni*

Coordinamento delle protezioni

La protezione delle installazioni sarà assicurata in ogni punto del sistema elettrico da interruttori automatici di tipo magnetotermico.

La scelta di tali protezioni consentirà il coordinamento fra interruttore e rispettiva linea elettrica, sia per sovraccarico ($I >$) che per guasto da cortocircuito ($I \gg$).

Selettività

In un impianto elettrico la distribuzione viene effettuata tramite dispositivi di protezione, sezionamento e comando installati in serie tra di loro per una migliore gestione dell'energia.

In una distribuzione radiale l'obiettivo primario della selettività è quello di separare e isolare dalla rete elettrica le sole partenze soggette a guasto.

Il livello di selettività garantito dalla scelta delle protezioni sarà totale, in quanto per tutte le correnti di guasto fino alla corrente di corto circuito I_{cc} in quel punto, si verificherà l'apertura del solo interruttore installato a monte del guasto.

9.7 *Protezione delle persone*

In un sistema di tipo TT come quello di progetto, per garantire la protezione contro i contatti indiretti deve essere soddisfatta la relazione:

$$I_a \leq U_0 / R_t$$

dove:

- I_a (A) è la corrente che provoca l'apertura automatica del dispositivo di protezione entro i tempi previsti dalla norma, in funzione della tensione nominale verso terra del sistema;
- U_0 (V) è la tensione nominale (valore efficace) tra fase e terra;
- R_t (Ω) è la resistenza dell'impianto di terra.

Nel nostro caso, utilizzando dispositivi a corrente differenziale, la corrente da utilizzare per la verifica è la soglia di intervento nominale $I_{\Delta n}$ del dispositivo, per cui:

$$I_{\Delta n} \leq U_0 / R_t$$

La protezione delle persone nei confronti del contatto indiretto (contatto con parti normalmente non in tensione) sarà pertanto garantita per tutti i circuiti terminali da dispositivi differenziali ad alta sensibilità (con corrente di intervento fino a 1 A), atti a rilevare correnti di dispersione verso terra e da un impianto di terra coordinato con essi. Qualora siano installati due o più dispositivi di tipo differenziale in cascata, sarà comunque garantita la selettività verticale di tipo totale.

9.8 *Apparecchiature di comando e di protezione*

Tutte le apparecchiature saranno caratterizzate da:

- corrente nominale (I_n) compresa tra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed una corrente in funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata del conduttore, in modo che siano soddisfatte le seguenti disuguaglianze:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

- potere di interruzione (p.d.i.) adatto alle correnti di corto circuito previste nel punto di installazione e caratteristiche di intervento, in caso di sovraccarico, tali da impedire ai cavi di subire danneggiamenti termici. Si adotteranno interruttori con p.d.i. nominale in corto circuito (I_{cn} secondo ciclo O-CO) e p.d.i. di servizio in corto circuito (I_{cs} secondo ciclo O-CO-CO) conformi CEI EN 60898-1 (interruttori modulari), CEI-EN 60947-2 (interruttori scatolati);
- carichi elettrici dei circuiti utilizzatori suddivisi sulle tre fasi in modo da rendere equilibrato il carico complessivo;
- interruttori a protezione delle linee monofasi di tipo bipolare con 1-2 poli protetti, quelli a protezione delle linee trifasi con 3-4 poli protetti;
- protezione delle persone contro i contatti indiretti assicurata da appositi dispositivi sensibili alla corrente differenziale, con $I_{\Delta n}$ fino a 1000 mA;
- linee in uscita da ogni quadro elettrico attestate su una morsettiera numerata, con i conduttori dotati di capicorda a puntale e collarini numerati.

9.9 *Quadri elettrici*

Date le definizioni secondo CEI EN 60439-1 "Suddivisioni interne all'apparecchiatura mediante barriere o diaframmi", i quadri elettrici saranno realizzati in carpenteria metallica modulare a elementi standardizzati, componenti più volumi funzionali chiusi in un involucro metallico, le cui pareti realizzeranno le protezioni delle persone contro i contatti diretti.

Le strutture saranno realizzate in lamiera elettrozincata di spessore non inferiore a 2 mm. (20/10) e la loro composizione saranno ottenute da telai di sostegno costituiti da traverse, montanti e pannelli uniti a mezzo di rivetti o bulloni.

Le chiusure frontali della struttura saranno realizzate con piastre forate metalliche, ricoperte con vernici epossidiche per aumentarne le proprietà isolanti.

L'accessibilità di ciascuno scomparto sarà possibile dal fronte tramite porte trasparenti incernierate e chiuse a chiave.

9.10 Protezione dalle scariche atmosferiche

La necessità della realizzazione di un impianto di protezione dalle scariche atmosferiche, previsto dal DPR 547/55, risulta dalla valutazione del rischio di fulminazione calcolato come indicato dalle norme CEI 81-10.

Per il fabbricato oggetto del presente progetto l'impianto di protezione dalle scariche atmosferiche (LPS) non è necessario, in quanto il rischio complessivo è inferiore a quello tollerato.

9.11 Impianto di illuminazione ordinaria interna

L'impianto di illuminazione ordinaria interna è stato dimensionato nel rispetto dei parametri di illuminamento richiesti dalla normativa e che brevemente sono stati riassunti al capitolo 3.

Il sistema progettato prevede l'utilizzo di un'ampia tipologia di corpi illuminanti, differenziati in funzione della destinazione d'uso dei locali e della necessità tecnica specifica.

I corpi illuminanti utilizzati sono equipaggiati, nella totalità dei casi, con tubi fluorescenti lineari o compatti a basso consumo, questi ultimi gestiti da rivelatori di presenza di persone, a tutto vantaggio dell'efficientamento energetico del fabbricato.

Più in dettaglio si prevede l'utilizzo delle seguenti apparecchiature:

- aule didattiche (ambiente): apparecchi illuminanti da incasso in acciaio zincato verniciato bianco, ottica parabolica, grado di protezione IP20, cablaggio elettronico, con tubo fluorescente lineare T5 da 14W;
- aule didattiche (lavagna/L.I.M.): apparecchi illuminanti con le stesse caratteristiche di quelli utilizzati per l'ambiente, con recuperatore parabolico e tubo fluorescente lineare da 54W;
- locali di servizio, depositi, preparazione pasti ecc.: apparecchio illuminanti a plafone con corpo e schermo in policarbonato, grado di protezione IP65, con tubi fluorescenti lineari T5 da 49W;
- servizi igienici: apparecchi illuminanti da incasso con corpo in acciaio zincato bianco, grado di protezione IP20/23, con sorgente luminosa fluorescente compatta da 26W;
- corridoi: strisce LED su nastro flessibile autoadesivo e apposito profilo in alluminio per incasso nel controsoffitto, alimentazione 24V_{dc}.

9.12 Impianto di illuminazione di sicurezza

L'impianto di illuminazione di emergenza, dimensionato secondo norma UNI EN 1838 e previsto in tutti i locali dell'edificio, sarà un sistema che:

- anche in caso di mancanza di alimentazione dell'illuminazione normale, garantirà l'esodo sicuro da un luogo fornendo appropriate condizioni di visibilità (illuminazione di sicurezza);
- sarà destinato a evitare il panico e a fornire l'illuminazione necessaria per raggiungere un luogo da cui possa essere identificata una via di esodo (illuminazione antipanico).

L'impianto di illuminazione di emergenza sarà costituito da apparecchi ad alimentazione autonoma e ad entrata in funzione automatica (immediata) in caso di black out.

L'autonomia delle lampade sarà di 1 ora, la loro disposizione, evidenziata negli elaborati grafici di progetto, sarà tale da garantire un livello di illuminamento pari a 5 lux a 1 m. dal piano di calpestio, con particolare riguardo a:

- uscite di sicurezza;
- cambi di direzione;
- intersezione di corridoi;
- immediatamente all'esterno di ogni uscita;
- nelle vicinanze di punti di pronto soccorso, dispositivi antincendio e punti di chiamata.

L'impianto sarà gestito da una centrale di supervisione, in grado di controllare tutte le lampade.

La centrale, equipaggiata di stampante, sarà in grado di gestire e memorizzare le informazioni provenienti dalle lampade (mediante linea BUS dedicata) e assicurerà la perfetta e puntuale manutenzione dell'impianto.

9.13 Impianto di forza motrice

L'impianto di forza motrice avrà caratteristiche di tipo "civile" nella quasi totalità dei casi, saltuariamente e solamente in alcune situazioni sarà di tipo "industriale".

Per quanto riguarda la prima tipologia, verranno realizzate postazioni a parete equipaggiate normalmente con 1 o 2 prese UNEL 2x10/16A+T o 2x10/16A+T bipasso, queste ultime con o senza protezione locale dedicata;

Per la tipologia industriale, saranno invece installate prese CEE con interblocco meccanico e fusibili di protezione locale, di colore azzurro (230V) o rosso (400V).

Saranno inoltre realizzati tutti i collegamenti elettrici, di potenza e di comando, relativi all'impiantistica termo meccanica, in modo da consentire il funzionamento della stessa secondo le modalità previste nel progetto termoidraulico e raggiungere i livelli prestazionali richiesti.

9.14 Impianto di terra

L'impianto di terra di tutto il sistema elettrico verrà realizzato secondo la seguente conformazione:

- impianto interno al fabbricato;
- dispersore.

Impianto di terra interno

L'impianto interno distribuirà, a ogni utenza e a ogni massa metallica, il conduttore di protezione di colore giallo verde.

Tutti i conduttori PE saranno collegati a una dorsale convergente ai quadri elettrici, all'interno dei quali saranno realizzati i collettori di terra.

I collettori saranno collegati al sistema disperdente tramite un conduttore di terra di sezione adeguata.

Dispersore

Il sistema disperdente sarà costituito da una corda in rame nudo posta a diretto contatto con il terreno (sez. 50 mm²), interconnesso, con collegamenti intermedi realizzati mediante appositi morsetti, ai ferri di armatura del basamento dell'edificio.

Le caratteristiche dei materiali previsti per l'impianto di terra saranno tali da garantire che:

- il valore di resistenza di terra così ottenuto sia in accordo con le esigenze di protezione e di funzionamento dell'impianto;
- l'efficienza dell'impianto si mantenga nel tempo secondo quanto specificato dalla normativa;
- le correnti e le dispersioni a terra possano essere sopportate senza danni, in particolare di origine termica ed elettrodinamica;
- i materiali abbiano adeguata solidità o adeguata protezione meccanica, tenuto conto delle influenze esterne.

Saranno inoltre prese tutte le precauzioni per ridurre i danni che, per effetto elettrolitico, l'impianto di terra potrà eventualmente arrecare ad altre parti metalliche interrate nelle vicinanze dei dispersori.

10 Impianti speciali

10.1 Impianto telefonico e di trasmissione dati (cablaggio strutturato)

L'edificio in oggetto sarà completo di impianto di cablaggio strutturato CAT. 6, per telefonia e trasmissione dati.

Tale impianto prevede l'installazione di punti presa all'interno di ogni locale didattico, in ragione delle destinazioni d'uso dei locali stessi.

L'ubicazione e il numero di tali prese sono rilevabili dagli allegati schemi progettuali.

Tutti i punti presa convergeranno nel quadro cablaggio strutturato dell'edificio, la cui posizione è stata ipotizzata lungo il corridoio del piano terra, in prossimità della zona bidelli.

10.2 Impianto antintrusione

All'interno dell'edificio sarà installato un impianto antintrusione in grado di sorvegliare tutti i locali tramite sensori volumetrici.

I sensori volumetrici saranno del tipo a doppia tecnologia (infrarosso volumetrico) con dispositivo di antimascheramento.

La centralina di controllo e comando dell'impianto sarà in grado di controllare ogni singolo sensore in modo da poter identificare in modo univoco il sensore che ha generato l'allarme e sarà posizionata in zona costantemente presidiata al piano terra (zona bidelli).

10.3 Impianto allarme evacuazione

La scuola sarà dotata di impianto di allarme evacuazione, costituito da segnalatori acustici (uno per piano) attivabili manualmente da pulsanti posizionati in zona costantemente presidiata.

10.4 Impianto di segnalazione allarme servizi igienici

Per i servizi igienici si prevede la realizzazione di un impianto di chiamata costituito da tasto a tirante, pulsante di annullo chiamata all'interno del bagno e avvisatori acustici (ronzatori) posti nelle zone bidelli di entrambi i piani.

Le posizioni sono rilevabili dagli elaborati grafici di progetto.

10.5 Impianto campanelle fine lezione

Sarà realizzato un impianto di campanelle fine lezione, derivato dal quadro elettrico di distribuzione del piano terra.

E' prevista l'installazione di una campanella per ogni piano, come riportato negli allegati schemi di progetto.

Tale impianto sarà gestito da centralina programmabile dedicata (programmazione giornaliera a più ripetizioni e settimanale), e sarà dotato di 2 pulsanti per azionamento manuale, posti in corrispondenza delle zone bidelli di entrambi i piani.

10.6 Impianto videocitofonico

L'edificio sarà dotato di 2 posti citofonici esterno (uno per ogni accesso alla scuola), modulo per il gruppo fonico e modulo di chiamata a pulsanti luminosi.

In entrambe le zone presidiate dei due piani sarà installata la postazione interna.

L'impianto citofonico avrà tubazioni, cassette e scatole separate e indipendenti dagli altri impianti.

10.7 *Impianto fotovoltaico*

Si rimanda alla relazione specifica allegata al progetto.