RELAZIONE TECNICA IMPIANTI

POLO SCOLASTICO ONNICOMPRENSIVO INNOVATIVO AREA NORD PER
LA REALIZZAZIONE DI POLI EDUCATIVI TERRITORIALI PERMANENTI

SECONDO GRADO

Indice

1 INTRODUZIONE E SINTESI DEGLI INTERVENTI 3

2 PUNTI DI FORZA E PECULIARITÀ DELLA PROPOSTA PROGETTUALE 5

2.1 Contenimento dei consumi energetici 5
2.2 Sfruttamento delle risorse idriche disponibili 6
2.3 Tecnologie innovative 6
2.4 Strategie di Manutenzione e progettazione BIM a scopo gestionale 6

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 8

3.1 Norme Generali 8
3.2 Impianti di Climatizzazione 8
3.3 Impianto Idricosanitario e Scarico reflui 9
3.4 Impianto Antincendio 9
3.5 Impianti Elettrici 9

4 DATI DI PROGETTO 11

4.1 Impianti fluidici e aeraulici 11
4.2 Impianti elettrici 12

5 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE 14

5.1 Impianto di Produzione e Distribuzione dei fluidi vettori 14
5.1.1 Impianto di Produzione e Distribuzione dei fluidi vettori 14
5.1.2 Terminali ambiente 14
5.2 Impianto Aeraulico 15
5.2.1 Unità di Trattamento Aria 15
5.2.2 Distribuzione Aeraulica e terminali ambiente 16
5.3 Sistema di Regolazione 16
5.3.1 Impianto di produzione e distribuzione fluidi vettori 16
5.3.2 Unità di trattamento Aria 17
5.3.3 Regolazione Ambiente 17

6 IMPIANTO DI PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA 18

7 IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUA 19

7.1 Acqua Potabile 19
7.2 Acque Chiare. 19

8 IMPIANTO IDRICOSANITARIO E SCARICO REFLUI 20

8.1 Impianto idricosanitario 20
8.2 Impianto di scarico acque reflue e chiare 20

9 ACCUMULO ACQUE METEORICHE E IMPIANTO DI IRRIGAZIONE 21

10 IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO 22

11 IMPIANTI ELETTRICI 23

11.1 Distribuzione primaria 23
11.2 Rete di terra ... 23
11.3 Impianto di forza motrice 24
11.4 Impianto di illuminazione 25

12 IMPIANTI SPECIALI 28

12.1 Rete trasmissione dati 28
12.2 Impianto rivelazione incendi 28
12.3 Sistema diffusione sonora 29
12.4 Impianto videosorveglianza 30
12.5 Impianto antintrusione 30
12.6 Sistema di Supervisione e telecontrollo 30

13 IMPIANTO FOTOVOLTAICO 32

14 STIMA DEI COSTI 37

15 IMPIANTO PROTEZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE 38

16 MANUTENZIONE 39

1 INTRODUZIONE E SINTESI DEGLI INTERVENTI

Oggetto del presente documento è la descrizione degli impianti tecnologici a servizio del nuovo polo scolastico dell'area nord di Palermo.
La progettazione degli impianti è stata eseguita tenendo conto delle caratteristiche climatiche del sito e delle specifiche esigenze e richieste della committenza.
In sintesi, gli interventi impiantistici previsti a progetto risultano essere i seguenti:

- **Impianto di Climatizzazione***:* è previsto un impianto misto ad aria primaria e sistemi radianti a pavimento; nei soli uffici si prevede l'installazione di impianto a ventilconvettori in luogo dei pavimenti radianti. L'impianto a servizio dei pavimenti radianti e dei ventilconvettori sarà realizzato in configurazione a 2 tubi per cui è prevista l'inversione stagionale per passare dalla funzione Riscaldamento alla funzione Raffrescamento. L'impianto aeraulico, facente riferimento a 4 Unità di Trattamento Aria (UTA) e un rooftop, è del tipo a portata variabile. Le 2 UTA a servizio delle Aule e degli Uffici saranno dotate di recuperatore di calore ad altissima efficienza; il rooftop a servizio dell'atrio e la UTA della Palestra (impianto a tutt'aria nella stagione estiva e misto ad aria primaria con pavimento radiante) saranno dotate di sezione di ricircolo aria con controllo della qualità dell'aria a mezzo di sonda di CO2. La modulazione della portata d'aria è effettuata, in generale, in tutti gli ambienti ad alto indice di affollamento; per gli altri ambienti è previsto un impianto a portata costante.
- **Sistema di produzione e distribuzione dei fluidi termovettori**: il fluido vettore caldo e freddo sarà prodotto da un Gruppo Frigorifero in pompa di calore condensato ad acqua, ad altissima efficienza ed in esecuzione super silenziata. La pompa di calore sarà dotata inoltre di recupero parziale del calore (attivo in entrambe le stagioni); il calore prodotto sarà utilizzato per la produzione di Acqua Calda Sanitaria e per il post-riscaldo estivo delle UTA aria attive. I circuiti di distribuzione saranno dotati di elettropompe con motori IE5.
- **Sistemi di Produzione ACS**: la produzione ACS a servizio degli spogliatoi sarà realizzata a mezzo di Bollitore di preriscaldo alimentato dal sistema di recupero della Pompa di calore sopracitata e da due Bollitori in Pompa di Calore monoblocco a basamento da 300 lt. La produzione ACS a servizio dei Blocchi servizi igienici di piano sarà realizzata tramite bollitori monoblocco per installazione in controsoffitto da 80/110 lt.
- **Impianto di trattamento acqua potabile**: alimenta i circuiti chiusi dell'impianto di climatizzazione e il circuito idrico sanitario; è costituito dai seguenti componenti: filtro autopulente, addolcitore motocolonna a scambio ionico (a servizio dei soli circuiti chiusi), trattamento anticorrosivo dedicato.
- **Impianto idrosanitario**: è previsto un impianto di distribuzione acqua sanitaria costituito dalle seguenti dorsali: i) acqua calda sanitaria, ii) ricircolo ACS (solo spogliatoi), iii) acqua fredda sanitaria potabile, iv) acqua di alimentazione cassette vasi (acqua duale). L'acqua calda sanitaria è prodotta dai Sistemi precedentemente descritti. L'acqua fredda sanitaria è addotta direttamente dalla rete pubblica; prima di alimentare la rete subisce una filtrazione meccanica ed un trattamento condizionante (polifosfati). L'acqua a servizio delle cassette dei vasi è addotta dal sistema di sanificazione delle acque bionde descritto di seguito. La distribuzione dell'impianto idrico sarà realizzata con tubazione in acciaio inox press-fitting (distribuzione principale) ed in multistrato preisolato (derivazioni secondarie ed alimentazione terminali.
- **Impianto di scarico acque reflue e bionde**: il complesso edilizio sarà dotato di doppia rete di scarico. Le acque reflue provenienti dai vasi saranno convogliate direttamente in fogna; le acque chiare, sanificate tramite apposito sistema di trattamento, saranno utilizzate per l'alimentazione delle cassette dei vasi.
- **Impianto di trattamento acque chiare**: come detto precedentemente le acque bionde opportunamente trattate, saranno riutilizzate per l'alimentazione delle cassette dei vasi; il sistema di sanificazione è costituito da degrassatore, filtro a sabbia, pompa dosatrice di ipoclorito, serbatoio di accumulo, gruppi di aumento pressione; l'acqua in eccesso è convogliata sulla rete di scarico acque reflue.
- **Impianto di raccolta ed accumulo acque meteoriche**: è prevista l'installazione di due serbatoi interrati da 50 m^3 alimentati dalle acque meteoriche raccolte a partire dalle coperture del corpo di fabbrica; i serbatoi saranno dotati di avampozzo con scolmatore. L'acqua di accumulo sarà utilizzata per alimentare l'impianto di irrigazione delle aree verdi e come riserva dell'impianto di distribuzione acqua sanificata.
- **Impianto idrico antincendio**: è prevista la realizzazione di impianto idrico antincendio a servizio di idranti interni UNI 45; la rete di distribuzione sarà alimentata da apposito sistema interrato monoblocco composto da vasca di accumulo, locale tecnico e gruppo di aumento pressione conforme alla Norma UNI EN 12945. L'accumulo è alimentato dalla rete pubblica acqua potabile a partire dal pozzetto di consegna previsto sul limite della proprietà. All'esterna del complesso scolastico saranno installati un attacco VVF ed un idrante UNI70 (funzione di carico autobotte VVF).
- **Sistema di Controllo e Gestione**: le apparecchiature facenti parte dell'impianto di climatizzazione, di produzione e distribuzione acqua sanitaria saranno gestiti da controllori digitali interfacciati su sistema di supervisione. Dalla postazione operatore, ubicata in uno degli uffici dell'edificio, si potrà visualizzare le apparecchiature facenti parte

dell'impianti in esame, intervenire sui valori di setpoint impostati, visualizzare e stampare stati e allarmi dei componenti impiantistici, memorizzare automaticamente gli andamenti storici dei parametri controllati. Il sistema potrà essere visualizzato tramite collegamento web su postazioni operatore remote. Il sistema di supervisione sarà interfacciato su programma gestionale.

- **Sistema e Approccio Gestionale delle attività di manutenzione:** si prevede, come sopra anticipato, sin dalla fase progettuale l'installazione di un software gestionale; sul software sarà interfacciato il sistema di supervisione impianti meccanici, l'applicativo gestione energia impianti HVAC ed i sistemi safety e security. Il software sarà in grado di immagazzinare e gestire l'intero flusso dati messi a disposizione dalla progettazione in BIM dell'edificio.

2 PUNTI DI FORZA E PECULIARITÀ DELLA PROPOSTA PROGETTUALE

La proposta progettuale, oltre al rispetto dei budget economici prefissati, nasce dalla volontà di realizzare un "edificio energeticamente *quasi autosufficiente"* (Edificio NZEB) garantendo al contempo un altissimo standard di confort ambientale nei diversi ambienti; altrettanta attenzione è stata riposta sulla qualità dei materiali, sull'affidabilità e flessibilità impiantistica e sulla definizione delle più adeguate strategie manutentive al fine di contenere le spese di gestione dell'immobile.

2.1 Contenimento dei consumi energetici

Il progetto prevede la realizzazione di un sistema edificio-impianto classificato NZEB ad altissima prestazione energetica che minimizza i consumi legati al riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, illuminazione, produzione di acqua calda sanitaria, utilizzando energia da fonti rinnovabili, elementi passivi di riscaldamento e raffrescamento, sistemi di ombreggiamento e garantendo un'idonea qualità dell'aria interna e un'adeguata illuminazione naturale in accordo con le caratteristiche architettoniche dell'edificio.
Le strategie e le scelte tecniche edili ed impiantistiche che caratterizzeranno la soluzione progettuale proposta sono:
Sistema Edilizio
Isolamento dell'involucro edilizio: i componenti opachi e trasparenti garantiscono un elevato isolamento dell'edificio.
Sistemi di ombreggiamento: le superfici perimetrali del fabbricato sono pensate al fine di alternare le porzioni vetrate con gli elementi aggettanti creando un ombreggiamento molto efficace nella stagione estiva senza ledere l'apporto solare gratuito nella stagione invernale.
Sfruttamento della ventilazione naturale nell'atrio: attraverso i serramenti apribili sulla vetrata lato giardino interno e sulla parte alta dell'atrio (contrapposti ai primi), si garantirà una ventilazione naturale energeticamente molto efficace soprattutto nelle mezze stagioni. L'apertura degli elementi vetrati di cui sopra, del tipo motorizzato, sarà gestita dal sistema di controllo degli impianti HVAC. Questa soluzione garantirà un notevole risparmio nel bilancio energetico annuo.
Impianti tecnologici
Massimizzazione dello sfruttamento delle fonti rinnovabili previste a progetto: la proposta progettuale prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico da 175 kWp dotato di ottimizzatori di potenza per ciascuna coppia di moduli e una conseguente produzione specifica elevata nell'ordine di 1400kWh per ogni kW di potenza installata; tutte le utenze tecnologiche saranno quindi alimentate elettricamente in modo da sfruttare al meglio l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico.
Utilizzo di accumulatori di energia: garantiscono la copertura del fabbisogno elettrico nelle ore notturne e comunque nelle ore di non utilizzo della struttura per l'alimentazione degli impianti Safety, Security, illuminazione di base, server (impianto di climatizzazione spento);
Limitazione campi elettromagnetici: al fine di evitare campi elettromagnetici nocivi per la salute la cabina di trasformazione MT/BT sarà installata all'esterno del fabbricato e dotata di adeguata schermatura. Inoltre la distribuzione delle linee elettriche avverrà mediante canaline metalliche e particolare attenzione sarà posta nella posa dei cavi.
Utilizzo di componenti ed apparecchiature ad elevate prestazioni e rendimenti: la pompa di calore, il rooftop, i motori dei ventilatori e delle elettropompe saranno ad altissima efficienza garantendo una riduzione degli assorbimenti compresi tra il 10 ed il 20% rispetto ai rendimenti di apparecchiature standard. I motori dei ventilatori e delle elettropompe saranno a portata variabile; la portata d'acqua o aria sarà modulata in funzione delle effettive esigenze garantendo una riduzione dei consumi energetici (rispetto a sistemi a portata costante) compresi fra il 70 e il 75%. La pompa di calore a servizio dell'impianto di climatizzazione sarà dotata di 4 compressori e due circuiti frigoriferi distinti in modo da garantire altissime prestazioni anche nelle condizioni di bassissimo carico termico/frigorifero.
Massimo sfruttamento del recupero termico e del ricircolo dell'aria: le unità di trattamento aria (UTA) a servizio delle Aule saranno dotate di recuperatori ad altissima efficienza (min. 80% in regime invernale), mentre le altre unità di ventilazione (Rooftop Atrio e UTA Palestra) opereranno a portata e ricircolo variabile in funzione dei carichi, dell'utilizzo e dell'effettiva presenza di persone mediante sensori di controllo della CO2 sul canale di ripresa.
Terminali impiantistici operanti a bassa temperatura: tutti i terminali impiantistici previsti a progetto (comprese le batterie idroniche delle UTA), nella stagione invernale opereranno ad una temperatura compresa tra 35 e 45°C; tale soluzione enfatizzerà le già elevate prestazioni nominali della pompa di calore e renderà quasi trascurabili le dispersioni per distribuzione a tutto vantaggio del risparmio energetico.
Produzione Acqua Calda Sanitaria: il progetto prevede l'installazione di impianti autonomi ad alta efficienza che sfruttano al meglio le fonti di energia rinnovabile e di recupero disponibili; la scelta di realizzare impianti autonomi è, nel caso specifico, un elemento migliorativo in quanto permette di minimizzare le dispersioni di distribuzione e praticamente annullare le dispersioni legate al ricircolo (previsto solo negli spogliatoi posti nelle vicinanze della centrale tecnologica). Il beneficio che ne deriva rispetto ad un impianto centralizzato, dato un identico sfruttamento delle fonti di energia rinnovabile, è almeno pari al 40%; i maggiori costi di manutenzione, legati al numero ed al dislocamento dei bollitori, sono ampiamente compensati dalla semplificazione della rete di distribuzione sanitaria.

Flessibilità di funzionamento dell'impianto: in generale gli scenari di funzionamento e la variabilità delle esigenze nell'arco della giornata e dei periodi dell'anno in un complesso scolastico sono da tenere decisamente in conto nella progettazione degli impianti sia a livello energetico che gestionale. Le scelte progettuali tengono conto di tutti questi aspetti garantendo, nella fase di esercizio, un livello di automazione tale per cui saranno mantenuti attivi solo gli impianti a servizio dei locali utilizzati; in estrema sintesi:
i) nelle aule non utilizzate, condizione acquisita dal sistema tramite sensori di presenza e/o da programmi orari, sarà inibita la ventilazione e l'impianto di riscaldamento a pavimento opererà in solo mantenimento (temperatura più bassa di quella di esercizio) garantendo un considerevole risparmio energetico;
ii) la palestra, l'atrio e le sale mensa saranno dotate di impianto di ventilazione con parziale ricircolo e potranno operare sia in modalità a tutt'aria che in modalità ad aria primaria con l'integrazione dei sistemi radianti;
iii) l'aula magna, potenzialmente utilizzata anche in fasce orarie e periodi in cui non si svolgono le attività didattiche, sarà dotato di impianto dedicato facente riferimento ad una unità Rooftop (ciò permette di utilizzare il locale mantenendo completamente spento l'impianto di climatizzazione a servizio dell'intero complesso).
iv) Il sistema di controllo del flusso luminoso (DALI) adottato in tutti gli ambienti in abbinamento alla tecnologia LED permetterà di gestire i flussi luminosi in funzione delle reali condizioni ambientali istantanee nonché di interrompere o attenuare il flusso luminoso in caso di locale non utilizzato;
Sistema di Controllo e Supervisione (BMS): oltre a garantire la completa automazione degli impianti sopra descritti e delle loro modalità di funzionamento, sarà uno strumento semplice ed efficace per gestire in modo corretto i sistemi impiantistici rilevando in tempo reale anomalie e malfunzionamenti degli stessi.
Interazione fra infrastrutture: tutti i sistemi di gestione e controllo (illuminazione DALI, videosorveglianza, antintrusione, rivelazione incendi, ecc…) faranno capo al sistema BMS in modo da avere un rapido riscontro dello stato di salute e dell'efficienza del sistema.
Strategie di Manutenzione e Sistema gestionale: garantiranno, in completa sinergia con il sistema gestionale BMS e la modellazione BIM, evidenti benefici in termini sia gestionali che energetici.

2.2 Sfruttamento delle risorse idriche disponibili

Lo sfruttamento razionale delle risorse idriche disponibili in sito è oggigiorno un'esigenza, data la continua riduzione degli approvvigionamenti idrici sul territorio, da cui non si può prescindere nella progettazione di un nuovo edificio.
Il sistema di riutilizzo delle acque chiare per l'alimentazione dei vasi ed il sistema di stoccaggio delle acque meteoriche previsti a progetto garantiranno una copertura almeno pari al 50% dei consumi idrici complessivi.

2.3 Tecnologie innovative

Si adotteranno soluzioni tecnologiche atte a garantire la massima efficienza del sistema edificio il comfort degli occupanti. In particolare sarà sviluppato un sistema di controllo che permetterà la gestione degli impianti in modo ottimizzato in funzione delle esigenze degli utenti.
Sistema di videosorveglianza su rete dati "power over ethernet" (PoE) dedicata;
Sistema di rivelazione fumi analogico indirizzato con mappe grafiche;
Sistema di diffusione sonora "Voice Evacuation System" (VES) per filodiffusione e gestione emergenze;
Realizzazione di un sistema di controllo dello stato degli interruttori elettrici (acquisizione contatto scattato relè con riporto al BMS) e monitoraggio dei consumi energetici delle varie zone con multimetri interconnessi al sistema di supervisione;
Rete trasmissione dati wireless a bassissima potenza per la copertura delle aule
Gestione da parte dei docenti mediante tablet delle personalizzazioni di stanza (temperatura, illuminazione, ecc…)
Illuminazione di emergenza con soccorritore centralizzato e controllo mediante bus DALI della singola lampada con riporto dello stato e degli allarmi alla postazione centrale di supervisione;
Impianto fotovoltaico con moduli ottimizzatori atti a garantire la disconnessione del sistema in corrente continua in caso di blackout e quindi la massima sicurezza per gli occupanti e per gli operatori anche in caso di incendio;

2.4 Strategie di Manutenzione e progettazione BIM a scopo gestionale

Una corretta manutenzione e gestione di un immobile è fondamentale per garantire una maggiore vita utile dello stesso e un significativo risparmio economico in termini gestionali. Un'appropriata gestione e manutenzione del sistema edificio-impianto è ancor più importante nel momento in cui, come nel caso in esame, si ha un edificio caratterizzato da un alto contenuto tecnologico e da elevate prestazioni attese a livello energetico.
In estrema sintesi si prevede quanto segue:
Una strategia e politica manutentiva basata non sulla mera programmazione degli interventi ma sull'analisi dei rischi reali e dei costi che caratterizzano componenti, apparecchiature, sistemi edilizi e impiantistici. Tale strategia è a tutti gli effetti uno dei punti di partenza principali per la definizione e programmazione della piattaforma gestionale.
Una piattaforma di gestione della manutenzione in grado di operare su modello BIM e dialogare sia con il sistema BMS proposto che con qualsiasi altro sistema di controllo.

L'installazione di un Sistema di Building Management (BMS) di ultima generazione, con un applicativo specifico per la gestione dell'energia e l'ottimizzazione dei consumi in fase di esercizio.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le opere descritte negli elaborati di progetto sono finalizzate al raggiungimento dei seguenti obiettivi:
realizzazione di impianti di massima affidabilità di esercizio secondo la "perfetta regola d'arte" e adeguati alle esigenze ed alla tipologia dell'edificio;
garanzia di totale sicurezza per le persone e le attrezzature;
osservanza di tutte le norme e disposizioni legislative in materia di impianti termici ed idraulici.
Si riportano di seguito i principali riferimenti normativi.

3.1 Norme Generali

DPR n.380 del 2001 testo unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia edilizia aggiornato al DL n. 301 del 2002.
Decreto Legge 9 aprile 2008 n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
D.M. n. 37 del 22.01.08 (ex Legge 05/03/1990 n. 46) - "Regolamento concernente (..) disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici".
Norme e tabelle UNI per i materiali unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, modalità di esecuzione e collaudi.
Norme e richieste particolari da parte degli Enti preposti quali: Vigili del Fuoco, U.S.S.L., ISPESL, Autorità Comunali, ecc.
Legge n. 615 del 13.01.1966 recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico e relativi regolamenti per l'esecuzione di cui al D.P.R. n. 1288 del 24.10.1967 e D.P.R. n. 1391 del 22.12.1970.
Dlgs n. 152 del 03.04.2006 - "Norme in materia ambientale".
Legge n. 447 del 26.10.1995 - "Legge quadro sull'inquinamento acustico".
D.P.C.M. del 14.11.1997 - "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"; D.P.C.M. del 01.03.1991 - "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" e Norma UNI 8199:1998 - "Misura in opera e valutazione del rumore prodotto negli ambienti dagli impianti".

3.2 Impianti di Climatizzazione

Legge Regione Piemonte n°13 del 28.05.07 – "Risparmio energetico"
Legge n. 10 del 09.01.1991 – "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". (Ex Legge n. 373 del 30.04.1976 e relativi decreti di attuazione D.P.R. n. 1052 del 28.06.1977 e D.M. 10.03.1977).
D.P.R. n. 412 del 26.08.1993 – "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumo di energia".
Disposizioni e regolamenti emanati dagli Enti locali in materia di risparmio energetico.
D.P.R. n. 551 del 21.12.1999 – "Regolamento recante modifiche al Decreto del Presidente della Repubblica n. 412 del 26.07.1993, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia".
Dlgs n. 192 del 19.08.2005 – "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia".
Dlgs n. 311 del 29.12.2006 – "Disposizioni correttive ed integrative al Decreto Legislativo n. 192 del 19.08.2005, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia." Le metodologie di calcolo adottate dovranno garantire risultati conformi alle migliori regole tecniche, a tale requisito rispondono le normative UNI e CEN vigenti in tale settore che sono indicate sull'allegato L del decreto.
Delibera Regionale n. 2564 del 10.10.2008 – "Adozione di un sistema di classificazione delle prestazioni di sostenibilità degli edifici per la costruzione dei nuovi edifici di diretta competenza della Provincia Autonoma di Trento e dei propi Enti funzionali".
Circolare del Ministero dell'Interno n. 103 del 27.10.1964 e successiva n. 40 del 28.05.1964 relativa alle - "Norme di sicurezza da applicarsi nella progettazione, installazione ed esercizio di centrali termiche ad olio combustibile, gasolio e metano".
Norma UNI 10339:1995 (sostituisce la UNI 5104) - "Impianti di condizionamento dell'aria: norme per l'ordinazione, l'offerta ed il collaudo".
Norma UNI 5364:1976 - "Impianti di riscaldamento ad acqua calda: norme per l'ordinazione, l'offerta ed il collaudo".
Norma UNI EN 12237:2004 (sostituisce la UNI 10381-1 e la UNI 10381-2) relativa alla classificazione, progettazione, dimensionamento, posa e caratteristiche costruttive di condotte e componenti relative agli impianti aeraulici.
Norme per la sorveglianza da parte dell'ISPESL (ex ANCC) per il controllo della combustione, di cui al regolamento esecutivo della legge n. 1331 del 09.07.1926 e successive modificazioni ed integrazioni.
Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione (PED).
Legge n. 74 del 12.04.1996 recante norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile.

D.M. 01.12.1975 e successivi aggiornamenti - "Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione".
Norme C.T.I. (Comitato Termotecnico Italiano).
Normative tecniche contenute nella normativa ASHRAE.

3.3 Impianto Idricosanitario e Scarico reflui

D.P.C. 08.02.1985 (Caratteristiche dell'acqua potabile) G.U. del 09.05.1985.
Norma UNI 9182:2008 "Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione".
Norma UNI 12056-1:2001 – "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni".
Norma UNI 12056-2:2001 – "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo".
Norma UNI 12056-3:2001 – "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo".
Norma UNI 12056-4:2001 – "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo".
Norma UNI 12056-5:2001 – "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso".

3.4 Impianto Antincendio

D.M. 9/05/2007 "Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio".
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".
Norma UNI 10779:2007 – "Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio".
Norma UNI EN 12845:2005 – "Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione".
Norma UNI 11292 – "Locali per gruppi di pompaggio antincendio".

3.5 Impianti Elettrici

CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.
CEI 64-8/1 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 1: oggetto, scopo e principi fondamentali.
CEI 64-8/2 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 2: definizioni.
CEI 64-8/3 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 3: caratteristiche generali.
CEI 64-8/4 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 4: prescrizioni per la sicurezza.
CEI 64-8/5 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 5: scelta ed installazione dei componenti elettrici.
CEI 64-8/6 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 6: verifiche.
CEI 64-8/7 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 7: ambienti ed applicazioni particolari.
CEI 64-8; V1 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Contiene modifiche ad alcuni articoli nonché correzioni di inesattezze riscontrate in alcune Parti della Norma CEI 64-8.
CEI 64-8; V2 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. La Variante si è resa necessaria in seguito alla pubblicazione di nuovi documenti CENELEC della serie HD 60364.
CEI 64-8; V3 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Contiene il nuovo Allegato A della Parte 3: "Ambienti residenziali - Prestazioni dell'impianto" e modifiche ad alcuni articoli della Norma CEI 64-8 in seguito al contenuto dell'Allegato A.
CEI 64-50 Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.
CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale.
CEI 11-17 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.

CEI 17-113 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali.
CEI 17-114 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza.
CEI 23-48 Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 1: prescrizioni generali
CEI 23-49 Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 2: prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile.
CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazione fisse per uso domestico e similare.
CEI 31-30 Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 10: classificazione dei luoghi pericolosi
CEI 31-33 Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 14: impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere).
CEI 31-35 Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30). Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas, vapori o nebbie infiammabili.
CEI 0-10 Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.
CEI 81-10/1 Protezione contro i fulmini. Principi generali.
CEI 81-10/2 Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio.
CEI 81-10/3 Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
CEI 81-10/4 Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture.
CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
CEI-UNEL 35024/1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
CEI-UNEL 35023 Cavi per energia isolati in gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4. Cadute di tensione.
CEI 3-50 Segni grafici da utilizzare sulle apparecchiature. Parte 2: Segni originali.
CEI 0-10 Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.
CEI 0-11 Guida alla gestione in qualità delle misure per la verifica degli impianti elettrici ai fini della sicurezza
CEI 64-100/1 Edilizia residenziale. Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni. Parte 1: Montanti degli edifici.
CEI 64-100/2 Edilizia residenziale. Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni. Parte 2: Unità immobiliari (appartamenti).
CEI 64-13 Guida alla Norma CEI 64-4. "Impianti elettrici in locali adibiti ad uso medico".
CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
CEI 64-17 Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri.
CEI 64-4 Impianti elettrici in locali adibiti ad uso medico.
CEI 64-51 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 centri commerciali.
CEI 64-53 Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per edifici ad uso prevalentemente residenziale.
CEI 64-54 Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per i locali di pubblico spettacolo.
CEI 64-55 Edilizia residenziale. Guida per l 'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati.
Criteri particolari per le strutture alberghiere.
CEI 64-56 Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Criteri particolari per locali ad uso medico.
CEI 64-57 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 impianti di piccola produzione distribuita.
CEI 34-22 Apparecchi di illuminazione. Parte 2: prescrizioni particolari. Apparecchi di illuminazione di emergenza.
CEI 34-111 Sistemi di illuminazione di emergenza.
CEI 23-50 Spine e prese per usi domestici e similari. Parte 1: prescrizioni generali.
CEI 11-25 Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata. Parte 0: calcolo delle correnti.

4 DATI DI PROGETTO

4.1 Impianti fluidici e aeraulici

La progettazione degli impianti di distribuzione fluidica e aeraulica è stata eseguita tenendo conto dei seguenti parametri generali:

Comune:	Palermo (PA)
temperature esterne:	Inverno 2 °C; 80 % U.R.
	Estate 35 °C; 55 % U.R.
categoria edificio:	E.3: Scuole
ricambio aria:	meccanico per tutti i locali dotati di impianto di climatizzazione

In generale i ricambi d'aria nei locali oggetto d'intervento, in funzione delle diverse destinazioni d'uso, sono:
Locali convenzionali: 2 vol/h
Servizi Igienici: 10 Vol/h (ripresa)
Aule Scuola Materna: 4 l/s persona
Aule Scuola Elementare: 5 l/s persona
Aule Scuola Medie Inferiori: 6 l/s persona
Uffici: 11 l/s persona
Sale riunioni: 10 l/s persona
Sale conferenze, Auditorium: 5,5 l/s occupante.

Le temperature ambiente di progetto assunte sono:
Ambienti convenzionali:
Stagione Invernale: 20 ±1 °C – U.R. 40%
Stagione Estiva: 26 ±1 °C – U.R. 50%
Locali Tecnici:
Stagione Invernale: 20 ±1 °C – U.R. 40%
Stagione Estiva: 27 ±1 °C – U.R. 50%

Il valore della Velocità dell'acqua nelle tubazioni sarà compreso tra 0,5 e 2,5 m/s, in modo da ottenere cadute di pressione comprese mediamente tra 100 e 250 Pa/m.

Il valore della Velocità dell'aria nelle canalizzazioni sarà sempre tale da rispettare i seguenti limiti massimi accettabili di velocità:

Presa d'aria esterna:	2,50	m/s
Premente del ventilatore:	10	m/s
Montanti verticali:	8	m/s
Condotti di distribuzione al piano:	6	m/s
Terminali di mandata:	2	m/s
Terminali di ripresa:	2,50	m/s
Velocità massima negli ambienti:	0,15	m/s

Gli impianti funzioneranno, in linea di principio, non più 12 ore al giorno. Nelle ore di inattività dovrà comunque essere garantita una temperatura minima di 16°C.

I Livelli di filtrazione minimi garantiti sono i seguenti:

Filtri piani:		G 4
Filtri a tasche:	F 8	

Le caratteristiche dei fluidi termovettori saranno le seguenti:

Acqua refrigerata:	7/12 °C	
Acqua calda:		45/40 °C

L'Impianto di Distribuzione Acqua Sanitaria sarà dimensionato seguendo le indicazioni della Norma 9182. La temperatura massima distribuzione dell'Acqua Calda Sanitaria sarà di 45/48 °C.

4.2 Impianti elettrici

Gli ambienti sono classificati come Il dimensionamento degli impianti elettrici prende come base la normativa CEI 64/8.
Secondo la norma CEI 64-8/7sez. 751 sono definiti a maggior rischio in caso d'incendio tutti quegli ambienti che, a differenza di quelli ordinari, presentano nei confronti dell'incendio un rischio maggiore. La valutazione viene condotta in funzione dei seguenti elementi:
densità di affollamento;
massimo affollamento ipotizzabile;
capacità di deflusso o di sfollamento;
entità del danno per animali e/o cose;
comportamento al fuoco delle strutture dell'edificio;
presenza di materiali combustibili;
tipo di utilizzazione dell'ambiente;
situazione organizzativa per quanto riguarda la protezione antincendio (adeguati mezzi di segnalazione ed estinzione incendi, piano di emergenza e sfollamento, addestramento del personale, distanza dal più vicino distaccamento del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, esistenza di Vigili del fuoco aziendali ecc...).
Nel caso specifico si tratta di luoghi con elevata densità di affollamento o con elevato tempo di sfollamento in caso d'incendio. La probabilità che si sviluppi un incendio è bassa ma elevato potrebbe essere l'entità del danno.
Per tali ambienti si adotteranno cavi a bassa rispondenti alle Norme CEI 20-38, non propaganti l'incendio e a limitato sviluppo di fumi opachi, di gas tossici e gas corrosivi. Negli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio, infatti, la principale causa di decessi è proprio la presenza di fumi o gas. A seguito dell'entrata in vigore del Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR 305/2011), i cavi da utilizzare saranno dunque del tipo FG16OM16 0,6/1kV. i conduttori per posa in tubazioni PVC saranno del tipo FG17 45/750V mentre i cavi di alimentazione delle utenze di sicurezza come l'illuminazione di emergenza si adotteranno cavi del tipo FTG10OM1 0,6/1kV secondo CEI 20-45.

Le tabelle di portata cavi definite dalla norma CEl UNEL 35024/1 considerando una temperatura ambiente non superiore a 30°C e le varie modalità di posa definite del progetto (canalina metallica, tubazione PVC corrugata sottotraccia, tubazione corrugata doppia parete interrata).

Si elencano di seguito le principali prescrizioni e regole installative da rispettare, tratte dalla sez. 751 della norma CEI 64-8/7, rimandando alla stessa per quanto non esplicitamente riportato:
non saranno previsti componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili. I componenti elettrici installati, peraltro, saranno limitati a quelli strettamente necessari per l'utilizzo degli ambienti e per l'esecuzione delle attività previste;
tutti i dispositivi di manovra, protezione e controllo, fatta eccezione per quelli destinati a facilitare l'evacuazione, saranno posti in un luogo a disposizione del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo;
tutti i componenti elettrici dovranno rispettare le prescrizioni contenute nella sezione 422 della norma CEI 64-8/4 sia in funzionamento ordinario dell'impianto, sia in situazione di guasto, tenuto conto dei dispositivi di protezione;
gli apparecchi di illuminazione saranno tenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati;
le condutture saranno:
di tipo incassato in strutture non combustibili – condutture di tipo i1;
realizzate mediante cavi unipolari o multipolari dotati di conduttore di protezione contenuti in tubi protettivi non metallici - condutture di tipo i3;
le protezioni contro sovracorrenti delle linee che alimentano o attraversano luoghi MA.R.C.I. saranno poste a monte di questi ambienti. Le condutture che hanno origine in tali luoghi saranno protette contro i sovraccarichi e i cortocircuiti mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti all'origine dei relativi circuiti;
i circuiti terminali saranno inoltre tutti protetti con interruttore differenziale con corrente differenziale nominale non superiore a 0,03 A;
- i cavi impiegati saranno di tipo "non propagante l'incendio" (CEI 20-22);
negli attraversamenti di pareti o solai che delimitano un compartimento antincendio saranno predisposte barriere tagliafiamma. Queste saranno altresì previste qualora sussistano le condizioni previste dalla norma CEI 11-17, art. 3.7.03.

Gli impianti di illuminazione saranno dimensionati in funzione della destinazione d'uso dei locali in adempimento della norma EN 12464-1 "illuminazione dei posti di lavoro".
In particolare saranno garantiti i seguenti livelli di illuminamento minimo:

Locale	Em (lx)	UGR	Ra
Aree di circolazione e corridoi	100	28	40
Scale	150	25	40
Uffici – archiviazione e copiatura	300	19	80
Uffici – scrittura, battitura, lettura	500	19	80
Sale conferenze e riunioni	500	19	80
Reception	300	22	80

Archivi	200	25	80
Hall	100	22	80
Bagni, toilette	200	25	80
Mense, sale da pranzo, self service	200	22	80
Aree di lettura	500	19	80
Parcheggi aree di traffico	75	25	20
Parcheggi aree di parcamento	70	--	20
Scuole materne – ricreazione	300	19	80
Scuole materne – dormitorio	300	19	80
Scuole materne – stanze di lavoro	300	19	80
Stanze di pratica al computer	300	19	80
Stanze per il disegno tecnico	750	16	80
Lavagne	500	19	80

Il fabbisogno complessivo di energia elettrica in termini di potenza è stato così stimato:

Utenza	Fabbisogno	Potenza installata	Superficie	Contemp.	Potenza totale	Ore/g	Giorni	energia
	W/mq	W	mq	%	kW	h/g	Gg	MWh/anno
Illuminazione LED	4		7000	80%	22,4	2	200	8,96
forza motrice	5		7000	50%	17,5	4	200	14
condizionamento		150000		75%	112,5	10	200	225
ausiliari	1		7000	100%	7	24	365	61,32
TOTALE					**159,4**			**309,28**

Si rende pertanto necessaria l'adozione di una consegna in media tensione con relativa cabina di trasformazione.

L'impianto oggetto del presente progetto presenterà dunque sistemi elettrici delle seguenti categorie secondo norma CEI 11-1 all'art. 2.1.3c in base alla tensione nominale:
Sistemi di Categoria 0 (zero): a tensione nominale minore o uguale a 50V.
Sistemi di Categoria I (prima): a tensione nominale maggiore di 50V e minore o uguale a 1kV.
Sistemi di Categoria II (seconda): a tensione nominale maggiore di 1kV e minore o uguale a 30kV.

5 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

L'Impianto di Climatizzazione previsto a progetto è del tipo misto ad aria primaria e pavimenti radianti; negli uffici è previsto, in luogo dei sistemi radianti, un impianto a ventilconvettori. Nell'atrio e nella palestra sarà realizzato un impianto a tutt'aria con parziale ricircolo. L'impianto aeraulico, facente riferimento a n.3 Unità di Trattamento Aria ed ad una Unità Rooftop (atrio), sarà del tipo a portata variabile.

5.1 Impianto di Produzione e Distribuzione dei fluidi vettori

5.1.1 Impianto di Produzione e Distribuzione dei fluidi vettori

Il fluido vettore caldo e freddo, costituiti rispettivamente da acqua a 45°C e 7°C, saranno prodotti da un gruppo frigorifero in pompa di calore a recupero parziale di calore, condensato ad aria, in versione super-silenziata. Il Gruppo, da installare sulla copertura dell'edificio, avrà le seguenti caratteristiche tecniche e prestazionali:
Potenza frigorifera: 275 kWf (acqua 7/12°C)
Assorbimento elettrico totale in raffreddamento (compressori e ventilatori): 92,8 kWe
EER./ESEER: 2,96/4,0
Recupero di calore max da desurriscaldatore: 55 kW (acqua 50/55°C)
Potenza Termica: 299 kWf (acqua 50/55°C)
Assorbimento elettrico totale in riscaldamento (compressori e ventilatori): 92,1 kWe
COP/SCOP: 3,25/3,86
Pressione Sonora a 10 m: 54 dBA
Gas Refrigerante: R410A
Compressori: n°4 compressori ermetici scroll su due circuiti distinti (4 gradini di regolazione)
Ventilatori: n°4 assiali
Controllo e Gestione: Controllore a bordo macchina del tipo digitale completo di display LCD (protocollo di comunicazione ModBus/Bacnet).
L'impianto di distribuzione dei fluidi vettori, a partire dalla pompa di calore, sarà costituito dalle seguenti apparecchiature:
Dorsali di distribuzione primaria;
Collettore Generale di distribuzione acqua calda e fredda del tipo aperto;
Circuiti utenze derivati dal collettore completi di elettropompa di circolazione del tipo gemellare a portata variabile;
Circuito post riscaldamento UTA derivato dal circuito di recupero del calore;
Valvolame, organi di misura e sicurezza (vasi di espansione), accessori di completamento;
Sistema e componenti di termoregolazione.
La regolazione della temperatura in mandata della pompa di calore sarà funzione della temperatura esterna rilevata da apposita sonda esterna.
La modulazione della portata d'acqua nei circuiti sarà funzione dell'effettiva potenza richiesta dalle utenze; queste ultime infatti saranno dotate di valvole di regolazione motorizzate a due vie.
Per garantire una portata minima di circolazione anche in caso di carichi termici ridotti sul circuito sarà prevista la posa di almeno una valvole di sfioro.
I circuiti pavimenti e ventilconvettori saranno dotati di valvole miscelatrici a tre vie per la regolazione della temperatura di mandata.
Il circuito di recupero oltre che alimentare le batterie di postriscaldamento UTA alimenterà anche il Bollitore di preriscaldo ACS.
La rete di distribuzione sarà realizzata con tubazioni di acciaio nero senza saldatura tipo Mannesmann, a norma UNI 10255, adeguatamente coibentate come da indicazioni di progetto in piena conformità alle specifiche imposte dal Decreto Applicativo n° 412/93 e successive modifiche; sarà inoltre prevista una finitura superficiale in alluminio nei tratti a vista ed in centrale, in laminato plastico di colore grigio tipo isogenopak nei tratti in controsoffitto e all'interno dei cavedi tecnici.
Il valvolame sarà del tipo flangiato, in ghisa, PN 16. La velocità dell'acqua nelle tubazioni è stata mantenuta entro valori compresi tra 0,5 e 2,0 m/s, per cadute di pressione comprese mediamente tra 150 e 250 Pa/m.

5.1.2 Terminali ambiente

I terminali ambiente dell'impianto termofluidico sono:
Pavimenti Radianti.
Ventilconvettori (uffici).
Entrambe le tipologie di terminali saranno alimentate dai relativi circuiti a partire dalla centrale termofrigorifera.
A partire dalle dorsali in controsoffitto precedentemente descritte, saranno derivati appositi stacchi a servizio dei terminali.

I collettori di zona dei pavimenti radianti saranno provvisti di valvola d'intercettazione sia sulle derivazioni di mandata che di ritorno, da valvola di taratura sugli stacchi della sezione di ritorno, valvola di sfiato e valvola di svuotamento; saranno inoltre dotati di cassetta di contenimento e di struttura di fissaggio.

Pavimenti Radianti

Il pavimento radiante sarà costituito da diversi circuiti radianti; il numero di questi ultimi sarà funzione del carico termico dei locali; ogni circuito, avente passo fisso di 20 cm, sarà dimensionato per essere attraversato da una portata massima di 160 l/h ed una perdita di carico inferiore a 0,22 kPa. La potenza termica media ceduta all'ambiente sarà pari a 45 W/m².

Le tubazioni saranno posate su pannelli di supporto preformati con sistema di fissaggio dei serpentini a pressione; dopo la posa dei pannelli sarà realizzato il getto di completamento in calcestruzzo alleggerito con annegata all'interno apposita rete elettrosaldata per la ripartizione dei carichi. Con il getto saranno realizzati anche i giunti di dilatazione del pavimento posizionati sul perimetro del locale ed in corrispondenza delle fasce di confine tra circuiti attigui; i circuiti che compongono il pavimento radiante potranno attraversare i giunti di dilatazione solo attraverso tubazioni flessibili in grado di assorbire i microspostamenti del manufatto edile.

5.2 Impianto Aeraulico

L'impianto aeraulico a servizio del corpo di fabbrica in esame farà riferimento a n.4 Unità di Trattamento Aria e n.1 Rooftop ovvero:

U.T.A.01 a servizio dell'ala est dell'edificio: portata aria mandata/ripresa 13.500/12.500 mc/h.

U.T.A.02 a servizio dell'ala ovest dell'edificio: portata aria mandata/ripresa 13.500/12.500 mc/h.

U.T.A.03 a servizio dell'atrio e delle sale mensa: portata aria mandata/ripresa 12.000/11.000 mc/h.

U.T.A.04 a servizio della Palestra: portata aria mandata/ripresa 9.000/8.000 mc/h.

Rooftop Aula Magna: portata aria mandata/ripresa 8.000/7.000 mc/h.

Tutte le Unità di Trattamento Aria saranno dotate di ventilatori di mandata e ripresa dotati di inverter.

5.2.1 Unità di Trattamento Aria

Le Unità di Trattamento aria avranno caratteristiche conformi a quanto previsto dalla Norma UNI 10339 relativamente alle caratteristiche di funzionamento ed alla tipologia costruttiva; in particolare le Unità di mandata e ripresa saranno del tipo a sezioni componibili per esterno con interni a spigoli arrotondati e viteria a scomparsa, pannellatura in poliuretano espanso dello spessore minimo di 50 mm (densità 45/50 Kg/m3), superficie interna in peralluman, superficie esterna in preplastificato. L'unità dovrà essere dotata di n° 2 bandelle in neoprene con funzione antivibrante per tutta la lunghezza della slitta della macchina, e di opportuni giunti antivibranti per condotte aerauliche in tela olona sulle bocche esterne della macchina (mandata ed espulsione aria). Le U.T.A. saranno dotate di porte di ispezione a tenuta con oblò, impianto di illuminazione, quadro elettrico di potenza completo di sezione per l'alloggiamento dei componenti di automazione del sistema di controllo.

Le Unità di Trattamento Aria a servizio delle aule e degli uffici saranno così composte:

- **Mandata**:

Sezione di presa aria esterna con serranda motorizzata in acciaio zincato (completa di giunti antivibranti) con oblò e supporto portafiltro (filtro sintetico gravimetrico G4).

Sezione ventilante di mandata con motore a 4 poli direttamente accoppiato e ventilatore a pale rovesce (plug fan) azionato da inverter; la potenza del ventilatore è sovradimensionata del 20% ed il punto di funzionamento nominale deve consentirne l'utilizzo.

Recuperatore statico a doppio flusso incrociato con serrande di bypass sia sulla mandata che sulla ripresa (permettono di escludere il recupero termico nelle stagioni intermedie in cui si può sfruttare il free-cooling); recupero minimo stagione invernale pari all'80%.

Batteria di preriscaldamento e raffreddamento costituita da serpentino in rame e alette in alluminio su struttura di supporto metallica. La batteria sarà dimensionata per le seguenti condizioni di progetto: i) stagione invernale: aria -12/18°C, acqua 45/40°C; ii) stagione estiva: aria in ingresso 32°C – 55% Ur, aria in uscita 14°C – 90% Ur.

Batteria di postriscaldamento costituita da serpentino in rame e alette in alluminio su struttura di supporto metallica. La batteria sarà dimensionata per le seguenti condizioni di progetto: aria 18/28°C con acqua 45/40°C.

Sezione silenziante avente una lunghezza minima di 1.500 mm.

Sezione di filtrazione terminale con filtro a tasche rigide efficienza F8.

Sezione di mandata con serranda di taratura manuale in acciaio zincato (completa di giunti antivibranti).

- **Ripresa**:

Sezione di aspirazione con serranda di taratura manuale in acciaio zincato (completa di giunti antivibranti).

Sezione di filtrazione con filtro pieghettato gravimetrico efficienza G4.

Sezione silenziante avente una lunghezza minima di 1.500 mm.

Sezione ventilante di ripresa con motore a 4 poli direttamente accoppiato e ventilatore a pale rovesce (plug fan) azionato da inverter; la potenza del ventilatore è sovradimensionata del 20% ed il punto di funzionamento nominale deve consentirne l'utilizzo.

Sezione di espulsione con serranda motorizzata in acciaio zincato (completa di giunti antivibranti),

Le Unità di Trattamento Aria a servizio degli altri ambienti avranno le medesime caratteristiche delle UTA.01/2 ma saranno dotate di sezione di ricircolo dotata di serrande motorizzate; il sistema di recupero sarà del tipo a singolo flusso incrociato anziché doppio.
L'impianto, specificatamente per le macchine di trattamento dell'aria, sarà dotato di idoneo dispositivo dedicato per il controllo manuale, ubicato in posizione facilmente accessibile ed opportunamente segnalata, per lo sgancio e l'arresto dei ventilatori in caso di incendio e di mancato intervento del sistema di rilevazione fumi all'interno della macchina o dal sistema centrale antincendio dell'edificio.

5.2.2 Distribuzione Aeraulica e terminali ambiente

Le distribuzioni aerauliche, a partire dalle Unità di Trattamento Aria di pertinenza, si svilupperanno staffate a soffitto al piano interrato, in copertura, ed all'interno dei controsoffitti delle aree servite; avranno le seguenti caratteristiche costruttive e di installazione:
Distribuzione esterna in copertura: sarà realizzata con l'utilizzo di canalizzazioni di sezione rettangolare in pannelli sandwich autoportanti in classe 0 di reazione al fuoco secondo il D.M. 26-06-1984, con finitura in lamierino di alluminio goffrato all'esterno e liscio all'interno (protetto con 2 g/m² di vernice antiossidante), con interposizione di espanso termoisolante in poliuretano avente densità pari a 48 ±2 kg/m³, conduttività 0,023 W/(mK). Il pannello avrà spessore complessivo di 3 cm, la finitura interna avrà uno spessore minimo di 80 μm e quella esterna di 300 μm.
Distribuzione interna in controsoffitto e negli spazi tecnici: sarà realizzata con l'utilizzo di canalizzazioni di sezione rettangolare in pannelli sandwich autoportanti in classe 0 di reazione al fuoco secondo il D.M. 26-06-1984, con finitura in lamierino di alluminio goffrato all'esterno e liscio all'interno (protetto con 2 g/m² di vernice antiossidante), con interposizione di espanso termoisolante in poliuretano avente densità pari a 48 ±2 kg/m³, conduttività 0,023 W/(mK). Il pannello avrà spessore complessivo di 2 cm, la finitura interna ed esterna avranno uno spessore minimo di 80 μm.
Distribuzione interna a vista: sarà realizzata con condotte circolari in acciaio zincato; la superficie esterna sarà verniciata come da elaborati architettonici e comunque secondo indicazioni della D.LL.. Le condotte aerauliche, negli ambienti in cui ne sarà prevista l'installazione, saranno dotate di bocchette di mandata nel caso di immissione dell'aria e griglie di estrazione nel caso di estrazione. Sia le bocchette che le griglie saranno in alluminio anodizzato.
Gli attraversamenti aeraulici in corrispondenza di murature REI saranno provvisti di serranda tagliafuoco motorizzate e dotata di dispositivi termostatici per l'arresto automatico dei ventilatori; tali dispositivi, interfacciati sul sistema antincendio, saranno tarati a 68°C come predisposto dalla circolare 91 VV.F.; non sarà consentita la successiva messa in servizio degli impianti se non a seguito di un intervento manuale per il ripristino delle condizioni di funzionamento normale dei dispositivi di sicurezza.
Le condotte aerauliche di mandata e ripresa a servizio dei locali in cui è prevista la regolazione della portata d'aria saranno dotate di cassette V.A.V. (Variable Air Volume) complete di silenziatore e batterie di postriscaldo. La regolazione della portata d'aria sarà funzione dell'indice di affollamento dei relativi ambienti calcolato in base alla percentuale di CO_2 nell'aria rilevata da apposita sonda. Il funzionamento delle cassette di mandata e ripresa sarà del tipo *master and slave* (la regolazione sulla V.A.V. in ripresa sarà funzione di quella effettuata dal sistema sulla V.A.V. in mandata).
Sulle distribuzioni aerauliche degli ambienti convenzionali in cui è prevista una portata d'aria costante, al fine di garantire le condizioni di progetto in ogni assetto di funzionamento, saranno previsti dei regolatori di portata costante; la loro taratura potrà avvenire anche successivamente all'installazione agendo su apposito dispositivo manuale graduato.
I terminali di immissione dell'aria saranno:
Diffusori lineari complete di deflettori mobili, plenum insonorizzato e serranda di taratura;
Bocchette di mandata a maglia quadra in alluminio anodizzato per installazione a parete, complete di deflettori mobili, plenum insonorizzato e serranda di taratura;
Bocchette di mandata integrate sulle condotte aerauliche circolari a vista descritte precedentemente;
I terminali di estrazione dell'aria saranno:
Diffusori lineari complete di deflettori mobili, plenum insonorizzato e serranda di taratura;
Griglie di estrazione a maglia quadra in alluminio anodizzato per installazione a parete, complete di plenum insonorizzato e serranda di taratura;
Griglie di estrazione integrate sulle condotte aerauliche circolari a vista di ripresa;
Diffusori di estrazione a maglia quadra per installazione a soffitto, completi di plenum, maglia equalizzatrice e serranda di taratura manuale;
Valvole in polietilene per estrazione servizi igienici complete di dispositivo di taratura manuale.

5.3 Sistema di Regolazione

5.3.1 Impianto di produzione e distribuzione fluidi vettori

La produzione e la distribuzione dei fluidi vettori sarà gestita dal sistema di regolazione previsto nella centrale tecnologica prevista al piano interrato; esso gestirà anche l'impianto di produzione acqua calda sanitaria a servizio degli spogliatoi.
Il sistema farà riferimento ad un controllore modulare liberamente programmabile installato all'interno del quadro di potenza e segnale di centrale che espleterà le seguenti funzioni di gestione e controllo:

Gestione funzionamento pompa di calore (consenso, stato, allarme, comando analogico per temperatura richiesta);
Gestione funzionamento elettropompe circuiti primari (comando, stato, allarme);
Gestione funzionamento elettropompe circuiti batterie idroniche UTA (comando, stato, allarme, lettura modulazione);
Gestione funzionamento elettropompe circuiti miscelati (comando, stato, allarme, lettura modulazione);
Commutazione stagionale impianti a due tubi soffitti/pavimenti radianti (comando, allarme valvole motorizzate);
Regolazione temperatura mandata circuiti miscelati;
Regolazione temperatura accumulo A.C.S.;
Gestione funzionamento elettropompa circuito alimentazione bollitori (comando, stato, allarme, modulazione);
Regolazione temperatura di mandata A.C.S.;
Gestione sistema rilevazione fumi (allarme).
Il controllore sarà interfacciato sull'Unità Centrale del Sistema di Supervisione. Da quest'ultima sarà possibile effettuare qualunque operazioni di regolazione e controllo su tutto il sistema, nonché il monitoraggio in tempo reale e/o in continuo delle variabili controllate (temperatura ambiente, umidità in ripresa, ecc.).

5.3.2 Unità di trattamento Aria

Le unità di trattamento aria saranno dotate di un Controllore Digitale compatto installato all'interno del quadro a bordo macchina (da cui verrà derivata l'alimentazione elettrica dei ventilatori, del produttore di vapore e dei componenti facenti parte del sistema di regolazione).
Il controllore assolverà alle seguenti funzioni di regolazione e controllo:
Regolazione temperatura aria a valle batteria di preriscaldo/raffreddamento;
Regolazione dell'umidità in ripresa (deumidificazione estiva) con limite in mandata;
Regolazione temperatura in mandata;
Gestione apertura e chiusura serrande motorizzate Presa Aria Esterna ed Espulsione (comando e allarme);
Gestione apertura e chiusura serrande motorizzate di bypass recuperatore di calore (comando e allarme);
Gestione apertura/chiusura/modulazione serrande motorizzate sezione di recupero ove prevista (comando, allarme, modulazione);
Gestione Ventilatore di mandata e ripresa (comando, stato, allarme e modulazione inverter);
Allarme Antigelo;
Allarme presenza fumi;
Allarme intasamento filtri (G4 e F8).
Le apparecchiature di regolazione a servizio delle Unità di Trattamento sono riportate sui relativi elaborati grafici di progetto.
I controllori saranno interfacciati sull'Unità Centrale del Sistema di Supervisione. Da quest'ultima sarà possibile visualizzare lo schema di impianto ed effettuare qualunque operazioni di regolazione.

5.3.3 Regolazione Ambiente

A progetto sono previste due tipologie di regolazione ambiente:
Regolazione di temperatura e portata aria;
Regolazione di temperatura.
I sistemi di controllo con cui è effettuata la sola regolazione di temperatura sono costituiti dalle seguenti apparecchiature:
Controllore compatto digitale operante su protocollo di comunicazione LonWork;
Valvola a due vie con servomotore installata sulla dorsale di alimentazione pannelli radianti;
Sonda di temperatura a canale (installata sul canale di ripresa);
Sonda anticondensa.
I sistemi di controllo con cui è effettuata anche la regolazione della portata saranno costituiti dalle seguenti apparecchiature:
Controllore compatto digitale operante su protocollo di comunicazione LonWork;
Valvola a due vie con servomotore installata sulla dorsale di alimentazione pannelli radianti;
Sonda di temperatura a canale (installata sul canale di ripresa);
Sonda anticondensa (solo impianto soffitti radianti).
Regolatori di Portata in mandata e ripresa (V.A.V.);
Sonda di CO_2 ambiente.
La regolazione della portata d'aria in immissione sarà effettuata in funzione della percentuale di CO_2 in ambiente; essa infatti è con buona approssimazione proporzionale al numero degli occupanti. La portata dell'aria di ripresa sarà proporzionale a quella di mandata (funzionamento master and slave).
I regolatori ambiente saranno interfacciati sul sistema di supervisione tramite controllore concentratore in grado di convertire i segnali digitali da protocollo LonWork a protocollo Bacnet IP. Saranno previsti n.4 controllori concentratori su cui saranno interfacciati i regolatori ambiente di pertinenza.

6 IMPIANTO DI PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

Il progetto prevede un sistema di produzione ACS a servizio degli spogliatoi ubicato nella centrale tecnologica e sistemi di produzione autonomi a servizio dei singoli blocchi bagno dislocati nel complesso scolastico.
Il sistema di produzione a servizio degli spogliatoi è costituito dalle seguenti apparecchiature principali:

- Bollitore a singolo serpentino alimentato dal sistema di recupero della pompa di calore: capacità 750 lt;
- Bollitori monoblocco in pompa di calore della capacità di 300 lt/cad;
- Sistema di controllo e gestione (sistema a servizio della sottocentrale descritto nel capitolo precedente).

L'acqua fredda di alimentazione dell'impianto sarà portata alla temperatura di circa 40°C nel primo bollitore ed alla temperatura di accumulo finale (55°C) nei due bollitori in pompa di calore.
Prima della distribuzione, sarà portata alla temperatura impostata (45-48°C) a mezzo di valvola a tre vie miscelatrice la cui terza via sarà collegata al circuito acqua fredda.
L'impianto sarà dotato di circuito di ricircolo completo di circolatore elettronico.
L'attivazione del ricircolo, dei bollitori e del sistema di preriscaldo in generale avverrà secondo programmi orari e, ove richiesto tramite comandi manuali.
Nei servizi igienici dell'edificio saranno installati bollitori monoblocco in pompa di calore da 80 lt idonei per installazione in controsoffitto. Come nel caso precedente, l'attivazione dei bollitori avverrà da sistema di controllo.
La distribuzione idrica principale sarà realizzata in tubazioni di acciaio inox pressfitting dotate di isolamento termico in gomma elastomerica tipo armaflex, finitura in alluminio nei tratti a vista e in laminato plastico di colore grigio tipo isogenopak nei tratti in controsoffitto e all'interno dei cavedi tecnici. Le valvole del circuito acqua sanitaria saranno del tipo filettato in acciaio, PN 10.

7 IMPIANTO DI TRATTAMENTO ACQUA

7.1 Acqua Potabile

Il progetto prevede un impianto di trattamento acque a servizio dei circuiti chiusi e dell'impianto idricosanitario.
L'impianto è costituito dalle seguenti apparecchiature:
Filtro automatico autopulente.
Addolcitore motocolonna a scambio ionico, del tipo volumetrico; servirà i soli circuiti chiusi.
Pompa di dosaggio prodotto anticorrosivo specifico per circuiti chiusi..
Pompa di dosaggio prodotto anticorrosivo (fosfosilicati) specifico per circuiti idricosanitari.
Contatori emettitori di impulsi.
L'addolcitore porterà la durezza dell'acqua di alimento dei circuiti chiusi a 5-7°F garantendone l'integrità delle linee di distribuzione negli anni.
Le pompe di dosaggio, del tipo volumetrico, saranno attivate dai contatori emettitori di impulsi previsti sui circuiti in esame; ogni pompa di dosaggio sarà dotata da serbatoio in polietilene da 150 lt.
I circuiti saranno derivati dal collettore acqua potabile previsto in centrale ed alimentato, tramite apposita dorsale, dalla rete pubblica.

7.2 Acque Chiare

Il progetto prevede il riutilizzo delle acque chiare provenienti dall'omonimo impianto di scarico per l'alimentazione delle cassette dei vasi previo trattamento di degrassaggio e disinfezione; nello specifico le acque di scarico dei lavabi, delle docce e dei lavelli, saranno convogliate, tramite apposita rete di scarico, al sistema di trattamento previsto nel locale tecnico al piano interrato.
Il sistema di trattamento sarà costituito dalle seguenti apparecchiature principali:
Degrassatore (capacità 3.000lt): realizzato in polietilene è costituito da due sezione distinte; nella prima avviene la separazione delle sostanze oleose e delle schiume, nella seconda avviene il prelievo dell'acqua. E' dotato di sfiato, troppo pieno, attacco acqua in ingresso prima sezione, attacco acqua in ingresso seconda sezione, attacco uscita acqua, dispositivo di regolazione livello con galleggiante di minima.
Gruppo di aumento pressione a valle del degrassatore: costituito da due pompe multigirante, quadro con inverter, vaso di espansione, trasduttori di pressione.
Filtro automatico a sabbia per acque torbide: portata massima/di esercizio 3/5 mc/h.
Gruppo di disinfezione: costituito da pompa di dosaggio disinfettante del tipo volumetrico, contatore emettitori di impulsi e serbatoio ipoclorito da 150 lt.
Serbatoio di accumulo acqua sanificata (capacità 5.000 lt): realizzato in polietilene è dotato di sfiato aria, troppo pieno, due attacchi alti ingresso acqua, attacco basso prelievo acqua, dispositivo di regolazione livello con galleggiante di minima.
Gruppo di aumento pressione a valle del serbatoio di accumulo: costituito da due pompe multigirante, quadro con inverter, vaso di espansione, trasduttori di pressione.
Le acque chiare in arrivo dalla rete di scarico saranno convogliate nel degrassatore in cui subiranno una separazione per sospensione dalle sostanze oleose; le acque addotte dal degrassatore tramite il 1° gruppo di aumento pressione, subiranno una filtrazione per mezzo del filtro a sabbia ed un trattamento di disinfezione per mezzo del gruppo di dosaggio volumetrico per essere infine stoccate nel serbatoio di accumulo. Dal serbatoio di accumulo, tramite il secondo gruppo di aumento pressione, sarà alimentata la rete di distribuzione idrica a servizio delle cassette dei vasi.
Quando il livello dell'acqua all'interno del degrassatore sarà inferiore al livello minimo rilevato dal galleggiante, sarà portata in apertura l'elettrovalvola prevista sul circuito alimentato dal sistema di accumulo acque meteoriche garantendo l'alimentazione del sistema. Qualora non fosse disponibile acqua meteorica, si verificherà che anche il livello della vasca di accumulo scenderà sotto la soglia di minima; in tale situazione il serbatoio sarà alimentato, tramite l'apertura di una seconda elettrovalvola, dalla rete di distribuzione acqua potabile addotta dal collettore dell'attigua centrale termica.
Il filtro a sabbia subirà un prelavaggio secondo programma orario; l'acqua in pressione in un uscita dallo scarico del filtro sarà convogliata sul sistema di scarico acque reflue tramite pozzetto di calma realizzato nella zona antistante alla centrale termica; sul medesimo pozzetto saranno convogliati per gravità i troppo pieno del degrassatore e del serbatoio di accumulo.

8 IMPIANTO IDRICOSANITARIO E SCARICO REFLUI

8.1 Impianto idricosanitario

L'impianto idricosanitario a servizio del corpo di fabbrica prevede la realizzazione delle seguenti dorsali di distribuzione:
Acqua Calda Sanitaria (A.C.S.)
Acqua Fredda Sanitaria (A.F.S.)
Acqua riciclata (A.R.): alimenterà le sole cassette dei vasi.
Ricircolo ACS: circuito previsto per il solo impianto a servizio degli spogliatoi.
L'Acqua Calda sanitaria sarà addotta dall'omonimo sistema di produzione.
L'acqua fredda sarà derivata dal collettore acqua potabile previsto in centrale tecnologica (P.I.) ed alimentato dalla rete pubblica a partire dal pozzetto di consegna previsto lato strada.
L'acqua riciclata sarà addotta dal sistema di sanificazione acque chiare descritte nel paragrafo precedente.
La distribuzione idrica interrata all'esterno dell'edificio sarà realizzata in polietilene ad alta densità, PN 10.
La distribuzione dell'impianto idricosanitario sarà realizzata con dorsali costituite da tubazioni in acciaio inox pressfitting (diametro maggiore a DN20) e stacchi secondari in tubazione multistrato preisolato in traccia e/o a pavimento.
Le tubazioni del circuito A.C.S. saranno dotate di isolamento con gomma elastomerica tipo armaflex e finitura in lamierino nei tratti a vista, in materiale plastico di colore grigio nei tratti in controsoffitto e nei cavedi tecnici.
Ogni Blocco servizi sarà dotato di valvole di arresto da incasso con cappuccio chiuso.

8.2 Impianto di scarico acque reflue e chiare

Il progetto prevede la realizzazione di due distinte reti di scarico; nel dettaglio:
Rete di scarico acque reflue: saranno convogliati gli scarichi dei vasi;
Rete di scarico acque chiare: saranno convogliati gli scarichi degli altri terminali sanitari.
Le scariche acque reflue saranno convogliate in fogna tramite apposito pozzetto di consegna.
Le acque chiare saranno trattate da apposito sistema di disinfezione e utilizzate per alimentare le cassette dei vasi; l'acqua di risulta del sistema di trattamento sarà convogliata sulla rete di scarico acque reflue.
Le acque reflue e bionde in uscita saranno convogliate sulle relative colonne di scarico previste in corrispondenza dei vasi; le colonne confluiranno su collettori suborizzontali. Tutte le colonne saranno dotate di ventilazione che si svilupperà sino al piano copertura. Alla base di ogni colonna sarà prevista inoltre un'ispezione.
Tutte le reti di scarico siano esse a pavimento, in traccia o a soffitto saranno realizzate in tubazione in polietilene duro tipo Geberit. Le colonne saranno realizzate con tubazioni tipo Geberit Silent.

9 ACCUMULO ACQUE METEORICHE E IMPIANTO DI IRRIGAZIONE

Il progetto prevede la realizzazione di impianto di accumulo acque meteoriche a scopo irriguo.
Le acque meteoriche, a partire dalla copertura dell'edificio saranno convogliate tramite i pluviali, i relativi pozzetti di ispezione e le dorsali suborizzontali interrate nel sistema di accumulo costituito da due serbatoi in polietilene interrati della capacità di 50 mc cadauno. Ogni accumulo sarà dotato di avampozzo con scolmatore. I serbatoi saranno tra loro comunicanti in modo da costituire un sistema di accumulo unico; uno dei due sarà dotato di pompa sommersa per l'alimentazione in pressione del circuito di irrigazione. I serbatoi saranno inoltre dotati di sfiato, troppo pieno, attacco alimentazione supplementare, passo d'uomo, sistema di controllo del livello di minima.
Ove si verificasse che il livello dell'acqua scendesse sotto il livello di minima, sarà attivata apposita elettrovalvola che permetterà l'alimentazione del sistema da parte della rete acqua potabile.
L'impianto di irrigazione si svilupperà, a partire dai serbatoi, lungo il perimetro di proprietà formando un anello di distribuzione ed alimentando gli stacchi valvolati con porta gomma alloggiati in appositi pozzetti.
Il sistema di accumulo alimenterà, in caso di emergenza, il sistema di sanificazione acqua riciclata mediante apposito attacco previsto sul degrassatore.
Le tubazioni della rete raccolta acque meteoriche saranno realizzate in polietilene duro tipo Geberit mentre i pluviali saranno realizzati in PVC.
La rete di distribuzione dell'impianto di irrigazione sarà realizzata con tubazione in polietilene ad alta densità, PN 10.

10 IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

Dal punto di vista della protezione antincendio, sarà realizzato un impianto di spegnimento ad acqua i cui terminali saranno idranti UNI 45. Sono previsti inoltre un attacco autopompa ed un idrante esterno UNI 70.
Gli idranti saranno a parete o da incasso con cassetta in lamiera zincata, sportello in acciaio inox o in lega di alluminio anodizzato, vetro frangibile, manichetta (25 m) a tre effetti nebulizzato in nylon-poliestere gommato (70 bar di pressione di scoppio), raccordi in ottone, legature a filo plastificato e coprilegatura in gomma, rubinetto idrante in ottone.
Gli idranti saranno serviti da apposita rete di distribuzione alimentata da sistema interrato monoblocco composto da vasca di accumulo, locale tecnico e gruppo di aumento pressione conforme alla Norma UNI EN 12945. L'accumulo sarà alimentato dalla rete pubblica acqua potabile a partire dal pozzetto di consegna previsto sul limite della proprietà.
Il gruppo di aumento pressione sarà costituito da elettropompa di servizio, motopompa e da elettropompa jolly di mantenimento pressione; il gruppo sarà alloggiato all'interno del vano tecnico dotato di cabina di ingresso fuori terra con scala metallica.
L'impianto di accumulo previsto garantirà le richieste normativa in materia di prevenzione incendi in ambito scolastico ovvero:
L'alimentazione dei tre idranti idraulicamente più sfavoriti con portata minima di 120 l/min e 2,0 Mpa di prevalenza residua alla bocchetta;
L'alimentazione contemporanea di due colonne per un tempo di 60 min con portata minima per colonna pari a 360 l/min.
Le dorsali di distribuzione della rete antincendio, a partire dal sistema di accumulo, si svilupperanno interrate nell'area esterna e staffate in controsoffitto all'interno dell'edificio.
Oltre ai dispositivi antincendio fissi sin qui descritti, saranno installati un numero adeguato di estintori ad anidride carbonica, per fuochi di classe BC, capacità estinguente minima 89BC.
Tutti gli estintori e più in generale tutti i mezzi di estinzione incendi, sia fissi sia mobili, dovranno essere disposti presso gli ingressi o comunque in posizione ben visibile e di facile accesso, segnalati da appositi cartelli indicatori. La disposizione dei mezzi antincendio risulta infatti principalmente finalizzata alla protezione delle vie di fuga.

11 IMPIANTI ELETTRICI

11.1 Distribuzione primaria

Dato il fabbisogno di potenza calcolato, si prevede di dotare l'impianto di una cabina di trasformazione MT/BT 20kV/400V con trasformatore di potenza pari a 315kVA.
La cabina elettrica sarà realizzata all'interno del perimetro scolastico ma in posizione defilata separata dal corpo di fabbrica. Tale scelta, come anticipato, deriva principalmente dall'esigenza di annullare l'effetto dei campi elettromagnetici generati dal trasformatore. Il locale cabina sarà dunque costituito da un edificio di dimensioni approssimative 7500x3600x2400mm contenente 3 vani: il vano consegna (dedicato al gestore della rete elettrica di distribuzione pubblica locale), il vano contatore il vano utente. Quest'ultimo sarà attrezzato con:

- Quadro elettrico MT per protezione trasformatori con sezionatori isolati in SF6, interruttori in vuoto, (12,5 kA per 1 sec – In = 630 A Ik = 16 kA Vn = 24 kV), sezionatori di messa a terra, colonna risalita cavi per ingresso cavi dal basso e uscita cavi dal basso, box per ausiliari BT, terna derivatori capacitivi su sezionatore di linea con lampade presenza tensione, riduttore toroidale di corrente conforme CEI 016 per protezione omopolare 100/1A, relé protezione conforme CEI0-16 con display misure/eventi [A], dotato di uscita RS485, riduttori di corrente a cavo passante conformi CEI 0-16 300/5A 10VA 5P30, cella misure con sezionatore a vuoto 16kA, 630A, 24kV e TV induttivi stella-triangolo aperto 5 VA classe di precisione 0,5-3P; sganciatore di minima tensione per interruttore in vuoto;
- Trasformatore in resina a bassissime perdite (classe AoAk) in configurazione DYn11 raffreddato ad aria con potenza di 315kVA, tensione nominale 20kV/400V, livello di isolamento 24kV/1,1kV, classe di isolamento 50kV/3kV;
- Quadro di bassa tensione conforme CEI EN 61439-1 e 2 dotato di carpenteria in lamiera di acciaio con zoccolo e porta in esecuzione IP31 e tenuta meccanica IK08, interruttore generale scatolato In 630A PdI 36kA, scaricatore di sovratensione di tipo 1, protezioni magnetotermiche differenziali modulari per ausiliari e alimentazione utenze di cabina.

A completamento dell'impiantistica della cabina saranno realizzati l'impianto di illuminazione ordinaria, l'illuminazione di emergenza, le prese di forza motrice, gli accessori di cabina, la cartellonistica e l'estintore. All'esterno è prevista l'installazione del pulsante di sgancio dell'energia ordinaria (agente direttamente sul quadro di media tensione) e del pulsante di sgancio del sistema dell'UPS che in caso di emergenza porrà fuori tensione l'intero impianto. Questi pulsanti dovranno essere contenuti in appositi quadretti stagni (IP55 minimo) con vetro frangibile.
Cabina di trasformazione
canaline

11.2 Rete di terra

L'impianto di messa a terra, dovendo essere conforme alle Norme CEI 64/8, 11/8, dovrà avere le seguenti caratteristiche di base:
- disperdere nel terreno tutte le correnti elettriche di guasto che si vengono a generare sugli involucri metallici esterni delle apparecchiature elettriche quando nelle stesse viene a mancare l'isolamento elettrico;
- ridurre al minimo la tensione di contatto verso terra che si viene a stabilire tra la parte esterna metallica degli apparecchi elettrici in contatto con le persone e la terra;
- deve essere coordinato con i dispositivi di protezione elettrica installati sulle linee di alimentazione degli apparecchi elettrici in modo che, con il loro tempestivo intervento, evitino il formarsi di tensioni di contatto superiori al limite massimo imposto dalle Norme CEI.

Il raggiungimento della prima e seconda condizione è legato alle caratteristiche del terreno in cui è posato l'impianto di terra, cioè alla sua capacità di disperdere più o meno le correnti di guasto, ed alla struttura dello stesso impianto di terra. Si deve tenere presente che la suddetta capacità del terreno è maggiore dove lo stesso è molto compatto e poco permeabile.
La terza condizione si ottiene con il coordinamento tra le protezioni elettriche installate sulle linee elettriche ed il valore della resistenza di terra dell'impianto, cioè con interruzione del circuito elettrico interessato dal guasto mediante:
- interruttori automatici magnetotermici;
- interruttori automatici differenziali.

Premesso quanto sopra, in fase di installazione, si procederà nel modo seguente:
- misurazione della resistività del terreno (mediante idoneo strumento) nel quale si dovrà procedere alla realizzazione dell'impianto;
- misura della resistenza di terra dell'impianto di dispersione attualmente installato.

La resistenza globale dell'impianto di terra sarà dimensionata come segue:

- cabina di trasformazione: la sezione del conduttore di terra lato media tensione è funzione della corrente di guasto e del tempo di rimozione del guasto dichiarati dal fornitore dell'energia elettrica. Ipotizzando Ig=40A e tg=2s (dati da verificare in corso d'opera), secondo la relazione I2t < K2S2 si ottiene $S>\sqrt{(I_g^2 \times t_g / k_{cavo})}$ con k_{cavo} pari a 143 per cavi in PVC e 176 per cavi in EPR
- rete TN-S lato BT: per garantire la protezione contro i contatti indiretti deve essere soddisfatta la seguente relazione: $I_a < U_0 / Z_s$ dove I_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, indicati nella tabella a lato, U_o è la tensione nominale (valore efficace) tra fase e terra, Z_s [Ω] è l'impedenza dell'anello di guasto dalla sorgente di energia fino al punto di guasto e comprende l'impedenza del conduttore di fase e di protezione trascurando l'impedenza di guasto.

I dispositivi di interruzione automatica ammessi dalle norme sono il dispositivo a corrente differenziale e il dispositivo di protezione contro le sovracorrenti.
Nel sistema TN-S la resistenza dell'impianto dispersore di terra non interviene nel calcolo. E' comunque necessario realizzare una rete di terra al fine di garantire l'equipotenzialità della struttura.
L'impianto di terra sarà unico con quello delle cabine elettriche. Le masse dell'impianto utilizzatore verranno messe a terra collegandole all'impianto disperdente tramite conduttori equipotenziali principali, supplementari e collettori di terra. L'uso generalizzato, nell'impianto in esame, di protezioni effettuate tramite interruttori differenziali favorirà l'ottenimento del valore richiesto per la resistenza di terra. Le norme CEI 64-8 che tutte le parti metalliche accessibili normalmente non in tensione, ma che per difetto di isolamento o per altre cause accidentali potrebbero trovarsi sotto tensione, macchine e apparecchi alimentati da sistemi di prima categoria con tensione nominale ≥125V, devono essere protette contro le tensioni di contatto. All'impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso. Inoltre tutte le prese a spina degli impianti utilizzatori devono essere munite di contatto di terra, connesso permanentemente ad apposito conduttore di protezione collegato allo stesso impianto di terra. La protezione contro le tensioni di contatto deve essere integrata con l'adozione dei dispositivi automatici differenziali descritti precedentemente. Esistono dei limiti restrittivi sul valore della resistenza di terra complessiva dell'impianto imposti dall'art. 271 del DPR 547/1955 che impone un valore di resistenza massima di 20Ohm. L'impianto di terra sarà costituito da alcuni dispersori verticali di terra in acciaio zincato a caldo –diametro 20 mm – lunghezza 1,5 m (di cui 25 cm fuori terra) entro appositi pozzetti, aventi dimensioni interne di 40x40x50 cm, telaio in profilato d'acciaio e chiusino in ghisa per transito incontrollato. Il parallelo tra i dispersori sarà realizzato mediante corda conduttrice in treccia di rame nuda della sezione di 35 mmq, interrata ad una profondità di 1 m.
I dispersori saranno collegati alla rete magliata di fondazione, ai ferri di armatura ed a tutti i dispersori naturali della struttura.

11.3 Impianto di forza motrice

Tutti gli apparecchi di comando e le prese dovranno essere montati su supporti in materiale plastico autoestinguente e tali da realizzare l'isolamento elettrico tra le parti attive e la placca di finitura.
La struttura meccanica del supporto dovrà essere particolarmente robusta ed atta a garantire un facile e rapido montaggio (a scatto nella parte posteriore) degli apparecchi.
Detti supporti dovranno essere fissati mediante viti imperdibili alle relative scatole di contenimento con caratteristiche adeguate alla tipologia dell'impianto, nel caso di un impianto in esecuzione incassata le scatole dovranno essere in materiale isolante quadrate e/o rettangolari, nella condizione di un impianto in esecuzione a vista dovranno essere dello stesso materiale delle scatole di derivazione utilizzate per la
distribuzione generale dell'impianto stesso.
Tutte le apparecchiature in generale, dovranno avere portata nominale minima di 10A con tensione di 230V, tensione di prova 2kV alla frequenza di 50Hz applicata per 1 minuto con corrente nominale di 10A, essere dotate di morsetti atti a consentire il collegamento di conduttori di sezione massima 4mmq; detti morsetti dovranno essere del tipo a piastrina con viti imperdibili di diversa colorazione per favorire l'identificazione dei collegamenti.

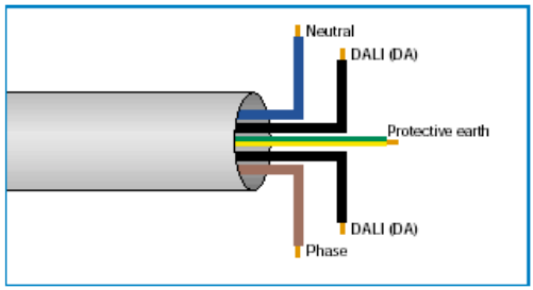
tempi massimi di interruzione per i sistemi TN	
U_0 [V]	tempi di interruzione [s]
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Tutti i componenti dovranno essere dotati del marchio IMQ-CE ed essere conformi alle norme CEI 23-9, tutti gli apparecchi elettrici di comando, nonché le prese, posizionate in locali predisposti alla presenza di persone diversamente abili dovranno soddisfare le prescrizioni del D.M. n° 236 del 14/06/89 e legge n° 13 del 09/01/89. Gli interruttori saranno del tipo civile con portata minima 10A con tensione nominale 230V e dovranno essere adatti a sopportare le extracorrenti di chiusura e di apertura sui carichi induttivi.
Nella scelta occorrerà tenere conto del declassamento dovuto al tipo di carico alimentato, gli interruttori automatici magnetotermici dovranno avere un potere di interruzione minimo di 1,5kA alla tensione di 250V 50Hz ed essere adatti per l'installazione su telai portafrutti precedentemente descritti, saranno inoltre di tipo
unipolare (ovvero ove indicato), unipolare con neutro apribile ed occuperanno un modulo.

Tutte le prese di corrente dovranno portare impresso il marchio di qualità IMQ e CE, attestante la costruzione delle medesime secondo le regole dell'arte, l'altezza di installazione (norme CEI 64-9) sarà indicata dalla D.L. e di massima maggiore di 150cm da piano pavimento (tradizionale). Le prese di corrente saranno del tipo modulare per installazione su telaio portafrutti, conforme alla normativa CEI 23-5 "prese e spine per usi domestici e similari", dovranno essere dotate di schermo di sicurezza mobile che impedisca l'introduzione, anche volontaria, di corpi filiformi che possano venire a contatto con parti in tensione, in modo da assicurare un grado di protezione meccanico non inferiore a IP40.
Per poter effettuare il cablaggio del tipo entra-esci, i morsetti dovranno essere del tipo adatto a tale tipo di cablaggio. I relativi interruttori di protezione e/o di comando, uno per ogni gruppo presa, dovranno essere del tipo unipolare o unipolare con neutro apribile.
Nel caso di utilizzo di prese industriali (tipo CEE nelle cucine), queste dovranno essere conformi alla normativa CEI 23-12 "prese a spina per usi industriali", di tipo monoblocco, con corpo in materiale isolante autoestinguente di tipo approvato o metallico; il frutto sarà del colore previsto dalle norme in ragione della tensione d'impiego con coperchio di protezione e grado di protezione minimo pari IP55.
Ogni presa dovrà essere dotata di interruttore di blocco, atto a permetterne l'inserimento/disinserimento solo in mancanza di tensione nell'apparecchiatura.
Dovranno essere del tipo bipolare, tripolare, quadripolare, più polo di terra disposto verso in basso (h6), la portata dovrà essere coordinata con il cavo di alimentazione e con l'organo di protezione inerente.
L'impianto di distribuzione F.M. interno sarà realizzato, ove richiesto, quasi esclusivamente impiegando prese a spina per uso domestico e similare, 2P+T, 230V - 10/16A, tipo bipasso e tipo P30 (con terra laterale e centrale per spina UNEL);
l'impianto sarà di tipo incassato e/o a vista a seconda del tipo di locale considerato, con grado di protezione IP55 (locali tecnici, servizi, cucina) e IP40 (altri locali).
Nei locali tecnici e nelle centrali tecnologiche, ove richiesto, saranno installate anche prese a spina 2P+T, 230V – 16A e 3P+T, 400V – 16A, tipo CEE interbloccata con fusibili, grado di protezione IP55, da installare a vista, su apposita basetta.
Nei locali dove avranno accesso i bambini si prevede di installare prese a spina equipaggiate con dispositivo di interblocco e interruttore automatico magnetotermico su ogni scatola.
Completeranno l'impianto di distribuzione F.M. interno:
- gli aspiratori da installare nei servizi igienici, con inserimento contemporaneo all'impianto di illuminazione e temporizzazione allo spegnimento (ove previsti);
- i gruppi di segnalazione ottico-acustica per i servizi destinati ai disabili, con relativo pulsante a tirante in prossimità della tazza del WC (ove previsti);

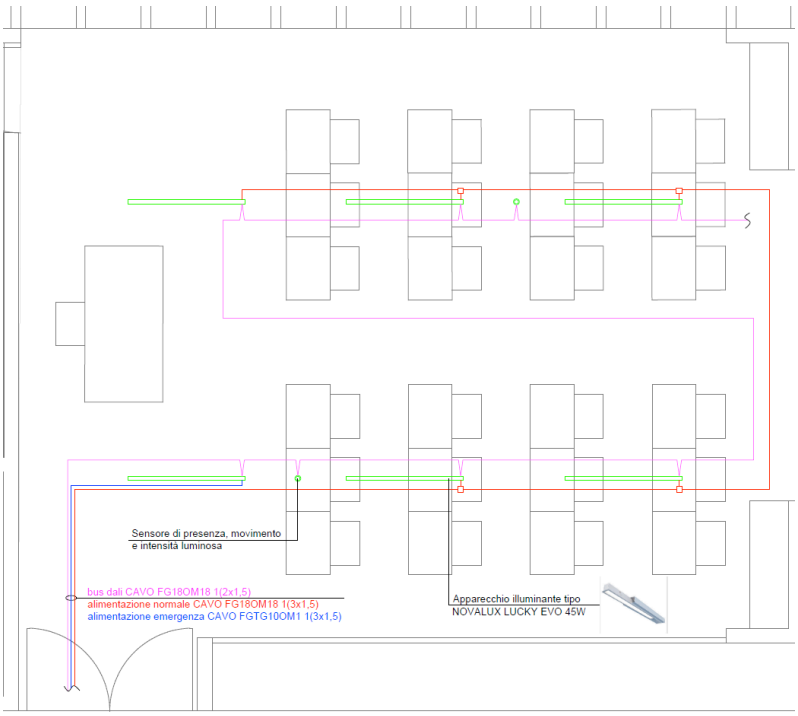
11.4 Impianto di illuminazione

Tutti gli apparecchi illuminanti all'interno dell'edificio saranno dotati di sorgente luminosa LED al fine di garantire ridotti consumi e durata elevata.
L'utilizzo di sorgenti LED con efficienza luminosa di 90lm/W in sostituzione delle tecnologie tradizionali (45lm/W) garantisce un abbattimento dei consumi dell'ordine del 50%, ma in realtà la principale fonte di inefficienza degli impianti luminosi è la gestione. Soprattutto nell'ambito scolastico e nel terziario gli apparecchi illuminanti, dimensionati per garantire alti livelli di illuminamento sulle superfici di lavoro, rimangono accesi per tempi molto superiori all'effettiva esigenza degli utenti, sia perché rimangono accesi a locale non occupato, sia perché nelle ore del mattino e del pomeriggio l'apporto solare garantisce in buona misura il flusso luminoso necessario e pertanto con un minimo apporto di luce artificiale si potrebbe raggiungere il comfort visivo.
Infine si presenta la necessità di gestire la manutenzione degli apparecchi illuminanti e degli apparecchi dedicati all'illuminazione di emergenza.
Al fine di ottimizzare la funzionalità dell'impianto di illuminazione, rendere gestibili in modo adattivo gli apparati, monitorarne il funzionamento punto a punto e gestire la manutenzione in modo programmato, si prevede la realizzazione di un sistema di cablaggio DALI (Digital Addressable Lighting Interface).
Tale sistema, rispetto alla gestione tradizionale dell'impianto di illuminazione, presenta notevoli benefici quali:



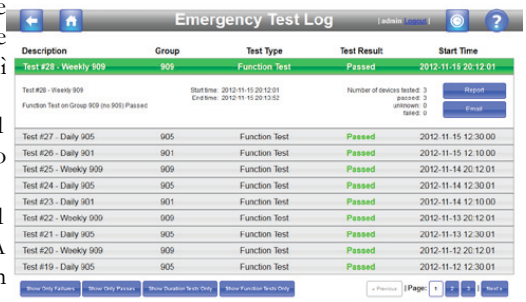
Cablaggio a due conduttori, senza polarità
Possibilità di regolare l'intensità luminosa in funzione del reale illuminamento del locale
Possibilità di gestire l'accensione / spegnimento degli apparecchi illuminanti in funzione dell'occupazione dei locali
Opzioni di indirizzamento: globale, per gruppo, individuale
Memorizzazione di scenari e libertà di programmazione post installazione
Messaggi individuali di retroazione (ad esempio lampada guasta)
Accensione/spegnimento direttamente nell'alimentatore senza impiego di relé di commutazione
Possibilità di cablaggio semplificata con bus non polarizzato

Si prevede pertanto un impianto di gestione di alto livello in grado di svolgere in autonomia le funzioni ordinarie richieste ad un sistema di illuminazione e, contemporaneamente, poter essere gestito manualmente dall'operatore in caso di necessità specifiche.
Ogni aula sarà dotata di due sensori di luminosità indipendenti atti ad acquisire la presenza di persone al proprio interno e contemporaneamente valutare l'apporto luminoso naturale in modo tale da accendere la luce in caso di presenza degli utenti e regolarne l'intensità in modo uniforme. La scelta di installare due rilevatori garantisce la rilevazione di due livelli luminosi diversi in funzione dell'esposizione (ad es. vicino alla finestra e vicino alla parete interna).



Pertanto in caso di occupazione dell'aula il sistema di regolazione provvederà autonomamente ad attivare l'illuminazione modulando l'intensità luminosa in modo da garantire i livelli previsti a progetto ed indicati in fase di programmazione. Qualora per motivi didattici sia necessario ridurre o aumentare il livello di illuminamento a valori personalizzati, l'insegnante potrà agire attraverso il proprio tablet con connessione wireless alla regolazione dell'impianto.
Trascorso un lasso di tempo prestabilito senza rilevare movimenti nel locale il sistema spegnerà gradualmente l'illuminazione del locale.
Negli spazi comuni quali corridoi, scale, ecc… l'accensione della luce sarà governata dai sensori automatici e non si installeranno comandi locali. In tali aree si potranno stabilire orari e logiche di attenuazione dell'intensità luminosa o di spegnimento completo. Tutte le configurazioni saranno liberamente ridefinibili da sistema in funzione delle esigenze di conduzione indipendentemente dal cablaggio hardware.
Nei locali uffici invece la regolazione avverrà mediante comandi a parete.
L'area auditorium, anch'essa servita da apparecchi illuminanti LED in tecnologia DALI, sarà implementata con sistema di controllo locale mediante touch pannel in modo tale da permettere la realizzazione di scenari preconfigurati in funzione degli eventi, così come descritto al paragrafo relativo alle dotazioni multimediali.
Sempre attraverso il sistema DALI e mediante la stessa logica di attenuazione notturna dei consumi, si prevede l'installazione di moduli relè installati su guida DIN all'interno dei quadri elettrici di zona atti a disconnettere i carichi di energia normale in orario notturno.
Tale procedura garantirà ulteriori margini di risparmio energetico di gestione.

L'impianto di illuminazione di emergenza sarà gestito analogamente all'impianto di illuminazione ordinaria e, nella maggior parte dei casi, le stesse lampade utilizzate per l'illuminazione ordinaria svolgeranno altresì la funzione di illuminazione di emergenza.
Per gli edifici scolastici, secondo il DM 26/8/1992 e il successivo DM 21 marzo 2018, deve essere garantita l'illuminazione di sicurezza con tempo di ricarica 12 h, autonomia 30' ed illuminamento non inferiore a 5 lux.
A tal fine sarà implementato un soccorritore (CPSS) conforme EN 50171 posizionato in locale compartimentato a lato del locale quadri elettrici. A valle del soccorritore saranno alimentate le lampade previste in funzionamento di emergenza con cavo resistente al fuoco tipo FTG10OM1.

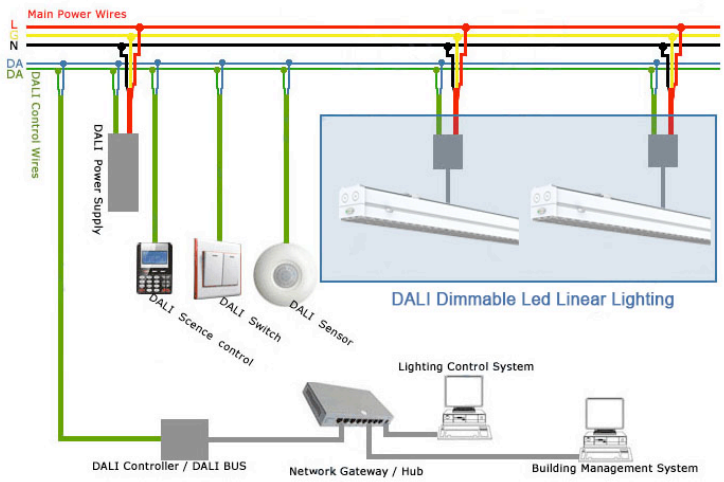


Ulteriore funzionalità del sistema DALI proposto è l'integrazione della funzione di controllo e test del sistema di illuminazione di emergenza in ottemperanza alle prescrizioni normative introdotte dalla norma UNI 11222 e della UNI EN 50172 (CEI 34-111) Sez. 7.

Il software permette all'utente di eseguire le procedure di test e monitoraggio dello stato degli apparecchi illuminanti di emergenza. I cicli di test possono essere programmati e vengono registrati nel database del software rendendoli disponibili all'utente per il registro della manutenzione.

Attraverso il cablaggio su bus DALI il sistema sarà inoltre in grado di monitorare automaticamente lo stato degli apparecchi illuminanti, fornire in tempo reale i dati istantanei di utilizzo di energia, nonché generare report storici necessari ai fini di ottimizzare nel tempo i consumi di energia dell'edificio.

In termini di manutenzione il sistema così configurato permetterà il costante monitoraggio dell'efficienza dei corpi illuminanti generando un allarme predefinito nel caso di rottura di una o più sorgenti luminose (opzioni liberamente configurabili).
L'allarme, oltre ad essere un segnale riportato a monitor del sistema di supervisione, genererà altresì una e-mail verso il manutentore preposto.



12 IMPIANTI SPECIALI

Gli impianti speciali saranno posati in canalina metallica dedicata posata in controsoffitto in corrispondenza dei corridoi. La connessione alle utenze terminali saranno realizzate mediane tubazioni in PVC corrugato posate sottotraccia. Gli impianti da realizzarsi nell'ambito dell'intervento saranno i seguenti:

12.1 Rete trasmissione dati

L'intero fabbricato sarà dotato di prese RJ45 cat6 cablate con cavo UTP cat6 del tipo a bassissima emissione di fumi e gas tossici (LSZH). Per ciascun piano, in corrispondenza dei cavedi, saranno posizionati 2 armadi dati (struttura rack 19" da 42 unità) in modo tale da raccogliere tutte le prese in campo rispettando una lunghezza massima del cavo non superiore a 90m.
Saranno poi realizzate due infrastrutture di trasmissione dati separate: la prima dedicata al sistema di videosorveglianza, la seconda per le utenze generiche (prese dati a parete e access point).
Le prese dedicate agli access point e le linee di cablaggio delle telecamere saranno del tipo PoE al fine di garantire il funzionamento delle utenze senza necessità di installare alimentatori locali.
Gli armadi di piano saranno interconnessi con il centro stella della rete, ubicato al piano interrato, mediante cavi in fibra ottica. L'area amministrativa sarà dotata di un ulteriore armadio dati dedicato al fine di concentrare localmente tutti i punti dati. Anche l'armadio rack dell'area amministrativa sarà poi interconnesso mediante fibra otica con il centro stella.
Gli apparati attivi (switch, access point, server, ecc… sono esclusi dalla fornitura)
L'interfaccia verso la rete trasmissione dati pubblica sarà costituita da un cavo in fibra ottica adatto a garantire un flusso di dati non inferiore a 100Mb/s.

12.2 Impianto rivelazione incendi

Come richiesto dal D.M. 26 agosto 1992 e successivo DM 21 marzo 2018 gli archivi, i depositi e in generale gli ambienti destinati alla conservazione di materiali uso didattico e servizi amministrativi con carico di incendio > 30 kg/mq ove non è prevista presenza continuativa di personale devono essere dotati di impianti automatici di rivelazione incendi.
Inoltre l'intero edificio scolastico sarà dotato di pulsanti manuali di allarme incendio e pannelli ottico acustici atti a generare la segnalazione di allarme.
Tutti i componenti, siano essi rilevatori automatici, organi di segnalazione manuale oppure attuatori, saranno singolarmente indirizzati al fine di poter essere individuati dalla centrale di rivelazione e controllo. I segnali di allarme incendio sono dunque trasmessi e visualizzati in corrispondenza della centrale di controllo e segnalazione e possono essere ritrasmessi ad una centrale di ricezione allarmi e intervento esterna mediante interconnessione con la rete di cablaggio strutturato.
Scopo dei sistemi è di:
- Favorire un tempestivo esodo delle persone, degli animali nonché lo sgombero dei beni;
- Attivare i piani di intervento;
- Attivare i sistemi di protezione contro l'incendio ed eventuali altre misure di sicurezza.

Nello specifico, in caso di intervento di un solo rilevatore puntiforme sarà attivato lo stato di preallarme con la comunicazione all'operatore, nel caso di intervento di due rilevatori oppure di mancato reset dell'allarme dopo 5' oppure di pressione di un pulsante di allarme manuale sarà attivato l'allarme (pannelli ottico acustici e messaggistica automatica del sistema VES). Il sistema, in accordo con le procedure di evacuazione, potrà altresì disinserire l'impianto di ventilazione e sganciare l'alimentazione elettrica ordinaria.
I principali componenti dell'impianto previsti a progetto sono:
<u>Rivelatori puntiformi di fumo</u>
I rivelatori puntiformi di fumo devo essere conformi alla UNI EN 54-7. Saranno installati nei soli locali depositi, archivi e similari secondo quanto prescritto al punto 5.4.3 e dal prospetto 5 della norma UNI 9795-2013. Essendo tutte le altezze degli interpiani inferiori a 6m, ciascun rivelatore ottico di fumo avrà un raggio di copertura massimo pari a 6.5 m.

<u>Rivelatori puntiformi di fumo da canale</u>
Le riprese delle condotte aerauliche saranno attrezzate con rivelatori puntiformi di fumo da canale al fine di individuare rapidamente eventuali principi di incendio e bloccare tempestivamente le macchine ventilanti.

<u>Pulsanti di segnalazione manuale</u>
I pulsanti di segnalazione manuale devo essere conformi alla UNI EN 54-11. Saranno disposti lungo le vie di fuga secondo quanto prescritto al punto 6.1 di tale norma e comunque in ciascuna zona sarà installato un numero di pulsanti di segnalazione manuale tale che almeno uno possa essere raggiunto da ogni parte della zona stessa con un percorso non maggiore di 30m (15m in attività a rischio elevato).
I punti di segnalazione manuale devono essere conformi alla UNI EN 54-11 e devono essere installati in posizione chiaramente visibile e facilmente accessibile, ad un'altezza compresa tra 1,0m e 1,6m.

I punti di segnalazione manuale devono essere protetti contro l'azionamento accidentale, i danni meccanici e la corrosione. In caso di azionamento, deve essere possibile individuare sul posto il punto di segnalazione
manuale azionato. Ciascuna punto di segnalazione manuale deve essere indicato con apposito cartello (vedere UNI ISO 7010)

Dispositivi di allarme acustici e luminosi
I dispositivi di allarme acustici e luminosi saranno installati lungo le vie di fuga e secondo quanto prescritto al punto 5.5.3. della norma UNI9795 2013. In ogni caso i dispositivi saranno conformi a quanto prescritto nelle norme UNI 54-3 se acustici o UNI 54-23 ottici; ad entrambe nel caso di segnalazione ottica/acustica.

Centrale di controllo
La centrale analogico indirizzata sarà posizionata nell'area amministrativa in posizione facilmente accessibile e protetta come specificato al punto 5.5.1 della norma UNI 9795 2013. La centrale sarà dotata di batterie tampone al fine di assicurare il corretto funzionamento dell'intero sistema ininterrottamente per 72 ore.
Tale autonomia potrà essere ridotta alla somma dei tempi di intervento e ripristino, mai inferiore comunque alle 24 ore, se presente un contratto di manutenzione oppure ove esista una organizzazione interna adeguata ed una trasmissione degli allarmi a stazione ricevente.
E' sempre previsto il contemporaneo funzionamento dei segnalatori di allarme interno ed esterno per almeno 30 min. a partire dall'emissione degli allarmi stessi.
Gli allarmi e gli stati dell'impianto rivelazione incendi saranno riportati al sistema BMS mediante mappe grafiche.

Cablaggio
Le connessioni del sistema rivelazione incendio devono essere progettate e realizzate con cavi resistenti al fuoco idonei al campo di applicazione e alla tensione di esercizio richiesta o comunque protetti per il periodo sotto riportato. I cavi saranno conformi CPR, a bassa emissione di fumo e zero alogeni (LSOH) e non propaganti l'incendio, devono garantire il funzionamento del circuito in condizioni d'incendio.
Per il collegamento di apparati aventi tensioni di esercizio uguali o inferiori a 100 V c.a. si richiede l'impiego di cavi resistenti al fuoco sottoposti a prova in conformità alla CEI EN 50200 (requisito minimo PH 30 e comunque nell'ipotesi di esistenza di distinte zone o distinti compartimenti, non inferiore a garantire il mantenimento delle funzioni per un periodo non inferiore a quello prescritto da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi) aventi tensioni nominali di 100 V (U0/U=100/100V); i cavi devono essere a conduttori flessibili (non sono ammessi conduttori rigidi), con sezione minima 0,5 mmq e costruiti secondo la CEI 20- 105. Le caratteristiche costruttive (colore, isolamenti e tipo di materiali) saranno conformi alla CEI 20-45 - U0/U=0,6/1 kV. I cavi saranno costituiti da conduttori flessibili e con sezione minima 1,5 mmq.
Lo scambio di informazioni tra funzioni all'interno della UNI EN 54-1 che utilizzino connessioni di tipo LAN, WAN, RS232, RS485, PSTN devono essere realizzate con cavi conformi CPR resistenti al fuoco a bassa emissione di fumo e zero alogeni (LSOH) con requisito minimo PH30 oppure adeguatamente protetti per tale periodo.
Sarà utilizzato un sistema di connessione ad anello chiuso (loop) e pertanto il percorso dei cavi sarà realizzato in modo tale che possa essere danneggiato un solo ramo dell'anello. Pertanto, per uno stesso anello il percorso cavi in uscita dalla centrale deve essere differenziato rispetto al percorso di ritorno, in modo tale che il danneggiamento di uno dei due rami non coinvolga anche l'altro ramo.
Nel caso in cui vengano installati cavi a vista, la loro posa dovrà garantire l'integrità delle linee contro danneggiamenti accidentali. I cavi, se posati insieme ad altri conduttori non facenti parte del sistema di rivelazione fumi, devono essere riconoscibili, soprattutto in corrispondenza dei punti ispezionabili. E' consentita la posa in coesistenza per sistemi incendio e sistemi elettici, a condizione che sul cavo per sistemi incendio sia visibile la stampigliatura U0=400 V. Le interconnessioni tra la centrale di controllo e segnalazione e l'alimentazione di riserva, quando questa non è all'interno della centrale stessa o nelle sue immediate vicinanze, devono avere percorso indipendente da altri circuiti elettrici e, in particolare, da quello dell'alimentazione primaria; è tuttavia ammesso che tale percorso sia utilizzato anche da altri circuiti di sicurezza.

12.3 Sistema diffusione sonora

Sarà implementato un sistema di evacuazione vocale secondo le richieste del DM 26/08/1996 e s.m.i. L'impianto sarà realizzato per un duplice scopo: sarà in grado di svolgere la funzione di filodiffusione in funzionamento ordinario e, in caso di emergenza, sarà utilizzato per diffondere allarmi vocali in accordo con la norma IEC 60849.
Nell'area amministrativa sarà posizionata la sorgente audio per la filodiffusione ed il microfono per la messaggistica ordinaria mentre la centrale VES sarà installata in locale protetto e compartimentato.
L'impianto sarà realizzato in modo da soddisfare i requisiti normativi di prodotto EN54-16 ('Dispositivi di controllo del sistema di allarme vocale' - VOCIE), EN54-24 ('Dispositivi di allarme vocale' – altoparlanti) e di sistema UNI ISO 7240 (Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio) e CEI EN 60849 (Sound systems for emergency purposes).

Poiché l'efficacia dei sistemi di evacuazione si basa sull'intelligibilità del messaggio emesso, sarà necessaria una verifica della conformità del sistema con valutazione dello Speech transmission Index (STI) in funzione delle caratteristiche dell'edificio così come indicati nella norma CEI EN 60268-16. I valori richiesti, in una scala da 0 a 1, sono:
• 0.5 valore di intelligibilità medio misurato;
• 0.45 valore di intelligibilità minimo misurato.
Nel caso di sistemi di evacuazione vocale, con linee a 70 V c.a. o 100 V c.a. (valore efficace RMS), al fine di distinguere agevolmente le linee del sistema di rivelazione fumi dalle linee di evacuazione vocale, è richiesto l'impiego di cavi a bassa capacità resistenti al fuoco e non propaganti l'incendio, con rivestimento esterno di colore viola conformi CPR.
Per il collegamento di apparati aventi tensioni di esercizio superiori a 100 V c.a. si richiede l'impiego di cavi elettrici resistenti al fuoco sottoposti a prova in conformità alla CEI EN 50200.

12.4 Impianto videosorveglianza

Si prevede la fornitura e posa in opera di alcune telecamere, posizionate lungo i corridoi, gli accessi e gli spazi esterni al fine di garantire la sicurezza degli utenti. Le telecamere saranno basate su tecnologia IP, alimentate con sistema PoE e dotate di ottica di elevata qualità (5MPx).
La rete di cablaggio strutturato a servizio delle telecamere, come anticipato, sarà indipendente dalla rete di cablaggio strutturato dedicata alla trasmissione dati e confluirà su un videoregistratore digitale. La tecnologia di registrazione sarà del tipo incrementale con registrazione in solo caso di rilevazione movimento con possibilità di programmare la pre-registrazione fino a 30s prima della rilevazione del movimento

12.5 Impianto antintrusione

Il perimetro dell'edificio sarà sorvegliato mediante contatti magnetici sui serramenti.
Alcuni locali specifici (area amministrativa) saranno inoltre dotati di impianto rivelazione volumetrico. L'impianto sarà supervisionato dal sistema BMS e sarà interfacciato con il sistema di videosorveglianza.
La centrale antintrusione sarà ubicata nei locali amministrativi e sarà corredata di tastiera di attivazione posizionata esternamente all'accesso più prossimo all'area amministrativa. Infine l'impianto sarà corredato di sirena esterna ad alta intensità sonora. Sarà possibile trasmettere stati ed allarmi della centrale antintrusione a postazioni di sorveglianza esterna o comunque trasmettere messaggi ed email programmabili a dispositivi mobili attraverso la rete di cablaggio strutturato del fabbricato.
Gli allarmi e gli stati del sistema antintrusione saranno resi disponibili sulle mappe grafiche del sistema BMS per una rapida e precisa consultazione.

12.6 Sistema di Supervisione e telecontrollo

Sarà realizzato un nuovo Sistema di Supervisione su cui verranno interfacciati, tramite collegamento Bacnet TCP-IP, tutti i controllori previsti a progetto.
La Stazione Centrale di Supervisione composta da Computer, Monitor, Stampante e moduli d'interfaccia sarà collocata, in base alle esigenze della committenza, in uno degli uffici dell'edificio o in locale dedicato.
Il Sistema di Supervisione costituirà l'elemento centrale e caratterizzante dell'automazione degli impianti tecnologici. Dovrà fondamentalmente svolgere due funzioni principali:
Gestione e controllo degli impianti
Funzioni di sistema informativo da integrare sul sistema gestionale.
Dovrà essere in grado di integrare tutte le molteplici funzioni necessarie alla gestione degli impianti da esso controllati nonché di interagire con gli altri servizi che compongono l'intera entità denominata "Edificio Intelligente". Le considerazioni che sono alla base dei criteri di realizzazione del sistema, sono le seguenti:
Un sistema deve essere in grado di supportare entità "locali" ed entità geografiche senza necessità di modifiche al sistema stesso.
Il sistema deve essere intrinsecamente "modulare" in tutti i suoi componenti, hardware e software appartenenti a qualsiasi livello di processo.
Il sistema deve essere in grado di integrare in maniera efficiente i sottosistemi di altri costruttori che fanno parte dell'impianto.
Il sistema deve essere in grado di integrare in maniera globale le unità a microprocessore utilizzate per le parti denominate "servizi ausiliari, sia a livello Processo che a livello Workstation in funzione del tipo di integrazione e delle funzioni richieste.
Tutto questo per permettere all'operatore la gestione completa, con le relative interazioni, di tutti gli impianti compresi quelli di "altro produttore" e quindi "non standard". L'architettura del Sistema di Supervisione dovrà essere costituita dai seguenti componenti di base:

Postazione Operatore aperta a tutti gli standard di mercato ed ai diversi protocolli proprietari più comuni;
Controller di livello Automazione, compatti, con I/O ed interfacce integrate;
Controller di livello Automazione, modulari, con I/O distribuito su bus.
L'architettura di sistema dovrà permettere il funzionamento dell'impianto anche in modo autonomo senza necessità delle funzionalità previste per la Management Station. In questi casi, sarà possibile realizzare un piccolo sistema completamente funzionale senza alcuna riduzione applicativa.

13 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Secondo il DM 28/2011 l'edificio dovrà avere una potenza fotovoltaica installata non inferiore a 1kW ogni 50mq di superficie in pianta. Data l'impronta di 5012mq la potenza minima da installare è pari a 100,24kW.
Utilizzando moduli fotovoltaici cristallini ad alta efficienza (superiore al 16%) sarà possibile realizzare un impianto da circa 175kW posizionato sulla copertura piana delle due ali dell'edificio a lato delle aree tecniche centrali
Al fine di integrare l'impianto alla superficie della copertura si propone di installare i moduli direttamente sulla copertura mediante un sistema "Flat roof mounting" tipo K2 D-DOME o similare

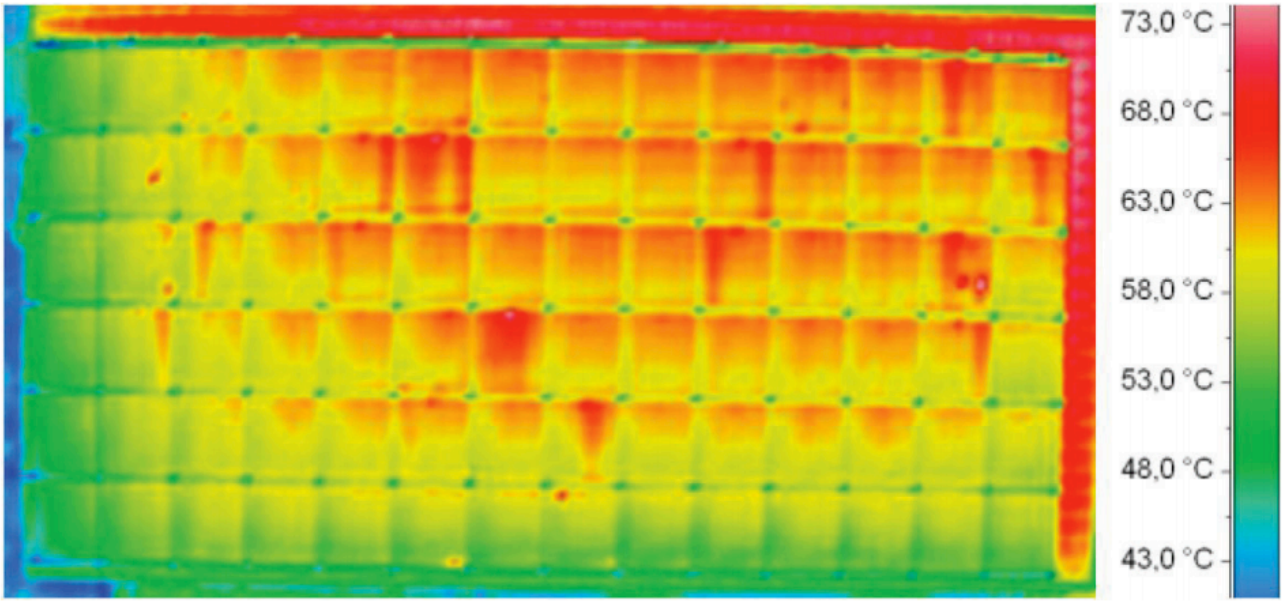
Grazie a tale soluzione sarà ottimizzato lo sfruttamento delle superfici e la distribuzione dei carichi. Il sistema è infatti pensato per limitare i pesi in copertura ed è ottimizzato dal punto di vista aerodinamico.
L'impianto potrà inoltre integrare il sistema di protezione dalle scariche atmosferiche per l'edificio mediante sistema di captazione e dispersori orizzontali in cavo in acciaio inox.

Il posizionamento dei moduli fotovoltaici risulterà con andamento est/ovest con inclinazione 10°, apparentemente non ottimizzato. Si consideri però la scelta di abbinare a ciascuna coppia di moduli un ottimizzatore di potenza installato direttamente a bordo dei moduli fotovoltaici.
L'ottimizzatore di potenza funge da convertitore CC/CC e potrà essere installato su ciascun modulo fotovoltaico o incorporato al pannello, sostituendo la tradizionale scatola di giunzione solare offrendo molteplici migliorie all'impianto:

1. aumenta la produzione di energia prodotta dagli impianti fotovoltaici monitorando costantemente il punto di massima potenza (MPPT) a livello di ogni singolo modulo;
2. monitora le prestazioni di ciascun modulo e comunicano al portale di monitoraggio i dati relativi alle prestazioni per una manutenzione a livello di modulo con il miglior rapporto costi-benefici;
3. è in grado di arrestare automaticamente la tensione continua dei moduli ad ogni arresto dell'inverter o della rete.

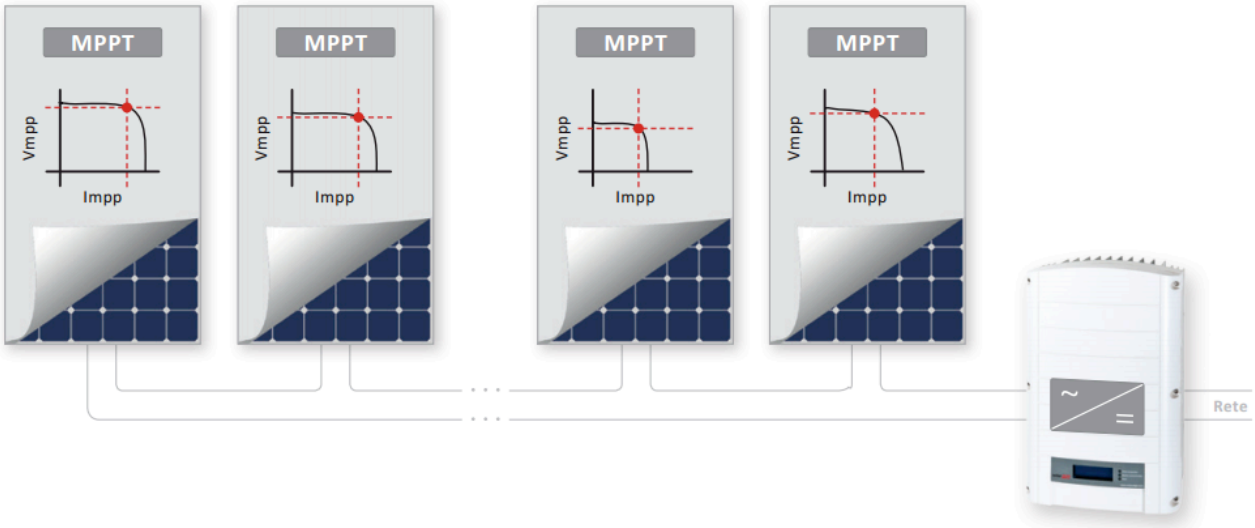
Su impianti di una certa estensione come quello in oggetto è fondamentale la gestione del punto di massima potenza a livello locale in quanto diversi fenomeni puntuali quali nuvole parziali in giornate soleggiate, ombreggiamenti derivanti dai pali di illuminazione pubblica, sosta di volatili o escrementi, sabbia o polvere, differenti temperature, invecchiamento dei moduli, ecc… possono ridurre drasticamente la resa dell'intero impianto.
Nell'immagine a lato è possibile vedere la discrepanza di energia del modulo e della stringa causata da livelli differenti di sporcizia. L'intensità de colore blu è proporzionale all'energia quotidiana della stringa.

Anche la differenza di temperatura fra i moduli porta il punto di lavoro ottimale del pannello a collocarsi in modo differente rispetto ad altri pannelli della stessa stringa. Con un'immagine termografica è facile cogliere la differenza di temperatura che si instaura fra moduli limitrofi. Anche in questo caso l'installazione degli ottimizzatori permette a ciascun modulo di lavorare nel punto di massima resa.

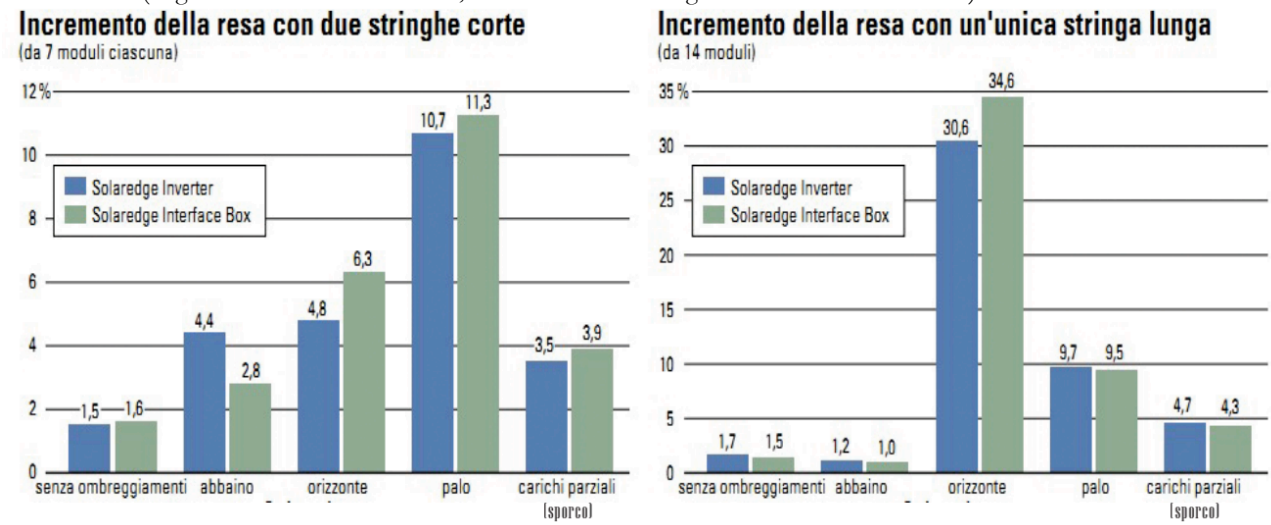


Grazie agli ottimizzatori è possibile individuare, per ciascun modulo, il punto di funzionamento alla massima potenza indipendentemente da eventuali ombreggiamenti o problemi tecnici su altri moduli della stessa stringa. A differenza degli impianti tradizionali dove l'MPP viene calcolato come media di tutti i punti operativi di picco dei moduli, il tracciamento fatto su ciascun modulo darà sempre un campo energetico maggiore in quanto vengono eliminate le perdite di potenza note come "mismatching".

L'energia prodotta aumenta di circa il 7% medio annuo rispetto ad impianti di pari potenza e pari orientamento realizzati con tecnologia tradizionale.

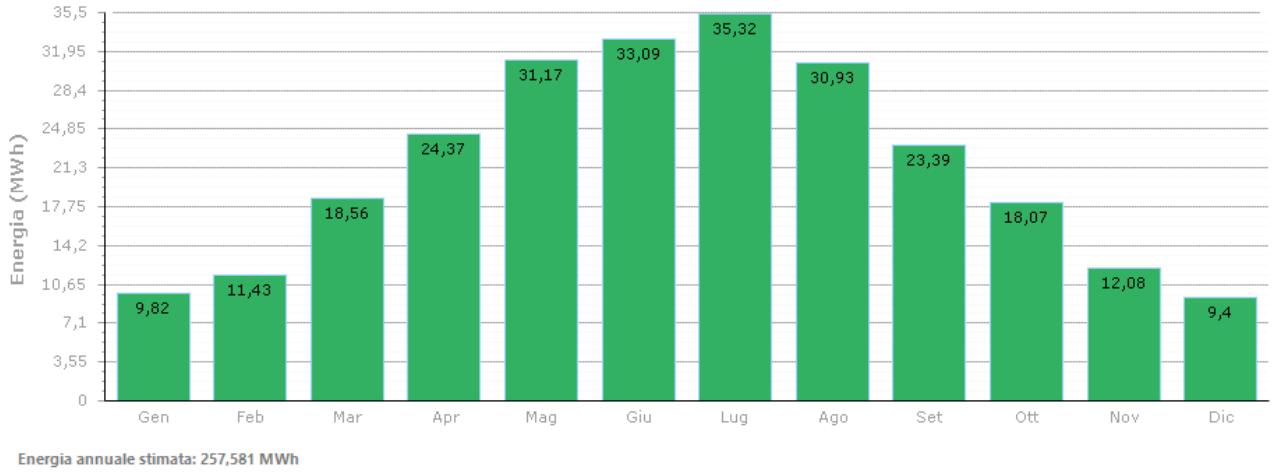


I grafici illustrano la differenza di energia prodotta fra un sistema tradizionale ed un sistema con ottimizzatori in presenza di differenti anomalie dei moduli di una stessa stringa.
Ovviamente tanto più è lunga una stinga tanto più sarà alto il contributo migliorativo dovuto alla presenza degli ottimizzatori (miglioramento variabile fra l'1,6% e il 34% - test eseguiti da Photo Laboratories).



Infine un ragionamento particolare deve essere svolto nell'ottica di ottemperare alle prescrizioni di prevenzione incendi (vedasi Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - Edizione Anno 2012).
Negli impianti tradizionali, anche in caso di intervento dell'interruttore di stringa, rimane sempre presente, ai capi della stringa, una tensione pari alla somma delle tensioni a circuito aperto dei singoli moduli che, nel caso in oggetto, raggiunge i 1000V e può diventare causa di elettrocuzione per gli operatori.
La funzione più interessante dal punto di vista della sicurezza funzionale dell'impianto fotovoltaico proposto è l'implementazione del sistema di disalimentazione automatica che assicura la completa protezione per installatori e manutentori, riducendo il rischio di ignizione di incendio e soprattutto garantisce interventi senza rischio di schok elettrici alle squadre di emergenza in caso di incendio. Il sistema lavora tagliando la corrente DC a livello di modulo e portando la tensione in uscita a 1Vdc quando l'inverter viene spento o entra in "safe mode". Ciò elimina il rischio di elettrocuzione per gli operatori.
In questo modo le eventuali operazioni di lotta all'incendio vengono eseguite in modo estremamente sicuro. Nel momento in cui viene premuto il pulsante di sgancio dell'energia elettrica del complesso immediatamente gli inverter si spengono e di conseguenza gli ottimizzatori interrompono la tensione ai capi dei moduli fotovoltaici.
Le scelte impiantistiche sviluppate permettono pertanto di eliminare i quadri elettrici di campo ed i relativi manufatti al piede delle pensiline ottimizzando la viabilità e riducendo il rischio di manomissione o furti.
Le calate dei cavi in corrente continua saranno sviluppate all'interno della carpenteria metallica delle pensiline stesse assicurando il corretto grado di protezione.

Per quanto sopra la producibilità stimata per l'impianto sarà:



Non inferiore a 257MWh annui ossia una producibilità specifica di 1470kWh per ogni kW installato.
Infine il sistema implementato sarà dotato di sistema nativo di comunicazione per avere un facile monitoraggio dello stato dell'impianto a livello di modulo.

VALUTAZIONI ENERGETICHE

L'impianto elettrico previsto a progetto prevede l'utilizzo di apparecchi illuminanti con sorgenti LED ad alta efficienza, sistemi di controllo del livello di illuminazione e di occupazione dei locali, utilizzo di ascensori con inverter a recupero di energia in discesa, ventilatori ad alta efficienza con inverter e sistema di gestione BMS programmato per limitare i consumi energetici.

Per quanto premesso si è elaborata una stima dei consumi energetici così riassumibile:

Utenza	Fabbisogno	Potenza installata	Superficie	Contemp.	Potenza totale	Ore	Giorni	energia
	W/mq				kW			MWh/anno
Illuminazione LED	4		7000	80%	22,4	2	200	8,96
forza motrice	5		7000	50%	17,5	4	200	14
condizionamento		150000		75%	112,5	10	200	225
ausiliari	1		7000	100%	7	24	365	61,32
					0			0
TOTALE					159,4	1.940,28		309,28

I valori riportati in tabella sono da ritenersi indicativi e rappresentativi di una situazione media nell'arco dell'anno. Ovviamente nel periodo invernale si potranno avere punte di assorbimento più elevate sia per il maggior utilizzo dell'illuminazione artificiale sia per la minor efficienza del sistema di produzione di calore.

A fronte di tale situazione risulta evidente che su base annua l'impianto fotovoltaico potrà far fronte a circa l'80% del fabbisogno energetico complessivo.

In particolare risulta evidente come gli ausiliari di gestione dell'edificio (centraline, sistema BMS, rack dati, impianto videocitofonico, rivelazione incendi, alimentatori, ecc…) risultino incidere sul consumo complessivo del fabbricato per circa il 20%, valore decisamente elevato se paragonato al basso valore assoluto della potenza istantanea assorbita dai sistemi di gestione (7kW rispetto a 160kW contemporanei complessivi medi, ossia meno del 5%).

Per abbattere tale consumo si prevede di installare un sistema di accumulo abbinato all'impianto fotovoltaico che garantisca l'immagazzinamento di una quota parte dell'energia quotidiana prodotta al fine di annullare i consumi elettrici del fabbricato nelle ore notturne e nei giorni di non occupazione, quando i consumi sono limitati agli ausiliari di sistema e ad una quota limitata di apparecchi illuminanti.

Si conviene pertanto di installare n°4 accumulatori dotati di batteria agli ioni di litio ricaricabile, montata a parete, con controllo termico del liquido in grado, ciascuno, di accumulare fino a 13,2 kWh e di erogare una potenza, continua di 5kW con picchi di breve durata (10s) fino a 7kW.

Gli accumulatori dovranno avere una efficienza di conversione in entrata e in uscita non inferiore all'85% e una garanzia di 10 anni

14 STIMA DEI COSTI

IMPIANTI FLUIDOMECCANICI			
DESCRIZIONE	Q.tà	IMPORTO	TOTALE
centrale tecnologica e pompa di calore (copertura)	1	205.000,00€	205.000,00€
impianto termofluidico	1	295.000,00 €	295.000,00 €
impianto aeraulico	1	390.000,00 €	390.000,00 €
impianto idrico sanitario e scarico reflui	1	95.000,00 €	95.000,00 €
impianto idrico antincendio	1	90.000,00 €	90.000,00 €
raccolta e trattamento acque piovane e grigie	1	95.000,00 €	95.000,00 €
			1.170.000,00 €
impianti elettrici e speciali			
cabina di trasformazione	1	35.000,00€	35.000,00€
quadri elettrici	1	85.000,00€	85.000,00€
soccorritore	1	12.000,00€	12.000,00€
dorsali (canaline, cavi)	1	120.000,00€	120.000,00€
impianto di forza motrice	1	77.000,00€	77.000,00€
impianto di illuminazione	1	210.000,00€	210.000,00€
impianto trasmissione dati	1	56.000,00€	56.000,00€
impianto rivelazione incendi	1	61.400,00€	52.500,00€
impianto voice evacuation system	1	45.500,00€	45.500,00€
impianto antintrusione	1	58.100,00€	58.100,00€
impianto BMS	1	80.000,00€	80.000,00€
TOTALE			840.000,00€
Impianto fotovoltaico (175kW e 20kW accumulo)	1	259.500,00€	259.500,00€
TOTALE COMPLESSIVO			1.099.500,00€

15 IMPIANTO PROTEZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE

Nell'ambito del progetto esecutivo dovrà essere svolta l'analisi del rischio scariche atmosferiche. Qualora l'edificio dovesse risultare non autoprotetto sarà realizzato un sistema di protezione contro i fulmini (LPS) secondo la norma CEI 81-1. L'impianto dovrà essere realizzato in copertura del fabbricato mediante captatori verticali oppure maglia costituita da bandelle in acciaio posizionate in funzione della classe dell'LPS, collegate con le calate a terra ed interconnesse al sistema di dispersione equipotenziale.

In ogni caso tutti i quadri elettrici saranno dotati di scaricatore di sovratensione di tipo II collegato alla rete di terra mediante conduttore di sezione non inferiore a 16mmq.

16 MANUTENZIONE

Le scelte progettuali descritte sono frutto di una particolare attenzione agli aspetti manutentivi che la scuola dovrà affrontare dopo la fase di messa in servizio. In particolare sono state privilegiate tipologie impiantistiche in grado di garantire una buona reperibilità di ricambistica sul mercato per un tempo congruo con l'attesa di vita dell'edificio.
Inoltre è stata prestata notevole attenzione alla semplicità di utilizzo e di programmazione delle operazioni manutentive al fine di agevolare il mantenimento in buono stato dell'impianto ed avere contemporaneamente uno storico degli interventi eseguiti.
Il sistema BMS previsto risulta fondamentale in tale ottica gestionale impiantistica in quanto non solo monitora lo stato dell'impianto segnalando eventuali malfunzionamenti, ma permette di pianificare gli interventi manutentivi.
In sostanza il piano di manutenzione del sistema scolastico in oggetto sarà basato sui seguenti punti:

- Manutenzione Preventiva: Interventi cautelativi programmati a cadenza periodica
- Manutenzione Reattiva: Interventi non programmati a chiamata in caso di guasto
- Manutenzione Migliorativa: Interventi di ottimizzazione dell'impianto (Retrofit)
- Manutenzione Predittiva: Analisi delle condizioni attuali per prevedere future problematiche

La manutenzione preventiva sarà pianificata a livello di programmazione del BMS al fine di generare allarmi specifici allo scadere del periodo di funzionamento dei singoli componenti in modo di attivare le squadre di manutenzione in modo ordinato e programmato. Gli interventi saranno registrati sul sistema che ne terrà memoria.

La manutenzione reattiva sarà facilitata dall'elevato grado di monitoraggio del sistema BMS che permette di rilevare guasti istantaneamente evitando che il guasto possa degenerare in una disfunzione più estesa

La manutenzione migliorativa potrà essere svolta qualora, a seguito dell'analisi dei consumi energetici oppure della ciclicità di specifici guasti, emerga la necessità di migliorare o sostituir specifici componenti del sistema impiantistico o cambiare abitudini e programmazioni orarie del sistema.

La manutenzione predittiva infine sarà frutto dell'elaborazione dei dati acquisiti dal BMS con la generazione di curve di tendenza, analisi dei consumi, verifica dei salti di temperatura, ecc… al fine di prevedere e prevenire specifiche possibili problematiche a lungo termine.

La scelta di adottare particolari tecnologie impiantistiche descritte nei paragrafi precedenti nasce dal connubio di necessità funzionali con la semplicità di monitoraggio e analisi. A titolo esemplificativo e non esaustivo si citano i seguenti impianti:

- gestione sistema di illuminazione con tecnologia DALI:
  - regolazione automatica dell'intensità luminosa
  - accensione automatica in caso di occupazione dei locali
  - monitoraggio remoto dello stato dell'impianto
  - analisi istantanea del funzionamento degli apparecchi illuminanti per illuminazione ordinaria e di emergenza
- impianto fotovoltaico con ottimizzatori di potenza:
  - miglioramento dell'efficienza di conversione della radiazione solare
  - possibilità di disaccoppiamento della rete DC in caso di black out
  - limitazione del rischio di cortocircuito
  - monitoraggio del funzionamento del singolo pannello fotovoltaico
- telegestione del sistema di condizionamento:
  - utilizzo degli impianti in funzione delle reali condizioni del fabbricato
  - possibilità di gestione differenziata delle temperature in funzione dell'occupazione dei locali
  - monitoraggio istantaneo delle condizioni di funzionamento dei componenti dell'impianto
  - monitoraggio dei parametri termoigrometrici e possibilità di regolazione da remoto

Oltre alle facilitazioni manutentive e gestionali dovute all'adozione di un sistema di controllo avanzato sono state effettuate una serie di considerazioni e di scelte dettate da una particolare attenzione alla manutenzione ordinaria. Ad esempio il posizionamento degli impianti in campo, delle cassette di derivazione, degli organi di intercettazione sarà pianificato in modo da concentrare i punti di manovra in zone specifiche dove risulti possibile la realizzazione di botole di ispezione senza ledere l'estetica del fabbricato. Inoltre sono stati studiati accuratamente gli spazi dedicati ai componenti principali quali quadri elettrici, soccorritori, centraline, gruppi di pompaggio, filtri, ecc… in modo tale da garantire l'accesso semplice e rapido, la facilità manutentiva e soprattutto la continuità di funzionamento dell'attività scolastica anche in caso di manutenzione non programmata.