

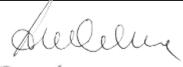


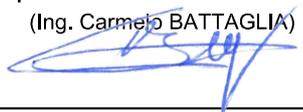
# CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

IV DIREZIONE - Servizi Tecnici Generali  
Servizio Edilizia Scolastica

AMPLIAMENTO DELL'ISTITUTO SUPERIORE  
"I.C.E. VAINICHER" DI LIPARI (ME)  
C.U.P. B66B14000020002  
- PROGETTO ESECUTIVO -

ELABORATI	1
RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTI	R.02

PROGETTISTI:	Arch. Domenico CALARCO  Arch. Caterina MARINO  Arch. Matteo VENUTO  Geom. Fortunato CHIESINI 
STRUTTURISTA:	Ing. Giovanni LENTINI 
IMPIANTISTA:	Ing. Giovanni PARISI 
RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	Ing. Carmelo BATTAGLIA 

Messina, 31/08/2021	Revisione 01 - 21/01/2022	Visti ed approvazioni
APPROVAZIONE IN LINEA TECNICA (ai sensi dell'art. 26 comma 8 D.Lgs. 50/2016) PROVVEDIMENTO n° <u>24</u> del <u>14.10.2022</u>  Il Responsabile del Procedimento (Ing. Carmelo BATTAGLIA) 	VALIDATO (ai sensi dell'art. 26 comma 8 D.Lgs. 50/2016) PROVVEDIMENTO n° <u>==</u> del <u>12.10.2022</u>	

# RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTI

Comune	Lipari (Me) – 98055
Edificio	Istituto Istruzione Superiore “ISA CONTI ELLER VAINICHER”
Indirizzo	Via Prof. T. Carnevale
Committente	CITTA METROPOLITANA DI MESSINA IV DIREZIONE “Servizi Tecnici Generali”
Progettista	Ing. Giovanni Parisi

# RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

## INDICE

<b>1</b>	<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA</b>	<b>4</b>
	<b>PREMESSA</b>	
<b>2</b>	<b>IMPIANTO ELETTRICO ED IMPIANTI SPECIALI</b>	<b>5</b>
2.1	<b>ALIMENTAZIONE DELL'IMPIANTO</b>	<b>5</b>
2.2	<b>RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI</b>	
2.3	<b>DATI DI PROGETTO</b>	<b>6</b>
2.3.1	Dati di progetto relativi all'utilizzazione dell'edificio	
2.3.2	Dati di progetto relativi all'influenza esterna	
2.4	<b>DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI</b>	<b>7</b>
2.4.1	Impianti elettrici per illuminazione e FM (limitatamente al nuovo fabbricato in progetto)	
2.4.1.1	Quadri elettrici	
2.4.1.2	Sgancio d'emergenza	<b>9</b>
2.4.1.3	Distribuzione principale	
2.4.1.4	Distribuzione secondaria e terminale	
2.4.1.5	Isolamento dei cavi	
2.4.1.6	Colori distintivi dei cavi	<b>10</b>
2.4.1.7	Sezioni minime e cadute di tensione massime ammesse	
2.4.1.8	Posa dei cavi	
2.4.1.9	Marchatura cavi	<b>11</b>
2.4.1.10	Connessioni terminali	
2.4.1.11	Resistenza al fuoco	
2.4.1.12	Canalizzazioni	
2.4.1.13	Tubi protettivi	<b>12</b>
2.4.1.14	Giunzioni e derivazioni	<b>14</b>
2.4.1.15	Cavi e conduttori	
2.4.1.16	Apparecchi di illuminazione	<b>15</b>
2.4.1.17	Impianto di forza motrice	<b>16</b>
2.4.1.18	Comandi	<b>17</b>
2.4.1.19	Prese a spina	
2.4.1.20	Prese e spine industriali	<b>18</b>
2.5	<b>IMPIANTO DI TERRA</b>	
2.5.1	Dispersore di terra	
2.5.2	Conduttore di terra	
2.5.3	Collettore (o nodo) principale di terra	<b>19</b>
2.6	<b>IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA</b>	
2.7	<b>IMPIANTO DI RIVELAZIONE INCENDI</b>	<b>20</b>
2.7.1	Aree sorvegliate	<b>21</b>
2.7.2	Rivelatori automatici	
2.7.3	Rivelatori manuali	
2.7.4	Centrale	
2.7.5	Dispositivi di attuazione (targhe ottico - acustiche)	<b>22</b>
2.8	<b>IMPIANTO DIFFUSIONE SONORA PER L'EVACUAZIONE</b>	
2.8.1	Apparecchiature costituenti il sistema	
2.9	<b>PRESCRIZIONI PER DISABILI</b>	<b>23</b>
2.9.1	Riferimenti normativi	
2.9.2	Accessibilità	<b>24</b>
2.9.3	Visitabilità	<b>25</b>
2.9.4	Adattabilità	
2.10	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b>	<b>26</b>
2.10.1	<b>DEFINIZIONI E PRESCRIZIONI</b>	
2.10.1.1	Generatore Fotovoltaico	<b>27</b>
2.10.1.2	Cassetta di Campo	
2.10.1.3	Convertitore CC/CA	<b>28</b>
2.10.1.4	Sistema di acquisizione dati e telemonitoraggio	<b>29</b>
2.10.1.5	Interfaccia di rete	<b>30</b>

<b>3</b>	<b>IMPIANTO TERMICO A PANNELLI RADIANTI</b>	<b>31</b>
3.1	<b>BENESSERE TERMICO</b>	
3.1.1	Risparmio energetico	
3.1.2	Condizioni igieniche	
3.1.3	Vantaggi estetici	
3.2	<b>DIMENSIONAMENTO IMPIANTO</b>	<b>32</b>
3.3	<b>PROCEDURA PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO</b>	<b>33</b>
3.4	<b>NORME PER L'ESERCIZIO</b>	
3.5	<b>GRUPPO DI REGOLAZIONE</b>	
<b>4</b>	<b>IMPIANTO IDRICO</b>	<b>34</b>
4.1	<b>GENERALITÀ</b>	
4.2	<b>PORTATE NOMINALI</b>	
4.3	<b>DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO GPR</b>	
4.4	<b>DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI</b>	<b>35</b>
4.5	<b>COMPOSIZIONE IMPIANTO</b>	<b>36</b>
4.5.1	Accumulo	
4.5.2	Portata e pressione	
4.6	<b>DISTRIBUZIONE ACQUA</b>	
4.6.1	Pressioni ai punti di erogazione di acqua calda e fredda	
4.7	<b>PREPARAZIONE ACQUA CALDA SANITARIA</b>	
4.7.1	Dimensionamento del preparatore d'acqua calda	<b>37</b>
4.7.2	Termoaccumulatore	
4.7.3	Rete di ricircolo	
4.7.4	Coibentazioni	<b>38</b>
4.8	<b>TUBAZIONI</b>	
4.8.1	Criteri di posa	
<b>5</b>	<b>IMPIANTO DI VENTILAZIONE ED ESTRAZIONE</b>	<b>39</b>
5.1	<b>OGGETTO DELL'INTERVENTO</b>	
5.2	<b>INDOOR AIR QUALITY (IAQ)</b>	
5.3	<b>PARAMETRI DI PROGETTO</b>	<b>41</b>
5.3.1	Portata di aria esterna	
5.4	<b>SPECIFICHE GENERALI DELL'IMPIANTO</b>	
5.4.1	Aule scolastiche	
5.4.1.1	Prestazioni	<b>42</b>
5.4.1.2	Involucro	
5.4.1.3	Recuperatore rotativo	<b>43</b>
5.4.1.4	Sezione filtrante	<b>44</b>
5.4.1.5	Regolazione	
5.4.2	Palestra	<b>45</b>
5.4.2.1	Pannellatura	
5.4.2.2	Recuperatore di calore	
5.4.2.3	Filtri aria	
5.4.2.4	Ventilatori	<b>46</b>
5.4.2.5	Circuito frigorifero	
5.4.2.6	Regolazione	
5.5	<b>RETE DISTRIBUZIONE AEREA</b>	
5.6	<b>ESTRAZIONE ARIA BAGNI</b>	<b>47</b>
<b>6</b>	<b>IMPIANTO DI SCARICO ACQUE REFLUE</b>	<b>48</b>
6.1	<b>DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI SCARICO</b>	
6.1.1	Unità di scarico	<b>49</b>
6.1.2	Dimensionamento delle diramazioni di scarico non ventilate	
6.1.3	Dimensionamento delle colonne con ventilazione primaria	<b>50</b>
6.1.4	Dimensionamento dei collettori di scarico	<b>51</b>
6.2	<b>STAZIONE DI SOLLEVAMENTO</b>	
6.2.1	Dimensionamento idraulico della stazione di sollevamento	

# RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTI

## 1. PREMESSA

Il presente progetto di cui trattasi in questa relazione, riguarda gli impianti termo meccanici, elettrici e speciali del nuovo corpo di fabbrica<sup>(1)</sup>, dell'istituto Superiore "I.C.E. Vainicher" di Lipari (ME).

Realizzare edifici energeticamente efficienti, oltre che essere economicamente conveniente, è anche un obbligo di legge.

In maniera molto semplificativa, anche perché l'argomento meriterebbe maggiore approfondimento, si può affermare che l'efficiamento di un edificio può essere ottenuto risparmiando sulle risorse e sul consumo di energia primaria (es. gas, elettricità) e producendo, ove possibile, energia da fonti rinnovabili.

**Con l'entrata in vigore del cosiddetto "Decreto Rinnovabili" DLgs 3 marzo 2011 n. 28** attuazione della Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE, **è obbligatorio prevedere l'uso di fonti rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, elettricità e climatizzazione.**

A tal proposito prendono sempre più piede i sistemi abbinati, i quali prevedono l'impiego di generatori di calore ad alto rendimento collegati a sistemi di produzione di energia rinnovabile.

Nell'ottica di una riduzione del consumo di combustibili fossili, è stato previsto un impianto fotovoltaico per complessivi 20 kWp e l'utilizzo di una pompa di calore ad alta efficienza, abbinato ad un sistema solare termico, per il condizionamento dell'istituto scolastico.

Inoltre, l'adozione di un recuperatore rotativo ad elevata efficienza, in grado di soddisfare le esigenze di benessere termo-igrometrico e di ricambio dell'aria, consentirà di ridurre al minimo il dispendio energetico.

## 2 IMPIANTO ELETTRICO ED IMPIANTI SPECIALI

L'impianto elettrico sarà realizzato a regola d'arte come prescrive la Legge 1° Marzo 1968. I materiali saranno conformi alle norme CEI e la ditta installatrice rilascerà a fine lavori la dichiarazione di conformità, come prescritto dal D.M. 37/2008.

L'impianto elettrico ha architettura di tipo dorso-radiale, come meglio rappresentato negli schemi a blocchi e negli altri elaborati di progetto.

Per quanto riguarda gli impianti elettrici e speciali di cui trattasi in questa relazione, gli interventi previsti sono di seguito elencati:

- *Impianto elettrico, limitatamente al nuovo corpo di fabbrica in progetto*
- *Impianto illuminazione di sicurezza con estensione al corpo di fabbrica esistente*
- *Impianto di rivelazione incendi con estensione al corpo di fabbrica esistente*
- *Impianto diffusione sonora per l'evacuazione con estensione al corpo esistente*
- *Impianto fotovoltaico*

---

<sup>1</sup> con annessa palestra

## 2.1 ALIMENTAZIONE DELL'IMPIANTO

Il sistema impiegato per la distribuzione è di tipo TT, la fornitura di energia è di tipo Trifase con neutro (3F+N).

Gli impianti sono stati dimensionati sulla base della potenze effettive; pertanto le prestazioni e le garanzie inerenti le portate di corrente, le cadute di tensione, le protezioni e l'esercizio in genere sono riferite alla suddette potenze. La potenza effettiva dell'impianto è calcolata eseguendo il calcolo del carico convenzionale dell'impianto.

Il carico convenzionale è ottenuto dalla sommatoria delle potenze nominali degli apparecchi utilizzatori fissi e la potenza massima applicabile alla prese a spina in funzione della loro corrente nominale, moltiplicate per i coefficienti di utilizzazione ( $K_u$ ) e per un coefficiente di contemporaneità globale dell'impianto ( $K_c$ ).

Si rimanda agli elaborati di progetto per la distribuzione planimetrica dell'impianto elettrico rispettivamente del nuovo edificio scolastico e della palestra.

## 2.2 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Le opere dovranno essere realizzate a regola d'arte e le loro caratteristiche, nonché quelle dei componenti inclusi, dovranno corrispondere a tutte le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi alle Norme CEI e UNI.

- **Legge n° 186/68** - "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici".
- **Direttiva n. 2006/95/CEE** - "Ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione"
- **D.M. 22/01/2008 n. 37** e successive modificazioni: "Norme per la sicurezza degli impianti".
- **D.Lgs n°81 del 09/04/2008** - "Testo unico in materia di sicurezza salute dei lavoratori sul luogo di lavoro".
- **D.P.R. n°162 30/04/99** - "Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CEE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio".
- **D.P.R. n°462 del 22 Ottobre 2001** - "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi".
- **D.M. del 26 Agosto 1992** - Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica.
- **CPR (UE 305/2011)** - Criteri di classificazione e standardizzazione delle prove di comportamento al fuoco Prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda distributrice dell'energia elettrica.
- Prescrizioni dei VVF e delle Autorità locali.
- **EN 12464-1:2021** - Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places
- **CEI 64-8**: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua" Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici CEI 16-4 "Individuazione dei conduttori tramite colori o codici numerici",

- **CEI 11-17** - “Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”
- **CEI 20-40** - “Guida per l'uso di cavi a bassa tensione”
- **CEI 20-27** - “Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione”
- **CEI-UNEL 35011** - “Cavi per energia e segnalamento. Sigle di designazione”
- **CEI-UNEL 35012** - “Contrassegni e classificazione dei cavi in relazione al fuoco”
- **CEI 20-22/2** - “Prove d'incendio su cavi elettrici Parte 2: Prova di non propagazione dell'incendio”
- **CEI 20-22/3** - “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio”
- **CEI-UNEL 00722** - “Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U0/U non superiori a 0.6/1 kV”
- **CEI-UNEL 35024/1** - “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. -Portate di corrente in regime permanente per posa in aria” (per pose fisse) (CEI 64-8 Art. 523.1.3)
- **CEI-UNEL 35024/2** - “Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”
- **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”

## 2.3 DATI DI PROGETTO

Dati	Valori	Note
Committente	Città Metropolitana di Messina	
Denominazione struttura	I.C.E. Vainicher di Lipari	
Progetto	Ampliamento dei locali	

### 2.3.1 Dati di progetto relativi all'utilizzazione dell'edificio

Dati	Valori	Note
Destinazione d'uso	Edificio scolastico	
Barriere architettoniche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E' richiesto il requisito dell'accessibilità</li> <li>• E' richiesto il requisito della visitabilità</li> </ul>	
Ambienti soggetti a normativa specifica CEI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Locali ad uso didattico</li> </ul>	Si applica la norma CEI 64-8/7

### 2.3.2 Dati di progetto relativi all'influenza esterna

Dati	Valori	Note
Temperatura		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Min/Max all'interno</li> </ul>	+15°C/+35°C	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Min/Max all'interno</li> </ul>	0°C/+35°C	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Media giorno più caldo</li> </ul>	+30°C	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Media massima mensile</li> </ul>	+25°C	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Media annuale</li> </ul>	+20°C	

Umidità		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevista condensa</li> <li>• Livello di umidità</li> </ul>	NO MEDIO	
Altitudine	<1000m s.l.m.	
Corpi solidi estranei	Ambiente non polveroso	
Presenza di acqua	Trascurabile in tutti i locali interni Possibilità di pioggia all'aperto	
Resistività del terreno	< 0,5 kΩm (terreno vegetale)	
Ventilazione nei locali		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naturale</li> </ul>	Nell'ufficio e nei magazzini	
Condizioni ambientali speciali	Assenza di sostanze inquinanti o corrosive Assenza di correnti vaganti	

## 2.4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

### 2.4.1 Impianti elettrici per illuminazione e FM (limitatamente al nuovo fabbricato in progetto)

Si premette che la distribuzione elettrica del fabbricato esistente avviene con fornitura in BT da misuratore collocato nell'androne principale. Per effetto dell'ampliamento sarà necessario derivare a valle del predetto contatore una nuova dorsale di alimentazione del nuovo copro di fabbrica: pertanto si prevede l'installazione di un Quadro Arrivo Rete con doppio interruttore magnetotermico differenziale a protezione delle linee di alimentazione del vecchio fabbricato e del fabbricato in progetto.

#### 2.4.1.1 Quadri elettrici

Salvo diversa indicazione, si prevede la realizzazione di quadri elettrici con struttura modulare in lamiera con porta trasparente di protezione; all'interno saranno ricavati scomparti separati per le apparecchiature delle varie sezioni, le sbarre di derivazione e le morsettiere di attestazione.

I vari circuiti a valle saranno alimentati attraverso interruttori di tipo magnetotermico e/o magnetotermico differenziale, con opportune caratteristiche di intervento; in particolare i circuiti che alimentano i sottoquadri saranno protetti da interruttori con caratteristica che consenta di realizzare, per quanto possibile, la selettività rispetto agli interruttori di protezione modulari installati presso i sottoquadri stessi.

La struttura sarà modulare con pannelli da almeno 20/10 (per i quadri metallici), con ciclo di verniciatura a polveri epossidiche applicate su lamiera opportunamente trattata con processo di sgrassaggio, decappaggio e passivazione.

La viteria sarà in acciaio inox con bulloni di tipo "autograffiante"; le viti di chiusura delle portine dovranno essere di tipo imperdibile con impronta a croce; le cerniere saranno di tipo prefabbricato con elevato grado di robustezza che consentano l'apertura delle portine con angoli > 100°; le portine anteriori saranno previste di guarnizioni di battuta e corredate di serratura di sicurezza unificata per tutti i quadri della fornitura; le portine incernierate dovranno avere almeno 2 punti di chiusura per h 600÷800 mm e almeno 3 punti di chiusura per h > 800 mm.

Il cablaggio dei quadri dovrà essere effettuato con cavi non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumi e gas tossici e corrosivi, rispondenti alle norme CEI 20-22 e 20-38 tipo FG17 o equivalenti.

La densità di corrente nei conduttori non dovrà eccedere il valore risultante dalle prescrizioni delle norme CEI 20-21 moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 0,8; tale valore, che sarà riferito alla corrente nominale  $I_n$  dell'organo di protezione e non alla corrente di impiego  $I_b$  della conduttura in partenza, non dovrà essere comunque superiore a  $4 \text{ A/mm}^2$ .

Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capicorda a compressione di tipo preisolato, adeguati al cavo e all'apparecchiatura da cablare, con esclusione di qualsiasi adattamento di sezione e/o di dimensione del cavo o del capocorda stesso.

Le morsettiere saranno in melamina (o in altro materiale termoindurente di proprietà fisico meccaniche equivalenti), di tipo componibile e sezionabile, con serraggio dei conduttori di tipo indiretto, opportunamente identificate per gruppi di circuiti appartenenti alle diverse sezioni costituenti il quadro secondo le modalità previste nel presente paragrafo; inoltre la suddivisione tra gruppi di morsettiere adiacenti, appartenenti a diverse sezioni, dovrà avvenire mediante separatori.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

Le morsettiere di attestazione delle linee in arrivo dovranno essere complete di targhette con opportuna simbologia antinfortunistica o scritte indicanti parti in tensione. Non saranno ammesse morsettiere di tipo sovrapposto.

Tutti i conduttori di terra o di protezione in arrivo e/o in partenza dal quadro dovranno essere attestati singolarmente su di una sbarra di terra in rame, completa di fori filettati. Tutte le parti metalliche ove siano installate apparecchiature elettriche dovranno essere collegate a terra mediante collegamento equipotenziale.

I collegamenti di terra di tutte le masse metalliche mobili o asportabili dovranno essere eseguiti con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione  $\geq 16 \text{ mm}^2$ . Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capocorda a compressione di tipo ad occhiello.

Il quadro dovrà garantire, sia per quanto riguarda la portata delle sbarre, sia per quanto riguarda lo spazio disponibile all'interno delle canalizzazioni e per l'installazione di nuove apparecchiature, una riserva di almeno 20-25%.

Ogni apparecchiatura elettrica all'interno del quadro e ogni estremità dei cavi di cablaggio dovrà essere contrassegnata in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli schemi elettrici, in modo da consentirne l'individuazione.

Le marcature saranno conformi alle norme CEI 16-7 art. 3 e saranno del seguente tipo:

- targhette adesive o ad innesto da applicare a freddo per tutte le apparecchiature elettriche (morsetti, interruttori, strumentazione, ausiliari di comando e segnalazione, ecc.) posizionate sulle apparecchiature stesse o nelle vicinanze sulla struttura del quadro; le targhette avranno caratteristiche e modalità di fissaggio tali da fornire garanzia di non distacco nel tempo per invecchiamento o azione del calore;
- anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti presiglati termorestringenti per le estremità dei cavi di cablaggio;

- cinturini con scritta indelebile per tutti i cavi in arrivo e partenza nel quadro con riportate le sigle di identificazione della linea, il tipo di cavo, la conformazione e la lunghezza secondo quanto riportato negli schemi elettrici.

Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano sulle guaine dei cavi stessi, ovvero mediante targhette in carta legate o incollate ai cavi.

#### **2.4.1.2 Sgancio d'emergenza**

Al fine di dare la possibilità di interrompere, in caso di emergenza le alimentazioni elettriche dell'edificio, è stato predisposto un apposito pulsante di sgancio, come previsto dalle norme, in corrispondenza dell'ingresso principale dell'istituto scolastico, come meglio indicato negli elaborati di progetto.

Il pulsante sarà dotato di targa con iscrizione da concordare con la D.L..

#### **2.4.1.3 Distribuzione principale**

La nuova linea di distribuzione principale in bassa tensione (collegamento fra Quadro Arrivo Rete e Quadro Generale Nuovo Plesso) sarà realizzata mediante posa di cavo unipolare con guaina tipo FG16OR16, collocato in parte all'interno della canalizzazione metallica esistente, ed in parte all'interno di canalizzazione di nuova installazione.

La distribuzione per l'alimentazione dei sotto quadri sarà realizzata mediante conduttura sotto traccia ed impiego di cavi unipolari senza guaina del tipo FS17.

La posizione dei quadri elettrici è rappresentata negli elaborati grafici di progetto.

#### **2.4.1.4 Distribuzione secondaria e terminale**

Per distribuzione secondaria si intende la parte di impianto a partire dai quadri di zona o dalla distribuzione dorsale.

Salvo diversa indicazione, la distribuzione secondaria e terminale sarà realizzata ad incasso mediante tubazioni flessibili tipo pesante. Le derivazioni dalla dorsale verranno realizzate mediante l'uso di cassette di derivazione collocate nei punti nodali. I conduttori per la distribuzione periferica a bassa tensione, posati entro tubazioni sottotraccia o a vista ed entro canaline portacavo, saranno del tipo unipolare flessibile, con tensione nominale 450/750 Vac (tipo FS17).

#### **2.4.1.5 Isolamento dei cavi**

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale ( $U_0/U$ ) non inferiori a 450/750 V, simbolo di designazione 07.

Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se isolati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore.

#### **2.4.1.6 Colori distintivi dei cavi**

I conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712. In particolare i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore gialloverde.

Per quanto riguarda i conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;

#### **2.4.1.7 Sezioni minime e cadute di tensione massime ammesse**

Le sezioni dei conduttori, calcolate in funzione della potenza impegnata e dalla lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto), devono essere scelte tra quelle unificate.

In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse sono:

- 0,75 mm<sup>2</sup> per circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm<sup>2</sup> per illuminazione e derivazione per prese a spina con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kW;
- 2,5 mm<sup>2</sup> per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3,6 kW;
- 4 mm<sup>2</sup> per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW;

#### **2.4.1.8 Posa dei cavi**

I cavi sulle passerelle dovranno essere posati in modo ordinato, paralleli fra loro, senza attorcigliamenti e incroci, rispettando il raggio di curvatura indicato nelle tabelle; i cavi lungo il percorso non dovranno presentare giunzioni intermedie, tranne nel caso in cui la lunghezza dei collegamenti sia maggiore della pezzatura di fabbrica.

Nei tratti verticali i cavi dovranno essere ancorati alle passerelle con passo massimo di 0,5 m; nei tratti orizzontali i cavi dovranno essere legati alle passerelle e ai canali mediante fascette in corrispondenza di curve, diramazioni, incroci, cambiamenti di quota e lungo i tratti in rettilineo almeno ogni 5 m.

I cavi dovranno essere fissati anche nel caso di canali chiusi (non forati) utilizzando apposite barre trasversali.

I morsetti di ancoraggio alle scale posacavi saranno di tipo aperto; si esclude l'uso di morsetti metallici chiusi in particolare nel caso di cavi unipolari.

Qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi.

Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

#### **2.4.1.9 Marcatura cavi**

Ogni cavo dovrà essere contrassegnato in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli elaborati di progetto, in modo da consentirne l'individuazione. Le marcature saranno conformi alle norme CEI 16-7 art.3 ed essere applicate alle estremità del cavo in corrispondenza dei quadri e delle cassette di derivazione dorsali con anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti presigliati o termorestringenti.

#### **2.4.1.10 Connessioni terminali**

Le connessioni dei cavi comprendono la formazione delle terminazioni ed il collegamento ai morsetti. La guaina dei cavi multipolari dovrà essere opportunamente rifinita nel punto di taglio con manicotti termorestringenti.

Le terminazioni saranno di tipo e sezione adatte alle caratteristiche del cavo su cui verranno montate e all'apparecchio a cui verranno collegate; si esclude qualsiasi adattamento di dimensione o sezione del cavo o del capocorda stesso.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

I cavi, presso i punti di collegamento, dovranno essere fissati con fascette o collari, ovvero si dovranno utilizzare appositi pressacavi, in modo da evitare sollecitazioni sui morsetti di quadri o cassette, ecc.

Per le connessioni dei cavi di energia, di comando, di segnalazione e misura, si dovranno impiegare capicorda a compressione in rame stagnato, del tipo preisolato o protetto con guaina termorestringente.

#### **2.4.1.11 Resistenza al fuoco**

Da impiegarsi per impianti che devono funzionare in presenza di incendio (come allarmi, pompe antincendio, impianto di rivelazione incendi ecc.) garantiscono una resistenza per un tempo di 1h (norma CEI 20-36).

#### **2.4.1.12 Canalizzazioni**

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile ecc.

Per i vari sistemi di canalizzazione si applicheranno le norme CEI specifiche di riferimento. Il numero dei cavi installati deve essere tale da consentire una occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-9.

Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applica quanto richiesto dalle norme CEI 64-8 utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni, ecc.) opportune barriere devono separare cavi a tensioni nominali differenti. I cavi vanno utilizzati secondo le indicazioni delle norme CEI 20-20

Devono essere previsti per canali metallici i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8. e richiesta la continuità elettrica fra i vari tronconi.

Nei passaggi di parete devono essere previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti.

Le caratteristiche di resistenza al calore anormale ed al fuoco dei materiali utilizzati devono soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

Saranno costruite in lamiera d'acciaio zincate a caldo dopo lavorazione o con procedimento Sendzimir o preverniciate a forno con resine epossidiche; con spessore minimo di 12/10 mm., in resina autoestinguenta di elevata rigidità o in PVC.

Le aule scolastiche dell'istituto Vainicher verranno trattate con un sistema a *tutta aria* che, oltre ad assicurare la circolazione di notevoli portate con frequenti ricambi, presenterà doti di flessibilità e di efficienza energetica.

L'unità di recupero di calore con recuperatore rotativo sembra la più appropriata per soddisfare le esigenze di benessere termo-igrometrico e di ricambio e qualità dell'aria. Essa consente infatti di estrarre una determinata quantità d'aria dall'ambiente e sostituirla con aria di rinnovo.

L'unità è caratterizzata dall'adozione di un recuperatore rotativo ad elevata efficienza e basse perdite di carico (anche con la possibilità di avere il trattamento igroscopico della superficie dello stesso), che consente di ridurre al minimo il dispendio energetico.

Saranno del tipo prefabbricato a tronconi con estremità preforata per agevolarne l'assemblaggio. I giunti, i coperchi, le curve ed i pezzi speciali saranno strettamente di serie, con spigoli arrotondati, costruiti con lo stesso materiale dei tronconi ed assemblabili esclusivamente attraverso viteria o giunti appositi.

Saranno del tipo in filo metallico adatte al supporto di cavi a soffitto o a parete per la realizzazione di grosse condutture o per realizzazione di dorsali di distribuzione principale o dove è richiesta estrema versatilità di posa.

Lo staffaggio garantirà all'insieme assoluta solidità e dovrà essere sempre del tipo smontabile. Dove possibile si eviteranno i sostegni a sospensione in quanto questo tipo di supporto complica le operazioni di posa dei cavi.

Il numero degli ancoraggi sarà proporzionato alla forma, al peso ed alle dimensioni del canale.

La posa delle canaline portacavi dovrà essere eseguita scegliendo percorsi più idonei ad evitare cambiamenti di quota e nell'ottica di agevolare i successivi interventi di posa dei cavi e di manutenzione.

Non saranno consentite derivazioni verticali né di tubi, né di altri canali dal coperchio della canalina principale. Dovranno essere eliminate con cura ogni asperità o parti taglienti al fine di non danneggiare gli isolanti dei conduttori.

#### **2.4.1.13 Tubi protettivi**

Nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico serie pesante per i percorsi sotto intonaco, in acciaio smaltato a bordi saldati oppure in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento.

I tubi posati a vista, dovranno essere installati con idonei fissatubi a scatto, realizzati in termoplastico rinforzato autoestinguenta, fissati a distanza  $\leq 75$  cm e comunque in modo da realizzare un insieme sicuro, razionale e per quanto possibile esteticamente gradevole.

Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi.

Comunque il diametro interno non deve essere inferiore a 15,5 mm.

Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

I tubi a vista che proteggeranno le linee di utilizzatori fisicamente vicini dovranno essere ordinati e paralleli e per quanto possibile dovranno essere evitati accavallamenti. Ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale a secondaria e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione.

Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti a mantello o morsettiere da profilato. Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei, deve inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

I tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante. È ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e che ne siano contrassegnati per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità.

Qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate.

Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

Per gli impianti incassati si raccomanda inoltre:

- di utilizzare uno solo dei due alveoli di cui sono dotati i mattoni delle tramezze;
- di limitare la larghezza delle scanalature nelle pareti al diametro della tubazione da incassare più lo spazio strettamente indispensabile per un agevole riempimento;
- di limitare le scanalature orizzontali che possono indebolire le pareti;
- di distanziare le scanalature di almeno 1,5 m;
- di effettuare le scanalature ad almeno 20 cm dall'intersezione di due pareti.

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli, che ospitano altre canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc.

Nel vano degli ascensori o montacarichi non è consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.

#### 2.4.1.14 Giunzioni e derivazioni

Le giunzioni, le derivazioni e le connessioni agli apparecchi e alle macchine devono essere racchiuse in custodie aventi grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione, non inferiore ad IP40.

Le connessioni non potranno essere eseguite che nei quadri elettrici, nelle morsettiere degli utilizzatori e nelle scatole di derivazione attraverso opportuni morsetti componibili da profilato o a mantello con cappuccio trasparente in materiale autoestinguento.

Dovranno essere realizzate con capicorda e/o morsetti che consentano un serraggio permanente e sicuro, che non riducano la sezione dei conduttori e che garantiscano dall'allentamento.

Sono proibite le connessioni e le derivazioni eseguite in canale.

E' vietato realizzare ingressi nelle custodie o nelle macchine mediante accostamento, sia per i cavi che per i tubi di protezione; e pertanto obbligatorio l'impiego dei più opportuni pressacavi o passatubo.

Le parti esterne delle custodie non devono mai arrivare a temperature pericolose per gli operatori: e ammesso l'allacciamento di apparecchiature con cavi non protetti purché siano del tipo "con guaina antiabrasiva" e non siano sottoposti, in condizioni normali, a sollecitazioni meccaniche pericolose.

#### 2.4.1.15 Cavi e conduttori

Generalmente per la posa entro tubazioni si utilizzeranno conduttori con tensione nominale 450/750V, mentre per la posa entro canali si utilizzeranno cavi con tensione nominale 600/1000V.

Nei limiti del possibile le guaine dei conduttori dovranno avere le seguenti colorazioni conformi alle tabelle CEI-UNEL 00722:

- conduttore di protezione: giallo/verde
- conduttore neutro: blu chiaro
- conduttore di fase linee punti luce: grigio
- conduttore di fase linee prese: nero
- conduttore di fase linee prese sotto continuità assoluta: marrone
- conduttori per circuiti a 12-24-48V: rosso, o verde o altri.

Il dimensionamento dei conduttori attivi dovrà essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata, di resistenza ai corti circuiti e i limiti massimi per le cadute di tensione (in conformità alle norme CEI 64-8); in ogni caso le sezioni minime dei conduttori per le alimentazioni alle singole utenze non dovranno essere inferiori a quelle di tabella seguente:

Derivazioni	Cavi in PVC	Cavi in gomma
a singolo punto luce:	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>
a più di un punto luce:	2,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>
a singoli punti presa da 16A:	2,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>
a più punti presa da 16A:	4 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>
a singoli punti presa fino a 32A:	6 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>
a più punti presa fino a 32A:	10 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>

Le derivazioni per l'alimentazione di più apparecchi utilizzatori dovranno essere realizzate all'esterno degli apparecchi stessi in apposite cassette di derivazione; si esclude la derivazione tra centri luminosi senza transitare attraverso una scatola di derivazione; nel caso di soffitti in latero cemento la cassetta di derivazione dovrà essere posta a parete, salvo diversa indicazione della DL.

È consentito il cavallotto tra le prese e gli interruttori di una stessa scatola (deviatori, ecc.) solo se questi frutti sono predisposti allo scopo.

È vietata la derivazione tra due scatole contenenti frutti modulari poste sulla stessa parete ma su facciate opposte.

Le cassette di transito saranno obbligatorie su tracciati comprendenti curve, in modo che tra due cassette di transito non si riscontri mai più di una curva o comunque curve con angoli  $\geq 90^\circ$ .

Nei tratti in rettilineo le cassette di transito saranno comunque obbligatorie almeno ogni 5 m.

Per ogni locale dovrà essere prevista una cassetta di derivazione posta lungo la dorsale salvo il caso di locali adiacenti o affacciati, nel qual caso si potrà utilizzare un'unica cassetta di derivazione.

Ogni cassetta di derivazione dovrà essere dedicata ad un solo circuito (non saranno ammesse cassette promiscue per più circuiti in partenza dai quadri di piano o di zona).

#### **2.4.1.16 Apparecchi di illuminazione**

I valori medi di illuminazione da conseguire e da misurare su un piano orizzontale posto a m 0,80 dal pavimento, in condizioni di alimentazione normali, saranno precisati, per i vari locali, dalla D.L. o dedotti dai prospetti delle norme UNI EN 12464-1.

Il rapporto fra l'illuminamento minimo e quello medio, nel locale o nella zona del locale dove si svolge un determinato compito visivo, non deve essere minore di 0,8.

Nelle aree di un locale di lavoro, che non sono sede del compito visivo, il valore medio dell'illuminamento non deve essere mai minore di un terzo del valore medio dell'illuminamento nella zona sede del compito visivo.

Nella progettazione gli illuminamenti iniziali (di progetto) dovranno essere ottenuti moltiplicando quelli di esercizio richiesti per il fattore di deprezzamento in modo da tener conto dell'invecchiamento e dell'insudiciamento dei materiali. Se non diversamente indicato, dovrà essere utilizzato un fattore di deprezzamento pari a 1,25.

In linea generale, ambienti adiacenti, fra i quali si hanno frequenti passaggi di persone dall'uno all'altro, non dovranno, di norma, avere differenze nei valori medi di illuminazione superiori al 50%; non solo, ma la qualità della illuminazione dovrebbe essere la stessa o simile.

I corpi illuminanti dovranno essere perfettamente integrati nella tipologia di controsoffitto che si intende realizzare, dovranno garantire una perfetta tenuta e dovranno essere ancorati alla struttura che sorregge l'intero controsoffitto opportunamente irrobustita in funzione del peso degli apparecchi di illuminazione. Ogni corpo illuminante dovrà essere assicurato con apposito cavo "*anticaduta*".

In ogni caso, i circuiti relativi ad ogni accensione o gruppo di accensioni simultanee, non dovranno avere un fattore di potenza inferiore a 0,9 ottenibile eventualmente mediante rifasamento. Devono essere presi opportuni provvedimenti per evitare l'effetto stroboscopico.

La D.L. fornirà piante e sezioni, in opportuna scala, degli ambienti da illuminare, dando indicazioni sul colore e tonalità delle pareti, del soffitto e del pavimento degli ambienti stessi, nonché ogni altra eventuale opportuna indicazione.

Gli apparecchi saranno dotati di schermi che possono avere compito di protezione e chiusura e/o di controllo ottico del flusso luminoso emesso dalla lampada.

Gli apparecchi saranno in genere a flusso luminoso diretto per un miglior sfruttamento della luce emessa dalle lampade; per installazioni particolari, la D.L. potrà prescrivere anche apparecchi a flusso luminoso diretto-indiretto o totalmente indiretto.

Gli apparecchi dovranno avere caratteristiche e grado di protezione idonei all'ambiente in cui andranno installate.

Particolare cura si dovrà porre all'altezza ed al posizionamento di installazione, nonché alla schermatura delle sorgenti luminose per eliminare qualsiasi pericolo di abbagliamento diretto e indiretto secondo quanto indicato nelle norme UNI EN 12464-1.

In mancanza di indicazioni, gli apparecchi di illuminazione si intendono ubicati a soffitto con disposizione simmetrica e distanziati in modo da soddisfare il coefficiente di disuniformità consentito.

Con tutte le condizioni imposte, sarà calcolato, per ogni ambiente il flusso totale emesso in lumen delle sorgenti luminose, necessario per ottenere i valori di illuminazione in Lux prescritti; per ottenere ciò si utilizzeranno le tabelle dei coefficienti di utilizzazione dell'apparecchio di illuminazione previsto.

Dal flusso totale emesso si ricaverà il numero ed il tipo delle sorgenti luminose; quindi il numero degli apparecchi di illuminazione in modo da soddisfare le prescrizioni della UNI EN 12464-1.

#### **2.4.1.17 Impianto di forza motrice**

Appartengono a questa categoria di lavori, tutte le opere necessarie per la distribuzione dell'energia a prese di utilizzo e l'alimentazione delle utenze tecnologiche presenti e previste per il funzionamento dell'edificio.

La distribuzione della forza motrice secondo le varie tipologie di locale, sarà la seguente:

Apparecchiature serie civile da incasso. La serie da incasso da scegliersi dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

- *essere facilmente reperibile sul mercato;*
- *possedere una vasta gamma di funzioni;*
- *le placche in tecnopolimero dovranno avere un'ampia gamma di colori.*

Le scatole da incassare nella parete dovranno essere a 3, 4, 6 moduli allineati o multiple fino a 18 moduli secondo necessità e/o specifiche

- *profondità delle scatole da incasso pari a 49 mm.*
- *possibilità di montaggio in scatole esterne con grado di protezione fino a IP55*
- *gamma comprendente telai per montaggio ad incasso, che garantiscano un grado di protezione minimo IP55 (frontalino).*

I frutti di colore scelto tra il nero e bianco o, nel caso delle prese a spina, arancio, verde e rosso ed avere le seguenti caratteristiche:

- *ampia gamma comprendente apparecchiature specifiche per il comfort, sicurezza, rivelazione e regolazione;*
- *comprendere apparecchi da un modulo e può comprendere apparecchi da 2 o più moduli;*
- *consentire l'installazione di almeno 3 apparecchi da un modulo nelle scatole rettangolari normalizzate;*
- *permettere il fissaggio rapido degli apparecchi senza vite al proprio supporto e rimozione con attrezzo;*
- *permettere il fissaggio delle placche a pressione con o senza viti.*

#### **2.4.1.18 Comandi**

I frutti devono essere del tipo a montaggio a scatto sui telai porta apparecchi ed avere le seguenti caratteristiche:

Tasto a grande superficie in accordo al D.P.R. 24 Luglio 1996 n. 503 relativo alle barriere architettoniche, ed aventi dimensioni in altezza modulare (45 mm) con la possibilità, tramite apposito accessorio, dell'eventuale montaggio in quadri di distribuzione.

Morsetti doppi con chiusura a mantello e viti imperdibili per il facile serraggio dei conduttori flessibili fino a 4 mm<sup>2</sup> o rigidi fino a 6 mm<sup>2</sup> di sezione.

Corpo in materiale termoindurente e resistente alla prova del filo incandescente fino a 850 °C.

Interruttori di comando con corrente nominale di 10A o 16A.

Pulsanti con ampia gamma comprendente pulsanti con contatti 1NA; 1NC; 2NA; 1NA doppio; 1NA doppio con interblocco meccanico.

Possibilità di personalizzazione dei tasti ed ampia gamma di tasti intercambiabili con varie simbologie.

#### **2.4.1.19 Prese a spina**

I frutti devono essere del tipo a montaggio a scatto sui telai portapparecchi ed avere le seguenti caratteristiche:

- Dimensioni in altezza modulare (45 mm) con la possibilità, tramite apposito accessorio, dell'eventuale montaggio in quadri di distribuzione.
- Morsetti doppi con chiusura a mantello e viti pre svitate ed imperdibili per il facile serraggio dei conduttori flessibili fino a 4 mm<sup>2</sup> o rigidi fino a 6 mm<sup>2</sup> di sezione.
- Corpo in materiale termoindurente e resistente alla prova del filo incandescente fino a 850 °C.
- Ampia gamma comprendente:
  - prese a standard italiano (poli allineati) da 10A; 16A; bivalenti 10/16A
  - prese a standard tedesco 16A con terra laterale e centrale
  - prese a standard italiano bivalente e tedesco con terra laterale e centrale
- Alveoli protetti con schermi di sicurezza contro l'introduzione del filo da 1 mm
- Possibilità di ampia scelta di colori, quali ad esempio nero, bianco, verde, arancio e rosso, per la suddivisione ed individuazione dei diversi servizi e/o dei circuiti

#### **2.4.1.20 Prese e spine industriali**

La gamma di prodotti sarà composta da prese e spine mobili e fisse di tipo smontabile per uso industriale, conformi agli standard dimensionali e prestazionali unificati a livello internazionale (IEC 309) e recepiti dalla normativa europea (EN 60309) ed italiana (CEI 23-12).

### **2.5 IMPIANTO DI TERRA**

L'impianto di messa a terra sarà realizzato in conformità al cap. 54 delle norme CEI 64-8.

L'impianto di terra dovrà essere unico e ad esso dovranno essere collegate tutte le messe a terra di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori e tutte le messe a terra di protezione delle varie parti di impianto.

#### **2.5.1 Dispersore di terra**

Il dispersore sarà costituito da uno o più picchetti posti entro pozzetti e infissi nel terreno ovvero dalla combinazione di picchetti e conduttori di forma, caratteristiche e dimensioni indicate dalla D.L.

Si intendono dispersore di fatto anche i ferri di armatura nel calcestruzzo di fondazione, a contatto diretto con il terreno. È vietato l'uso, come dispersore, delle tubazioni dell'impianto idrico, anche pubblico, nonché delle armature dei cavi.

La posa di dispersori in rame in scavi predisposti, nonché i collegamenti nella loro parte interrata o entro fondazioni, dovrà prevedere le precauzioni onde ridurre i danni per effetto elettrolitico in prossimità di tubazioni, strutture o altri elementi in metallo corrodibile.

Ove tale vicinanza sia inevitabile, si dovrà infilare il conduttore entro tubo isolante, ovvero sostituirlo con cavo isolato, ovvero adottare provvedimenti tali che la distanza minima tra i due metalli diversi non sia inferiore ad almeno 1 m.

La posa del dispersore in cavo entro scavi predisposti dovrà avvenire ad una profondità di almeno 50 cm dal piano del calpestio e ad una distanza minima dell'edificio di 1,50 m; successivamente dovrà essere ricoperto per almeno 30 cm da terreno vegetale; non sarà ammessa la copertura con il solo materiale di "risultato" del cantiere.

#### **2.5.2 Conduttore di terra**

Il conduttore di terra che collega il dispersore al collettore principale di terra, sarà di rame o in acciaio zincato a caldo secondo norme CEI 7-6.

Potranno essere impiegati come conduttore di terra, corde, tondini o sbarre piatte; la loro sezione sarà conforme alle norme CEI 64-8 art. 542.3.

### 2.5.3 Collettore (o nodo) principale di terra

Il collettore di terra dovrà essere costituito da una sbarra in rame oppure da morsettiera in ottone nichelato posto in posizione accessibile; dovrà essere meccanicamente robusto e protetto.

Al collettore dovranno poter essere collegati:

- *il conduttore di terra;*
- *i conduttori di protezione;*
- *i conduttori equipotenziali principali.*

## 2.6 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

L'illuminazione di emergenza è tra gli elementi indispensabili per garantire la sicurezza delle persone qualora si presentino situazioni di pericolo. Il suo ruolo è essenziale durante l'evacuazione di un edificio (mancanza dell'energia elettrica, allarme di evacuazione, evento grave, etc.). La sua importanza è confermata dall'obbligatorietà espressamente stabilita da leggi e regole tecniche.

Gli apparecchi di illuminazione di sicurezza (autonomi o centralizzati), devono garantire due funzioni fondamentali:

Illuminazione anti-panico	Illuminazione per evacuazione
Evitare le situazioni di pericolo dovute al panico durante un'evacuazione, assicurando l'illuminamento minimo necessario a identificare le vie di esodo e facilitare l'intervento dei soccorsi.	Garantire l'evacuazione degli occupanti in sicurezza attraverso le vie di fuga e le uscite di sicurezza, illuminando i percorsi, gli ostacoli ed i cambi di direzione.

La regolare manutenzione dell'impianto di illuminazione e dei singoli apparecchi di emergenza è fondamentale per assicurarne la perfetta funzionalità nel momento del bisogno.

Chi gestisce edifici aperti al pubblico come ambienti lavorativi e strutture collettive (scuole, ospedali, ecc.), è responsabile della sicurezza degli occupanti.

Il soggetto avente responsabilità giuridica deve assicurare che l'impianto di illuminazione e segnalazione di emergenza sia verificato e mantenuto periodicamente secondo quanto prescritto dalla legislazione in vigore (DLgs 81/08 – DLgs 106/09 - DM 10/3/98 aggiornato al DM 2/9/21).

In caso di inadempienza, il titolare o il gestore si espone alla chiusura dei suoi locali. Alla perdita economica per il mancato utilizzo possono aggiungersi sanzioni penali.

L'invecchiamento degli apparecchi di illuminazione di emergenza, come di qualsiasi altro dispositivo, è normale e inevitabile.

Il mantenimento del buon funzionamento dell'impianto di illuminazione di emergenza implica delle verifiche ed una manutenzione periodica. La norma Europea EN 50172 e la UNI CEI 11222 le definiscono e identificano puntualmente sia da un punto di vista tecnico che amministrativo.

Senza trascurare che anche diverse leggi prescrivono l'obbligo di mantenere efficienti tutti i dispositivi di sicurezza, prima fra tutte il DLgs 81/08.

Il loro rigoroso rispetto consente di mantenere l'impianto efficiente, efficace e funzionale.

Le verifiche periodiche e la relativa manutenzione sono le attività principali per assicurare il mantenimento ottimale dell'impianto di sicurezza e rispondere alle richieste legislative e normative.

I valori di illuminamento previsti nelle diverse situazioni dovranno essere di almeno 5 lx ad 1m di altezza dal piano di calpestio (valore medio). Per garantire tali livelli saranno impiegate lampade a Led caratterizzate da flusso luminoso in emergenza di 550 Lm.

In caso di mancanza dell'illuminazione ordinaria il tempo d'intervento dell'illuminazione di sicurezza non dovrà essere superiore a 0,5 s.

L'autonomia dell'illuminazione di sicurezza dovrà essere pari ad almeno 2h e il dispositivo di carica degli accumulatori dovrà essere tale da consentire la ricarica completa entro 12h.

Gli apparecchi illuminanti saranno installati sia nel corpo di fabbrica in progetto che nei locali del fabbricato esistente, così come rappresentato negli elaborati planimetrici.

## **2.7 IMPIANTO DI RIVELAZIONE INCENDI**

Si prevede l'installazione di impianto rilevazione incendi di tipo indirizzato secondo norma UNI 9795/2013 ed EN 54 i cui dispositivi sono adeguatamente rappresentati negli elaborati grafici di progetto.

Gli scopi dell'impianto sono i seguenti:

- attivare piani di intervento e sistemi di protezione contro l'incendio per favorire una rapida evacuazione delle persone presenti nei locali interessati dall'incendio;
- favorire l'eventuale sgombero dei beni che possono essere messi in salvo senza pregiudicare la sicurezza delle persone.

La rivelazione incendi è stata realizzata con sistemi fissi automatici e manuali facenti capo ad una centrale di gestione che provvede al controllo dell'intero sistema e, in caso di incendio, attiva i dispositivi attuatori dislocati in campo.

I sistemi di attuazione segnalano lo stato di emergenza in modo acustico e luminoso (Targhe e Sirene), la centrale del sistema provvede inoltre ad attivare il sistema sonoro di evacuazione d'emergenza.

I componenti dell'intero impianto sono costruiti da industria specializzata e sono conformi e certificati alla relativa parte della UNI EN 54.

L'impianto nel suo insieme è composto dai seguenti sistemi :

- *rivelatori automatici di incendio;*
- *punti di segnalazione manuale;*
- *centrale di controllo e segnalazione;*
- *apparecchiature di alimentazione;*
- *dispositivi di attuazione;*
- *dispositivi di allarme (targhe – sirene);*
- *elementi di connessione.*

### **2.7.1 Aree sorvegliate**

Le aree sorvegliate sono costantemente monitorate dal sistema di rivelazione; inoltre, all'interno di un'area sorvegliata, sono anche direttamente sorvegliate dai rivelatori anche le seguenti parti:

- spazi nascosti sopra i controsoffitti e sotto i pavimenti sopraelevati.

Fanno eccezione le seguenti parti che non contengono sostanze infiammabili, rifiuti, materiali combustibili e cavi elettrici:

- piccoli locali utilizzati per servizi igienici;
- condotti e cunicoli con sezione minore di 1 m<sup>2</sup>;
- spazi nascosti, compresi quelli sopra i controsoffitti e sotto i pavimenti sopraelevati, che abbiano altezza minore di 800 mm e abbiano superficie non maggiore di 100 m<sup>2</sup>;
- abbiano rivestimenti interni di materiale incombustibile di classe 0, secondo il D.M. 26/6/84;
- non contengano cavi che abbiano a che fare con sistemi di emergenza;
- vani scale compartimentati;
- vani corsa di elevatori, ascensori e montacarichi purché facciano parte di un compartimento sorvegliato dal sistema di rivelazione.

L'area sorvegliata è stata suddivisa in zone, in modo da facilitare l'individuazione immediata del rivelatore che interviene.

### **2.7.2 Rivelatori automatici**

I rivelatori automatici sono stati installati in modo che possano individuare ogni tipo d'incendio prevedibile nell'area sorvegliata, fin dal suo stato iniziale ed in modo da evitare falsi allarmi.

La determinazione del numero dei rivelatori e la loro posizione è stata effettuata in funzione del tipo di rivelatore, della conformazione architettonica del locale e delle condizioni di aerazione e ventilazione, nonché con quanto riportato nella norma UNI 9795.

### **2.7.3 Rivelatori manuali**

Nell'impianto, oltre ai rivelatori automatici, sono stati previsti almeno 2 rivelatori manuali (pulsanti) per ogni zona.

Eventuali guasti e esclusioni derivati da una tipologia di rivelatori non mette fuori servizio l'altra. L'installazione dei rivelatori manuali è ad un'altezza da terra compresa tra 1,0 m e 1,4 m e in modo che questi siano raggiungibili da ogni parte della zona stessa con un percorso inferiore a 40 m.

### **2.7.4 Centrale**

La centrale di controllo e segnalazione, a cui fanno capo tutte le linee di rivelazione incendio sia manuale che automatico, è installata al piano terra (locale presidio manutentivo) in quanto luogo con le seguenti caratteristiche:

- facilmente e permanentemente accessibile;
- protetto contro danneggiamenti meccanici e manomissioni;
- vicino all'ingresso principale dell'edificio;
- dotato di illuminazione di emergenza.

### **2.7.5 Dispositivi di attuazione (targhe ottico - acustiche)**

I dispositivi di attuazione sono installati in luoghi tali da garantire l'immediata segnalazione delle condizioni di allarme senza che si vengano a creare situazioni di dubbio o di indebito panico.

I dispositivi costituenti il sistema di rilevazione incendi saranno installati sia nel corpo di fabbrica in progetto che nei locali del fabbricato esistente, così come rappresentato negli elaborati planimetrici.

## **2.8 IMPIANTO DIFFUSIONE SONORA PER L'EVACUAZIONE**

L'impianto di diffusione sonora al servizio dell'istituto scolastico in progetto, consente di inviare comunicazioni di cortesia e messaggi di emergenza o evacuazione nel rispetto di quanto prescritto dal D.M. 19 agosto 1992, mediante apparecchiature rispondenti alla Norma CEI 100-55.

Gli allegati planimetrici di progetto, ai quali si farà sempre riferimento nel seguito, riportano la disposizione dei diffusori acustici nei vari ambienti e le zone controllate.

Tutte le apparecchiature, ad eccezione dei microfoni, sono alloggiare in apposito armadio rack, collocato all'interno di locale opportunamente protetto contro l'incendio (compartimentazione REI 120).

L'alimentazione elettrica, in caso di mancanza della tensione di rete, è garantita da un gruppo soccorritore avente autonomia superiore a 30 minuti.

I diffusori acustici sono installati in tutti gli ambienti con presenza, anche occasionale di alunni, docenti e di personale dipendente.

I conduttori impiegati per i collegamenti fra la centrale ed i diffusori sonori collocati in ambiente sono del tipo FG10M1 0,6/1kV RF 31-22 a norma CEI 20-45 con vie cavi indipendenti da quelle di altri circuiti.

Secondo quanto consentito dalla norma 64-8/7 art.751.04.1, le condutture che si sviluppano totalmente all'interno di un compartimento potranno essere anche del tipo FG16M16 0.6/1kVA norma CEI 20-13.

Il modulo di gestione (CPU) effettua una continua supervisione delle apparecchiature e delle linee, segnalando in qualsiasi momento ogni eventuale anomalia.

In particolare il controllo sull'integrità delle linee di collegamento è effettuato da schede elettroniche, collocate nella parte terminale dei rispettivi circuiti come meglio rappresentato negli elaborati planimetrici; l'eventuale interruzione dei conduttori viene immediatamente segnalata alla centrale anche quando il sistema non è in funzione.

Da una apposita consolle collocata in luogo costantemente presidiato, a seguito di allarme rilevato dal sistema di rivelazione fumi o mediante azionamento con chiave di sicurezza, viene interrotta qualsiasi diffusione sonora di altra natura e vengono trasmessi, in tutte le zone, messaggi pre-registrati con indicazione delle modalità di esodo dai locali.

### **2.8.1 Apparecchiature costituenti il sistema**

Unità di controllo centrale tipo TUTONDO o similare a norma EN 54; comprendente le apparecchiature di riproduzione, registrazione, miscelazione e amplificazione, i sistemi automatici per garantire la priorità dei messaggi di emergenza, l'alimentazione elettrica di sicurezza garantita per 60 minuti, tutti gli elementi accessori.

Diffusori acustici, suddivisi in più zone altoparlante (generalmente 2 zone a piano)

- Altoparlanti del tipo ad incasso a soffitto, dislocati nei pannelli del controsoffitto.
- Altoparlanti del tipo chiuso con staffa da installare a parete/soffitto senza incasso in ambiente interno.
- Altoparlanti del tipo chiuso a tromba con staffa da installare a parete in ambiente esterno.

Le zone altoparlante sono regioni, all'interno dell'area di copertura del sistema di diffusione sonora, nelle quali è possibile lanciare messaggi differenti in caso di pericolo. Ogni zona altoparlante ha il suo messaggio registrato pronto ad essere lanciato in caso di emergenza. Il messaggio inviato in una zona, non deve compromettere la comprensione di un eventuale diverso messaggio inviato contemporaneamente in una zona attigua.

Microfono, attraverso il quale deve essere possibile inserire/lanciare un messaggio vocale dal vivo, con una priorità superiore ai messaggi preordinati e registrati.

Interconnessione con il sistema di rivelazione incendi che permette di integrare in maniera efficace i diversi sistemi di protezione incendio intervenendo con il sistema di diffusione sonora a seguito di un segnale di allarme proveniente dalla centrale di rilevazione incendi.

I dispositivi costituenti il sistema di diffusione sonora per l'evacuazione saranno installati sia nel corpo di fabbrica in progetto che nei locali del fabbricato esistente, così come rappresentato negli elaborati planimetrici.

## **2.9 PRESCRIZIONI PER DISABILI**

### **2.9.1 Riferimenti normativi**

- **D.M. 14 giugno 1989, n. 236** - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche
- **Legge n.13 del 09/01/89** - Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati
- **Decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1996, n. 503** - Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici
- **CEI 64-50 - Edilizia residenziale** - Guida per l'esecuzione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati - Criteri generali

Il D.M. del 14 giugno 1989, n. 236 specifica quali sono le "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche", ossia come abbattere le barriere che limitano l'utilizzo dell'impianto elettrico da parte di portatori di handicap.

Il decreto ministeriale suddetto deve essere applicato a:

- edifici privati di nuova costruzione, residenziali e non residenziali (compresi quelli di edilizia residenziale convenzionata);
- edifici di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata ed agevolata, di nuova costruzione;
- ristrutturazione degli edifici privati, anche se preesistenti alla entrata in vigore del presente decreto;
- spazi esterni di pertinenza degli edifici.

Per poter abbattere le barriere architettoniche bisogna realizzare l'impianto elettrico soddisfacendo i criteri di *accessibilità, visitabilità ed adattabilità* richiesti dal DM 236/89 in accordo con i vari ambienti ed edifici presi in considerazione.

## **2.9.2 Accessibilità**

La definizione di accessibilità secondo il DM è la seguente: "possibilità, anche per persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di raggiungere l'edificio e le sue singole unità immobiliari e ambientali, di entrarvi agevolmente e di fruirne spazi e attrezzature in condizioni di adeguata sicurezza e autonomia". Il requisito di accessibilità è richiesto per:

- spazi esterni (giardino, rampe di accesso);
- parti comuni (scale, ingressi, pianerottoli);

Il DM fornisce criteri di progettazione per garantire l'accessibilità, quelli principali inerenti all'impianto elettrico sono i seguenti:

### *Terminali elettrici*

Gli apparecchi elettrici, i quadri generali, i regolatori degli impianti di riscaldamento e condizionamento, nonché i campanelli, pulsanti di comando e i citofoni, devono essere, per tipo e posizione planimetrica ed altimetrica, tali da permettere un uso agevole anche da parte della persona su sedia a ruote; devono, inoltre, essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità ed essere protetti dal danneggiamento per urto.

### *Servizi igienici*

In prossimità della tazza deve essere installato un campanello di emergenza.

### *Scale*

Deve essere installato un impianto di illuminazione artificiale laterale, con comando individuabile al buio e disposto su ogni pianerottolo.

### *Ascensore*

Le porte di cabina e di piano devono essere del tipo automatico e di dimensioni tali da permettere l'accesso alla sedia a ruote. La bottoniera di comando interna ed esterna deve avere il comando più alto ad un'altezza adeguata alla persona su sedia a ruote ed essere idonea ad un uso agevole da parte dei non vedenti. Nell'interno della cabina devono essere posti: un citofono, un campanello d'allarme, un segnale luminoso che confermi l'avvenuta ricezione all'esterno della chiamata di allarme, una luce di emergenza autonomia. Deve essere prevista la segnalazione sonora dell'arrivo al piano e un dispositivo luminoso per segnalare ogni eventuale stato di allarme.

### *Segnaletica*

Ogni situazione di pericolo deve essere resa immediatamente avvertibile anche tramite accorgimenti e mezzi riferibili sia alle percezioni acustiche che a quelle visive.

### **2.9.3 Visitabilità**

La definizione di visitabilità secondo il DM è la seguente; "possibilità, anche da parte di persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di accedere agli spazi di relazione (ad esempio spazi di soggiorno o pranzo dell'alloggio) e ad almeno un servizio igienico di ogni unità immobiliare". La visitabilità è un requisito che deve avere qualsiasi unità immobiliare tenendo conto delle precisazioni e specifiche di progetto fornite dal DM.

### **2.9.4 Adattabilità**

La definizione di adattabilità secondo il DM è la seguente: "possibilità di modificare nel tempo lo spazio costruito a costi limitati, allo scopo di renderlo completamente ed agevolmente fruibile anche da parte di persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale". Il requisito di adattabilità deve essere soddisfatto da ogni unità immobiliare (a meno che non rispondente ad accessibilità o visibilità), qualunque sia la sua destinazione. Il DM fornisce i criteri di progettazione di adattabilità.

### *Prescrizioni per l'impianto elettrico*

I componenti dell'impianto elettrico devono essere installati ad un'altezza facilmente accessibile anche a chi è portatore di handicap. Il DM 236/89 (ripreso anche dalla Guida CEI 64-50) fornisce le seguenti altezze di installazione:

*Si ricorda che la fascia di accessibilità compresa fra i 40 e 140 cm è riferita alle apparecchiature normalmente utilizzate e manovrate dall'utente fruitore del locale o degli spazi e non si riferisce ai componenti installati in funzione di scelte progettuali che migliorano la sicurezza e l'economia dell'impianto come ad esempio:*

- *presa per alimentazione aspiratore bagno al posto dell'uscita cavi;*
- *prese per alimentazione delle utenze fisse in cucina o bagno;*
- *prese per alimentazione punti luce fissi a soffitto o parete.*

Gli apparecchi di comando devono essere facilmente individuabili (tramite dispositivi a segnalazione luminosa) e utilizzabili. Il pulsante a tirante deve essere installato ad un'altezza di  $2,25 \div 3$  m il pannello del tirante a  $70 \div 90$  cm.

Se gli apparecchi di comando sono installati al di sopra di mobiletti o ripiani devono distare dal bordo del mobile non più di 55 cm.

## **2.10 IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

L'intervento oggetto della presente relazione è la realizzazione di un impianto fotovoltaico (FV) di potenza pari a 19,80 kWp. Tale intervento verrà realizzato sulla copertura piana del fabbricato in progetto e sarà destinato a produrre energia elettrica in collegamento alla rete elettrica di distribuzione di Bassa Tensione in corrente alternata.

Lo scopo del presente documento è di definire, descrivere e fornire tutti gli elementi e le indicazioni di carattere generale necessarie per la realizzazione dell'impianto in oggetto.

### **2.10.1 DEFINIZIONI E PRESCRIZIONI**

Una terminologia dettagliata dei principali termini utilizzati in questo documento è riportata nell'Allegato I. Le principali normative e leggi di riferimento per la progettazione dell'impianto fotovoltaico sono le seguenti:

- norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale
- conformità al marchio CE per i componenti dell'impianto
- norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici
- norme UNI/ISO per la parte meccanico/strutturale
- D.M. 37/08 (ex L.46/90) per la sicurezza elettrica
- Unificazioni Società Elettriche (ENEL e/o altre) per le interfacce con la rete elettrica.

Le opere e installazioni saranno eseguite a regola d'arte in conformità alle Norme applicabili CEI, IEC, UNI, ISO vigenti, anche se non espressamente richiamate nel seguito.

Lo schema elettrico dell'impianto oggetto dell'intervento è riportato nello specifico elaborato di progetto.

Di seguito vengono descritte le caratteristiche dei sottosistemi che costituiscono l'impianto.

Descrizione e schema generale dell'impianto elettrico

Il generatore fotovoltaico è composto da 1 sezione (sottocampo), per un totale di 66 moduli fotovoltaici, posti su strutture di sostegno per il fissaggio su tetto piano.

La potenza complessiva lato corrente continua risulta essere di 19,0 kWp.

Il tipo di inverter utilizzato è dotato di trasformatore di isolamento ed è in grado di seguire il punto di massima potenza del proprio campo fotovoltaico sulla curva I-V caratteristica (funzione MPPT), costruendo l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, che permette di contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori accettabili.

Le uscite degli inverter, a 400 Vca Trifase, sono collegate ad un quadro di parallelo BT a 400V, avente funzioni di protezione a manovra, installato all'interno di apposito vano tecnico in grado di garantire condizioni ambientali ottimali ed adeguato potere di scambio termico.

### 2.10.1.1 Generatore Fotovoltaico

Il Generatore Fotovoltaico è costituito da 66 moduli FV da 300 Wp nominali per una potenza nominale complessiva di 19,80 kWp.

Le caratteristiche dei moduli FV sono le seguenti:

#### Caratteristiche generali

- Potenza nominale: 300 Wp certificata a 1000 W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM 1,5. Il decadimento delle prestazioni è non superiore al 10% nell'arco di 12 anni e non superiore al 20% in 25 anni.
- celle in silicio POLICRISTALLINO collegate in serie;
- numero di celle per modulo; 60
- Superficie anteriore: vetro temperato in grado di resistere alla grandine (Norma CEI/EN 161215);
- Incapsulamento delle celle: EVA;
- Cornice: Alluminio anodizzato;
- Terminali di uscita: cavi precablati a connessione rapida impermeabile
- Presenza di diodi di bypass per minimizzare la perdita di potenza dovuta ad eventuali fenomeni di ombreggiamento

#### Caratteristiche elettriche (tipiche dei prodotti in commercio)

- Potenza elettrica nom.: 300 Wp a 1000 W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM 1,5;
- Tensione a vuoto: 39,4 V;
- Tensione alla massima potenza: 32,7 V;
- Corrente di corto circuito: 9,6 A;
- Corrente alla massima potenza: 9,2 A;

#### Caratteristiche meccaniche (tipiche dei prodotti in commercio)

- Dimensioni: 1685 x 1000 x 35 mm;
- Peso : 19,0 kg;
- Condizioni limite di esercizio:
- Tensione massima di lavoro: 1000 V;
- Temperatura: -40 ÷ +90 °C.

### 2.10.1.2 Cassetta di Campo

La realizzazione dell'impianto prevede l'installazione di una cassetta di campo in Corrente Continua per il sezionamento e la protezione delle stringhe.

All'interno della cassetta di campo sono installati i seguenti componenti e apparecchiature secondo lo schema allegato riportato:

- n° 3 Interruttore bipolare/magnetotermico tensione > 560 Vcc, corrente = 63A
- n° 1 Scaricatori di sovratensione con tensione massima di esercizio 800 Vdc di scarica nominale impulsiva (8/20)  $I_{sn}=15kA$ ; attacco su guida DIN

### 2.10.1.3 Convertitore CC/CA

Il gruppo di conversione è composto dal componente principale "inverter" e da un insieme di componenti, quali filtri e dispositivi di sezionamento, protezione e controllo, che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore alla rete, in conformità ai requisiti normativi, tecnici e di sicurezza applicabili.

Le caratteristiche generali degli inverter sono riassunte di seguito:

Inverter a commutazione forzata dalla rete con tecnica PWM (pulse-widthmodulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo nominale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)

- sezione di arrivo dal campo fotovoltaico con organo di sezionamento e misure;
- Ingresso cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- l'inverter dotato di ponte a IGBT a commutazione forzata,
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Progetto e costruzione conformi ai requisiti della «Direttiva Bassa Tensione» e della «Direttiva EMC».
- Conversione DC/AC realizzata con tecnica PWM e ponte a IGBT ad elevata efficienza.
- Filtri per la soppressione dei disturbi indotti ed emessi sia condotti che irradiati.
- Controllo della corrente fornita in uscita (grid connected) tramite microprocessore a 16 bit che ne garantisce la forma sinusoidale con distorsione estremamente bassa.
- Funzionamento in parallelo alla rete a  $\cos\phi=1$  (regolabile nel campo 0.9 induttivo ÷ 0.9 capacitivo)
- Programmazione e monitoraggio tramite tastiera alfanumerica.
- Monitoraggio a distanza.
- Dispositivo per la verifica della resistenza di isolamento tra l'ingresso e la terra.
- Data Logger per l'acquisizione delle principali grandezze e stati di funzionamento dell'impianto.
- Ingressi analogici per il monitoraggio di grandezze di impianto quali temperatura ambiente, insolazione, ecc..
- Interruttore automatico magnetotermico in uscita
- Protezione IP65
- Conformità marchio CE.
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.

Le caratteristiche specifiche dell'inverter sono riassunte di seguito:

#### Parametri d'ingresso

- potenza massima convertibile in cc: 24.000 Wp;
- campo di tensione d'ingresso dell'inseguitore di massima potenza: 440 – 800 Vcc;

#### Parametri di uscita

- potenza massima ac: 20.000 W;
- tensione nominale di uscita: 400 Vac trifase;
- campo di variazione della tensione di uscita: -+ 10%;
- frequenza nominale di uscita: 50 Hz/60 Hz
- sfasamento:  $\geq 0,99$ ;

#### Caratteristiche ambientali e meccaniche

- campo di temperatura di lavoro: -25 + 60° C;
- dimensioni: 1061x702x292mm;

### **2.10.1.4 Sistema di acquisizione dati e telemonitoraggio**

L'impianto è dotato di un Sistema di Acquisizione Dati (SAD) la cui funzione è la misura, la visualizzazione e la memorizzazione delle principali grandezze elettriche e meteorologiche nonché degli eventi caratteristici dell'impianto fotovoltaico.

Il sistema di acquisizione è costituito da un circuito a microprocessore chiamato Data Logger, installato a bordo dell'inverter, in grado di eseguire l'acquisizione delle grandezze meteorologiche ed operative dell'impianto fotovoltaico.

Il sistema di acquisizione si può interfacciare con un PC supervisore tramite linea seriale RS232 per la visualizzazione on line dello stato dell'impianto e lo scarico dei dati storici.

Il sistema è predisposto per supervisione remota dell'impianto tramite MODEM.

Il sistema acquisisce tramite l'inverter, e rende disponibili, le seguenti grandezze e stati di funzionamento:

- tensione del campo fotovoltaico
- corrente del campo fotovoltaico
- potenza lato corrente continua
- corrente di uscita
- potenza attiva erogata dall'inverter
- fattore di potenza dell'inverter
- energia attiva giornaliera
- energia attiva totale
- tempo totale di erogazione
- frequenza della rete locale
- irraggiamento
- temperatura ambiente
- temperatura inverter
- funzionamento automatico dell'inverter
- allarme temperatura

- stand by inverter
- blocco inverter
- guasto a terra
- presenza tensione sulla rete locale BT
- intervento protezione interfaccia rete locale

#### **2.10.1.5 Interfaccia di rete**

Per motivi di sicurezza, per il collegamento in parallelo alla rete pubblica l'impianto sarà provvisto di protezioni che ne impediscono il funzionamento in isola elettrica, così come previsto dalla norma CEI 0-21.

Il dispositivo di interfaccia (DI) a sicurezza intrinseca, cioè dotato di bobina di apertura a mancanza di tensione, è installato nel punto di collegamento della rete in isola alla restante parte della rete del cliente produttore sul quale agiscono le protezioni di interfaccia.

L'apertura del dispositivo d'interfaccia assicura la separazione del gruppo di produzione dalla rete pubblica. La protezione di interfaccia (PI), richiesta a tutela degli impianti, è costituita da relè a frequenza e di tensione.

### 3 IMPIANTO TERMICO A PANNELLI RADIANTI

#### 3.1 BENESSERE TERMICO

Il cosiddetto “*benessere termico*”, cioè quella sensazione di comfort che si instaura all'interno di un locale, si ha quando la temperatura assume una particolare distribuzione in funzione dell'altezza.

Tale distribuzione della temperatura viene definita curva ideale di benessere termico.

Per avere una condizione di “*benessere termico*” si devono avere zone leggermente più calde a pavimento e leggermente più fredde a soffitto.

Negli impianti di riscaldamento a pavimento la particolare collocazione dei pannelli radianti e la cessione di calore per irraggiamento, generano una stratificazione delle temperature che si avvicinano alla curva ideale.

##### 3.1.1 Risparmio energetico

Gli impianti a pannelli radianti, rispetto quelli di riscaldamento tradizionali, a parità di temperatura ambiente consentono un risparmio energetico medio che va dal 10% al 15%.

I motivi di questo sensibile risparmio dipendono dal fatto che l'elevata superficie scambiante costituita dal pavimento fa sì che si possa riscaldare con basse temperature del fluido termovettore.

Questo rende conveniente l'uso di sorgenti di calore la cui resa aumenta al diminuire della temperatura richiesta (***pompe di calore***).

Il gradiente termico che si viene a generare con un impianto di riscaldamento a pavimento è tale che le dispersioni termiche sono minori rispetto ad un impianto di riscaldamento tradizionale.

Con un impianto di riscaldamento a pavimento si raggiunge la condizione di benessere con una temperatura media ambiente generalmente inferiore di 1°C rispetto a quella che si ha con un impianto tradizionale e quindi a parità di comfort si ha un risparmio energetico.

##### 3.1.2 Condizioni igieniche

Con gli impianti a riscaldamento a pavimento non vi è il rischio di formazioni di zone umide a pavimento e quindi non si generano le condizioni per la formazione di acari e batteri e non si formano muffe sulle pareti.

A differenza degli impianti tradizionali, non c'è combustione del pulviscolo atmosferico che provoca arsura e irritazione della gola e non vi sono correnti convettive che favoriscono il trasporto di polveri nel locale. Eliminazione del problema legato alle condense e alle formazioni delle muffe.

##### 3.1.3 Vantaggi estetici

Non esistono vincoli di natura architettonica legati alla presenza di unità terminali riscaldanti, vi è quindi la totale libertà nell'arredamento dei locali.

## 3.2 DIMENSIONAMENTO IMPIANTO

Per il calcolo della potenza termica ed il dimensionamento degli impianti di riscaldamento a pavimento negli edifici residenziali, uffici, scuole ed altri edifici si fa riferimento alla normativa europea UNI EN 1264-1, 2, 3 e EN 1264-4.

La normativa indica i vincoli e stabilisce i requisiti progettuali necessari affinché gli impianti vengano eseguiti rispettando i criteri di risparmio energetico, di efficienza termica e le condizioni di benessere.

La resa termica di un impianto di riscaldamento a pavimento è fortemente legata alla struttura ed alla composizione del pavimento, gli spessori dei vari strati e le loro caratteristiche termiche, e al tipo di pannello isolante.

Per dimensionare un impianto di riscaldamento è necessario, come dato di partenza, calcolare il flusso termico richiesto per riscaldare i singoli locali<sup>(2)</sup>.

Il flusso termico proveniente dalla superficie del pavimento [ $W/m^2$ ] è dato dal rapporto tra la potenza richiesta per riscaldare il locale e la superficie del pavimento occupato dalle serpentine.

La norma UNI EN 1264-2 stabilisce un limite fisiologico alla temperatura massima del pavimento in relazione al tipo di locale. Questo limite si traduce in un limite al flusso termico che si può realizzare con il pavimento radiante una volta stabilite tutte le sue caratteristiche (passo, spessore del massetto, tipo di rivestimento, stratigrafia).

*Nella scelta del passo sono stati tenuti in considerazione i limiti imposti sulla velocità (legati alla rumorosità nel caso di flussi eccessivamente veloci e all'accumulo di bolle d'aria nel caso di flussi eccessivamente lenti), sulla perdita di carico (capacità della pompa di far circolare il flusso all'interno delle serpentine) e sul salto termico di ciascun circuito (evitare di avere flussi con escursioni termiche eccessive che influirebbero negativamente sulla resa dell'impianto).*

Per l'impianto di riscaldamento a pavimento verranno utilizzati tubi in multistrato realizzati tramite accoppiamento di tubo Pe-Rt con barriera all'ossigeno ad elevata conduttività termica omologati DVGW.

La tubazione è realizzata con "5 strati" con barriera a ossigeno interna completamente inserita nel materiale di base e mantenuta aderente allo stesso mediante dei polimeri di adesione.

Avere una barriera a ossigeno interna porta ad un notevole aumento della **resistenza a pressione**.

Secondo la normativa **UNI EN 1264**, le tubazioni devono essere protette dal passaggio di ossigeno in quantità superiore a **0,1 g/m<sup>3</sup> al giorno** per evitarne l'invecchiamento provocato proprio da questa molecola.

Il diametro scelto per la tubazione dell'impianto a pavimento è di 16 mm.

La scelta di tale sezione trova giustificazione per i seguenti motivi:

1. Una tubazione da 16 mm consente di realizzare, a parità di perdite di carico, anelli di lunghezza maggiore. Ciò si traduce in minori attacchi al collettore e minore ingombro dello stesso.
2. A parità di lunghezza, il contenuto d'acqua è maggiore visto il diametro più elevato:
  - 100 m di tubo da 16 mm hanno un contenuto d'acqua di 25,4 litri;Tutto ciò si traduce in **maggiori portate** e quindi rese dell'impianto.
3. Un'altra motivazione trova giustificazione nell'**azione meccanica** dell'acqua. A parità di portata, una sezione di passaggio minore si traduce in una velocità dell'acqua superiore e quindi in un'azione di

<sup>2</sup> Calcolo eseguito in conformità alle norme e leggi nazionali tenendo conto della struttura e degli elementi costruttivi nonché della zona climatica nella quale si trova l'edificio.

erosione meccanica dell'acqua maggiore. Velocità dell'acqua elevate possono preoccupare presso la **curvatura centrale** dove inizia il rientro della tubazione a chiusura della chiocciola.

### 3.3 PROCEDURA PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

Le sequenze operative per la realizzazione dell'impianto a pavimento sono le seguenti:

1. *controllo e verifica in cantiere delle quote del pavimento a disposizione e delle zone disponibili.*
2. *controllo e verifica in cantiere della superficie del sottofondo che dovrà risultare orizzontale, sgomberata dai calcinacci e privata di incrostazioni.*
3. *stesura della striscia perimetrale lungo tutto il perimetro prestando attenzione a adattare bene gli angoli;*
4. *posa della lastra isolante;*
5. *posa del tubo rispettando il progetto sia come passi sia come tipo di posa e lunghezza degli anelli;*
6. *inserimento della guaina isolante e al collegamento del tubo, tramite gli opportuni adattatori, alla relativa valvola sul collettore,*
7. *dopo la posa, con il riempimento dell'impianto e prima del getto della soletta, dovrà essere effettuato il collaudo alla pressione di 6 bar;*

Una volta messo in pressione l'impianto, sarà cura dell'impresa realizzare il massetto di copertura negli spessori, dimensioni e composizioni prescritti dalle normative<sup>(3)</sup>.

### 3.4 NORME PER L'ESERCIZIO

La vigente normativa esonera gli impianti termici che utilizzano sistemi di riscaldamento del tipo a pannelli radianti incassati nell'opera muraria dal rispetto di quelle limitazioni di durata giornaliera di attivazione e di orario di funzionamento che invece sono prescritte per la generalità degli impianti termici.

### 3.5 GRUPPO DI REGOLAZIONE

I gruppi di termoregolazione climatica sono capaci di soddisfare i migliori standard di comfort e di risparmio energetico.

La temperatura di mandata dell'acqua TM verrà regolata elettronicamente in relazione alla temperatura ambiente in base al codice climatico, garantendo il benessere psicofisico ed il risparmio energetico.

I gruppi regolatori sono completi di valvole miscelatrici con servocomando e sensori di temperatura integrati, pompa di circolazione a velocità variabile, termostati di sicurezza, valvole di by-pass differenziali, termometri di mandata e ritorno e valvole di intercettazione.

La regolazione della temperatura in ambiente, verrà gestita da sonde termiche che agiranno sui comandi elettrotermici, che, in accoppiamento con le valvole di zona e con i collettori di distribuzione, renderanno automatica l'intercettazione del fluido.

---

<sup>3</sup> Secondo normativa DIN 18560, lo spessore del massetto di copertura non deve essere inferiore all'altezza di 45 mm dalla superficie dei tubi.

## 4 IMPIANTO IDRICO

### 4.1 GENERALITÀ

L'Impianto di distribuzione acqua sanitaria è stato dimensionato seguendo le vigenti norme UNI 9182 con particolare riferimento al progetto di norma prEN 806-03.

Per effettuare il dimensionamento della rete di distribuzione idrica è necessario conoscere la portata massima contemporanea<sup>(4)</sup>.

Per il dimensionamento della rete idrica sono stati definiti i seguenti aspetti:

- *le portate minime da assicurate ad ogni apparecchio sanitario;*
- *le portate da assicurate ad ogni tronco di rete;*
- *le pressioni necessarie per assicurare tali portate;*
- *le velocità massime con cui l'acqua può fluire nei tubi senza causare rumori e vibrazioni;*
- *i criteri generali per determinare il diametro dei tubi.*

### 4.2 PORTATE NOMINALI

Le portate nominali sono le portate minime che dovranno essere assicurate ad ogni rubinetto ed apparecchio sanitario.

Nella seguente tabella (UNI 9182), sono elencate le portate nominali degli apparecchi sanitari e le pressioni minime che dovranno essere assicurate a monte degli stessi.

<b>Apparecchi</b>	<b>Acqua fredda (l/s)</b>	<b>Acqua calda (l/s)</b>	<b>Pressione Minima (m c.a.)</b>
Lavabo	0,10	0,10	5
Vaso a cassetta	0,10	-	5
Doccia	0,15	0,15	5

Sommando le portate nominali dei dispositivi presenti in ogni utenza, si ottiene la portata totale  $G_t$  (l/s).

Questa risulta, in ogni caso, una portata teorica in quanto è improbabile che tutti gli apparecchi considerati risultino contemporaneamente in funzione.

### 4.3 DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO GPR

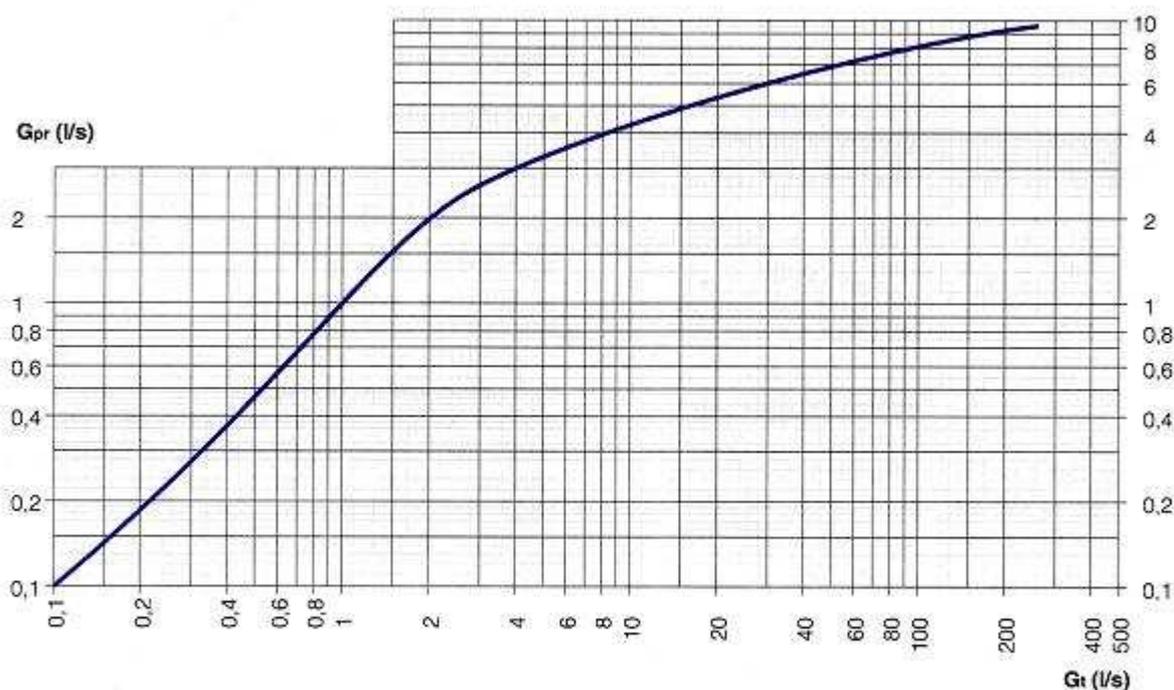
Per il dimensionamento delle tubazioni si utilizza una portata di progetto  $G_{pr}$ <sup>(5)</sup> che si ottiene applicando alla portata  $G_t$  il coefficiente di contemporaneità.

<sup>4</sup> Valore massimo della portata contemporaneamente disponibile per tutte le utenze servite da una distribuzione durante tutta la durata del periodo di punta.

<sup>5</sup> Le portate di progetto  $G_{pr}$ , [l/s] sono dette anche portate di punta o portate probabili massime e sono le portate in base alle quali vanno dimensionati i tubi.

Il progetto di norma EN 806-03 propone dei grafici per il calcolo della portata di progetto  $G_{pr}$ , specifici per ogni tipo di utenza.

Il seguente diagramma consente di ricavare il valore di  $G_{pr}$  in relazione alla portata totale degli apparecchi.



#### 4.4 DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI

Le tubazioni sono state dimensionate in modo da poter convogliare le portate di progetto, calcolate in precedenza, con perdita di carico accettabili e in grado di garantire la pressione minima in corrispondenza di ogni punto di prelievo.

È stato inoltre verificato che la pressione in corrispondenza dei punti di prelievo più favoriti non superasse determinati valori prestabiliti per non danneggiare i rubinetti, e che la velocità non fosse superiore ai valori massimi per ogni diametro, evitando così fenomeni di rumorosità e di abrasione delle tubazioni.

I dati che condizionano la procedura di calcolo sono:

- *la pressione minima garantita nel punto di allacciamento alla rete,*
- *la quota del punto di allacciamento*
- *la pressione minima che deve essere riservata all'utenza più sfavorita*
- *la quota dell'utenza più sfavorita*

In funzione di tali dati, si è reso necessario l'uso dell'impianto di sollevamento.

## 4.5 COMPOSIZIONE IMPIANTO

L'impianto idrico è suddiviso dal punto di vista funzionale in due sezioni:

- *alimentazione acqua;*
- *distribuzione alle utenze (acqua fredda, acqua calda, ricircolo).*

### 4.5.1 Accumulo

La riserva idrica verrà realizzata attraverso un serbatoio di accumulo di prima raccolta, idoneo per acqua potabile a norma del D.L. n. 108 del 25.01.92, collocato in un area tecnica, dove verrà garantita la completa ispezionabilità esterna ed interna.

### 4.5.2 Portata e pressione

L'autoclave esistente, direttamente connessa con il serbatoio d'accumulo, sarà in grado di fornire la portata d'acqua massima richiesta dalla distribuzione nel periodo di massimo consumo contemporaneo, alla pressione di esercizio stabilita.

## 4.6 DISTRIBUZIONE ACQUA

### ▪ *Distribuzione acqua fredda*

La distribuzione di acqua fredda avrà origine direttamente dal sistema di sopraelevazione di pressione.

### ▪ *Distribuzione acqua calda*

La distribuzioni di acqua calda avrà origine dal sistema di preparazione acs.

### 4.6.1 Pressioni ai punti di erogazione di acqua calda e fredda

Le distribuzioni di acqua calda e fredda avranno in ogni punto di erogazione la medesima pressione al fine di evitare nei punti di miscela delle due acque colpi di ariete od altri inconvenienti.

## 4.7 PREPARAZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

Il fabbisogno medio giornaliero di acqua calda a 40°C per apparecchio ad ogni utilizzo, in relazione al tipo di utenza<sup>(6)</sup> risulta:

Apparecchio	Consumo (litri)
Lavabo	10 ÷ 12
Doccia	50 ÷ 60

#### 4.7.1 Dimensionamento del preparatore d'acqua calda

Il volume lordo  $V_c$ , in litri, del preparatore di acqua calda ad accumulo è stato determinato applicando la seguente relazione (UNI 9182):

$$V_c = \frac{q_M * d_p (T_M - T_f)}{d_p + P_r} * \frac{P_r}{T_c - T_f}$$

I dati per il dimensionamento del preparatore d'acqua calda ad accumulo sono:

- *il consumo orario, in litri/ora, di acqua calda  $q_m$ <sup>(7)</sup> alla temperatura  $T_m$  nel periodo di punta  $d_p$  considerato;*
- *la durata in ore del periodo di punta  $d_p$ ;*
- *la durata in ore del periodo di preriscaldamento  $P_r$  dell'acqua contenuta nel serbatoio di accumulo;*
- *i valori della temperatura  $T_c$  dell'acqua calda accumulata e dell'acqua fredda  $T_f$  in entrata.*

#### 4.7.2 Termoaccumulatore

L'acqua calda sanitaria (ACS) verrà prodotta istantaneamente da un termoaccumulatore combinato da 1.500 litri, mediante uno scambiatore a piastre in acciaio inox 316 (modulo esterno).

Inoltre il termoaccumulatore è equipaggiato con un secondo scambiatore di calore fisso in acciaio al carbonio che consentirà di integrare lo sfruttamento dell'energia solare.

Il termoaccumulatore unisce le caratteristiche di utilizzo di un Puffer a quelle di un preparatore rapido di ACS senza quindi accumulo di acqua calda sanitaria, con i seguenti vantaggi :

- riduzione degli ingombri
- facilità di manutenzione
- **massima igiene in funzione anti-legionellosi**
- produzione di maggior quantità di ACS rispetto a quella ottenuta da un bollitore ad accumulo (poiché l'acqua di riscaldamento è accumulata a temperatura più elevata rispetto all'ACS).

#### 4.7.3 Rete di ricircolo

Per evitare che l'acqua calda ristagni in rete per lunghi periodi<sup>(8)</sup>, è stata prevista una circolazione costante tra il produttore di acqua calda ed i vari punti di erogazione.

La rete di ricircolo consentirà all'acqua di restare in continuo movimento evitando le conseguenze delle perdite di calore in caso di stagnazione.

<sup>7</sup> Il massimo consumo orario contemporaneo di acqua calda a 40 °C

$$q_M = \left( \frac{q_1 * N_1}{d_1} + \frac{q_2 * N_2}{d_2} + \dots + \frac{q_n * N_n}{d_n} \right)$$

dove:

- $q_M$  è il consumo massimo orario contemporaneo in l/h
- $q_1, q_2, \dots, q_n$  sono i consumi di ogni unità di riferimento in litri
- $N_1, N_2, \dots, N_n$  è il numero delle unità di riferimento corrispondenti ai consumi  $q_1, q_2, \dots, q_n$
- $d_1, d_2, \dots, d_n$  sono le durate corrispondenti ai consumi  $q_1, q_2, \dots, q_n$  in ore

<sup>8</sup> tendendo a raffreddarsi prima di raggiungere i terminali

#### 4.7.4 Coibentazioni

Tutte le tubazioni compreso il puffer<sup>9)</sup> di acqua calda, saranno termicamente isolati in conformità alla legge 10/91 sul contenimento dei consumi energetici.

Lo spessore minimo è fissato dalla tabella I dell'allegato B del D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412, in funzione del diametro della tubazione espresso in mm e della conduttività termica utile del materiale isolante espressa in W/m°C alla temperatura di 40°C.

Conduttività termica utile dell'isolante (W/m°C)	Diametro della tubazione (mm)			
	< 20	da 20 a 39	da 40 a 59	da 60 a 79
0,040	20	30	40	50

Per i montanti verticali delle tubazioni posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio (verso l'interno), i relativi spessori minimi dell'isolamento vanno moltiplicati per 0,5.

Per le tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati, gli spessori di cui alla tabella vanno moltiplicati per 0,3.

#### 4.8 TUBAZIONI

Tutta la rete distribuzione idrica verrà realizzata utilizzando tubazioni in multistrato. Tale soluzione si presta perfettamente ad essere adottata negli impianti sanitari per l'adduzione di acqua potabile calda e fredda.

##### 4.8.1 Criteri di posa

Le tubazioni adottate dovranno essere posate con distanze sufficienti per permettere lo smontaggio e la corretta esecuzione del rivestimento isolante.

Il percorso dovrà essere tale da consentire il completo svuotamento delle tubazioni e l'eliminazione dell'aria.

<sup>9</sup> poliuretano espanso ad elevato isolamento termico

## 5 IMPIANTO DI VENTILAZIONE ED ESTRAZIONE

### 5.1 OGGETTO DELL'INTERVENTO

L'attività tecnico-progettuale concerne nel realizzare un sistema termomeccanico in grado di garantire l'ottimale apporto di aria esterna in termini qualitativi e quantitativi, nonché le necessarie estrazioni degli effluenti contaminanti.

Tale realizzazione impiantistica garantirà:

- immissione d'aria esterna secondo i valori indicati dalla Norma UNI 10339<sup>(10)</sup>, e comunque conforme a quanto prescritto dalla norma UNI EN 13779,
- purezza dell'aria tramite filtri di classe appropriata;
- recupero dell'energia termica contenuta nell'aria estratta;
- movimentazione dell'aria (velocità inferiori a 0,3 m/s) nel volume occupato;
- estrazione con reintegro dell'aria dai locali sedi di attività umane.

Al fine di garantire adeguati livelli di benessere per gli occupanti, per quanto concerne l'immissione di aria primaria in ambiente si è ottemperato a quanto prescritto dalla Norma UNI 10339, la quale in particolare indica al prospetto III di par. 9.1.1 l'idonea portata di aria esterna per persona, mentre per i servizi igienici prescrive un'estrazione d'aria pari a 8 vol/h

La determinazione della quantità d'aria da immettere nelle aule è stata determinata in base alla superficie ed all'indice di affollamento (prospetto VIII della norma UNI 10339).

La struttura destinata a palestra avrà l'immissione di aria primaria tramite un recuperatore di calore e relativi circuiti aeraulici di mandata e ripresa.

Inoltre sono stati previsti impianti di estrazione d'aria dai servizi igienici ciechi, del tutto indipendenti, in modo da evitare possibili ritorni di aria viziata in ambiente. I locali servizi igienici saranno quindi mantenuti in costante depressione rispetto agli altri ambienti grazie ad estrattori posizionati sul piano copertura.

Tutti gli impianti di aerazione meccanica dovranno essere mantenuti funzionanti in orario di attività scolastica.

### 5.2 INDOOR AIR QUALITY (IAQ)

Il problema della qualità dell'aria negli ambienti interni (IAQ) è al centro dell'attenzione internazionale e oggetto di discussione per le implicite ripercussioni che ha nell'aspetto socio-sanitario di ogni nazione. Numerosi studi e ricerche svolti in tutto il mondo infatti, hanno evidenziato la presenza, in tutti i comuni ambienti di vita, di molteplici agenti inquinanti nocivi per la salute degli occupanti.

Questi inquinanti aero dispersi sono prodotti dalla sempre più larga diffusione di nuovi prodotti per l'edilizia e per gli arredi.

La combustione per usi domestici, l'uso di prodotti chimici per la pulizia, la tipologia dei locali e le caratteristiche del sito, l'inadeguata ventilazione ed altre cause, possono costituire importanti fattori di degrado della qualità dell'aria interna.

---

<sup>10</sup> riferiti all'indice d'affollamento relativo alla destinazione d'uso ed al volume dell'ambiente

Anche la riduzione dei ricambi d'aria, per ragioni di risparmio energetico, può elevare la concentrazione degli inquinanti presenti in aria oltre i livelli di tollerabilità.

Ad un relativo contenimento dell'inquinamento nell'aria dell'ambiente esterno (outdoor), negli ultimi anni è nata e si è sviluppata una presa di coscienza della comunità medico scientifica internazionale che si occupa di sanità pubblica, nei confronti del problema della contaminazione dell'aria negli ambienti confinati (indoor). In generale si definisce "inquinamento indoor" la "presenza nell'aria di ambienti confinati di contaminanti fisici, chimici e biologici non presenti naturalmente nell'aria esterna di sistemi ecologici aperti di elevata qualità" (Ministero dell'Ambiente, 1991).

La fonte di esposizione principale per alcuni inquinanti aerodispersi e l'unica per altri, è rappresentata perciò, dal livello di contaminazione indoor. Naturalmente, la composizione dell'atmosfera (azoto, ossigeno, ecc.) è la stessa nell'aria esterna ed interna, ma la qualità e la quantità dei contaminanti degli ambienti chiusi possono essere anche assai diverse.

I fattori che concorrono a determinare la concentrazione di un particolare contaminante indoor variano in relazione al tipo di contaminante. In particolare, la presenza e la concentrazione di un inquinante in un ambiente chiuso dipende, generalmente dalla sua concentrazione nell'aria esterna immediatamente circostante, dalla presenza di fonti di contaminazione indoor, dal grado di ricambio dell'aria tra interno ed esterno, sia attraverso sistemi di ventilazione artificiale che attraverso il normale ricambio per mezzo delle fessure degli infissi e dai parametri meteorologici (temperatura, umidità, vento) che possono influire variando le quantità d'aria scambiata tra interno ed esterno. Anche i materiali che costituiscono sia l'edificio, sia l'arredamento e gli oggetti al suo interno possono agire sul livello di concentrazione dell'inquinante intervenendo nella sua emissione, dispersione e rimozione.

In sintesi, all'interno degli ambienti confinati non industriali, alle diverse destinazioni d'uso degli spazi corrispondono problemi diversi. Per ciascuno di essi, il mantenimento di una elevata purezza dell'aria dipende dalla possibilità di controllo di più parametri quali: materiali di costruzione, gli impianti di riscaldamento, condizionamento e di ventilazione, gli arredi fissi e mobili, i rivestimenti (pavimenti, pareti, soffitti), la quantità e la qualità dell'aria di ventilazione, i materiali usati per la manutenzione e la pulizia, ed altri ancora.

L'eliminazione o la diluizione di questi contaminanti dipende essenzialmente dalla quota di ricambio d'aria tra interno ed esterno.

I principali inquinanti degli ambienti interni vengono suddivisi secondo la prevalente origine. Ogni fonte può generare inquinanti chimici, particolato e inquinanti biologici.

Ogni singolo inquinante presente nell'ambiente interno può essere classificato in base al rapporto indoor/outdoor. Questo rapporto permette di classificare gli inquinanti secondo un'origine prevalentemente interna all'ambiente confinato quando il valore del rapporto è superiore all'unità, e secondo una provenienza principalmente esterna quando il valore è inferiore.

Il rischio per la salute legato alla contaminazione dell'aria, è determinato dall'esposizione personale di ogni singolo individuo agli inquinanti e non dipende solo dalla concentrazione di questi nell'aria ambiente, ma dipende altresì dai tempi di permanenza del soggetto in questi ambienti.

Il rapporto causa-effetto è spesso difficile da stabilire in quanto i sintomi non sono specifici e gli inquinanti responsabili dello stesso effetto possono essere più d'uno o addirittura la sinergia tra alcuni di essi.

La patologia degli ambienti che soffrono di questo fenomeno è comunemente denominata SBS (Sick Building Syndrome), ovvero sindrome da edificio malato.

La risposta degli individui ad una stessa esposizione di un determinato inquinante ambientale varia in funzione delle condizioni e dalla suscettibilità individuali. In pratica, l'esposizione umana ad inquinanti indoor è difficile da quantificare in quanto essa è legata alle variabili specifiche di ogni ambiente e di ogni soggetto e che il livello di inquinamento può essere estremamente variabile a seconda delle sorgenti presenti nell'edificio, della ventilazione e dalle abitudini degli occupanti.

### 5.3 PARAMETRI DI PROGETTO

#### 5.3.1 Portata di aria esterna

La norma UNI 10339, fornisce precise indicazioni da adottare sulle portate di aria esterna nei singoli ambienti per garantirne i necessari ricambi d'aria.

Analizzato i prospetti III, VIII e punto 9.1.1.1. della norma UNI 10339 e la recente UNI EN 13779, per l'attività scolastica oggetto della presente relazione, verranno garantite le seguenti portata d'aria<sup>(11)</sup>:

	Classificazione degli edifici per categorie	Portata d'aria esterna [m <sup>3</sup> /h persona]	Portata d'aria esterna [m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup> ]	Persone	Portata ARIA RICHIESTA [m <sup>3</sup> /h]
	Scuole medie superiori	59,4		24	1.425
	Palestra	25,2	-	312	7.864

Prospetto III

### 5.4 SPECIFICHE GENERALI DELL'IMPIANTO

#### 5.4.1 Aule scolastiche

Le aule scolastiche dell'istituto Vainicher verranno trattate con un sistema a *tutta aria* che, oltre ad assicurare la circolazione di notevoli portate con frequenti ricambi, presenterà doti di flessibilità e di efficienza energetica.

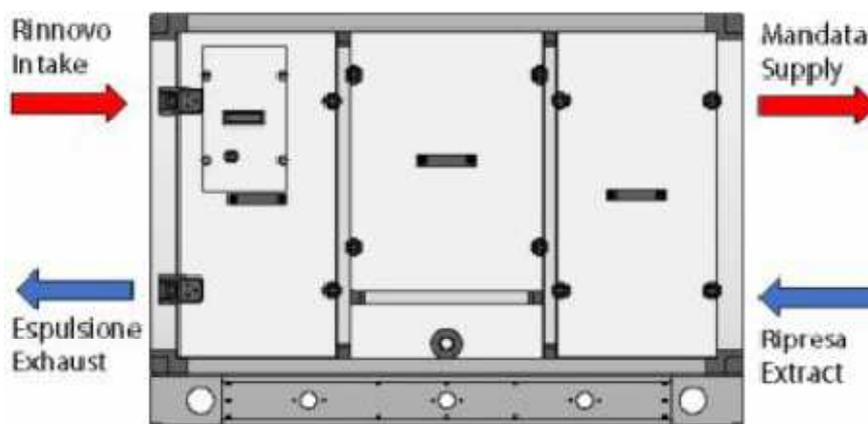
L'unità di recupero di calore con recuperatore rotativo sembra la più appropriata per soddisfare le esigenze di benessere termo-igrometrico e di ricambio e qualità dell'aria. Essa consente infatti di estrarre una determinata quantità d'aria dall'ambiente e sostituirla con aria di rinnovo.

L'unità è caratterizzata dall'adozione di un recuperatore rotativo ad elevata efficienza e basse perdite di carico (anche con la possibilità di avere il trattamento igroscopico della superficie dello stesso), che consente di ridurre al minimo il dispendio energetico.

<sup>11</sup> calcolata in funzione del numero delle persone

Il calore così recuperato dallo scambiatore consente di contenere al minimo il contributo dell'impianto di climatizzazione: in questo modo si consegue una elevata economicità di gestione.

Il sistema di alimentazione elettrica e di regolazione è integrato nell'unità di recupero di calore. L'apparecchiatura, basata su microprocessore, controlla e regola i valori della temperatura e della portata d'aria.



#### 5.4.1.1 Prestazioni

	Funzionamento invernale	Funzionamento estivo
<b>DATI DI INPUT</b>		
Temperatura Aria Rinnovo (aria esterna)	-5 °C	35 °C
Umidità Relativa Aria Rinnovo (aria esterna)	80 %	50 %
Temperatura Aria Ripresa (aria ambiente interno)	20 °C	26 °C
Umidità Relativa Aria Ripresa (aria ambiente interno)	50 %	50 %
<b>DATI DI OUTPUT</b>		
Temperatura aria mandata	15 °C	28 °C
Umidità relativa aria mandata	42 %	74 %
Livelli di potenza sonora Lw esterno pannello Dati preliminari	58,9 dB(A)	59,3 dB(A)

#### 5.4.1.2 Involucro

La struttura dell'involucro è costituita da profilati in alluminio con angoli interni smussati e angolari in nylon rinforzato con fibra di vetro.

L'involucro è realizzato con pannelli sandwich di tamponamento con spessore 50 mm fissati al telaio mediante profili ferma pannello, in totale assenza di viti. L'ispezione e la manutenzione dell'unità è agevolata da pannelli ispezionabili per tutti i componenti.

Isolamento pannelli:	Lana minerale densità 40 kg/m <sup>3</sup> , classe di reazione al fuoco M0
Materiale esterno pannellatura:	Acciaio zincato preverniciato RAL 9002
Materiale interno pannellatura:	Acciaio zincato
Materiale basamento:	Acciaio zincato

### 5.4.1.3 Recuperatore rotativo

Lo scambio di energia tra il flusso d'aria di espulsione e quello di rinnovo avviene attraverso un recuperatore di calore rotativo aria-aria, caratterizzato da un elevatissimo sviluppo superficiale che permette di ottenere grandi prestazioni e basse perdite di carico. Il recuperatore è contenuto in un telaio di contenimento (completo di guarnizioni a spazzola per minimizzare il trafilamento fra i flussi) e da un sistema di azionamento con motore elettrico.

#### **Recuperatore Funzionamento estivo**

##### **Dati Recuperatore**

Potenza scambiata recuperatore su aria rinnovo	-14,6 kW
Materiale girante	Alluminio
Azionamento girante	Motore a velocità costante 3x380 V

##### **Lato Rinnovo-Mandata**

Temperatura aria rinnovo IN (Aria Esterna)	35 °C
Umidità Relativa Aria Rinnovo IN (Aria Esterna)	50 %
Temperatura Aria Mandata (Rinnovo OUT recuperatore)	28 °C
Umidità Relativa Aria Mandata (Rinnovo OUT recuperatore)	74,5 %
Velocità frontale rinnovo mandata	2,43 m/s

##### **Lato Ripresa-Espulsione**

Temperatura aria ripresa IN	26 °C
Umidità relativa aria ripresa IN	50 %
Temperatura aria espulsa (ripresa OUT)	33 °C
Umidità relativa aria espulsa (ripresa OUT)	33,4 %
Velocità frontale ripresa espulsione	2,39 m/s
Temperatura inizio brinamento	Nessun congelamento

#### **Recuperatore Funzionamento invernale**

##### **Dati Recuperatore**

Potenza scambiata recuperatore su aria rinnovo	50,6 kW
Rendimento secco recuperatore secondo norme UNI EN13053	78 %
Materiale girante	Alluminio
Azionamento girante	Motore a velocità costante 3x380 V

##### **Lato Rinnovo-Mandata**

Temperatura aria rinnovo IN (Aria Esterna)	-5 °C
Umidità Relativa Aria Rinnovo IN (Aria Esterna)	80 %
Temperatura Aria Mandata (Rinnovo OUT recuperatore)	14,5 °C
Umidità Relativa Aria Mandata (Rinnovo OUT recuperatore)	42,1 %
Velocità frontale rinnovo mandata	2,17 m/s

##### **Lato Ripresa-Espulsione**

Temperatura aria ripresa IN	20 °C
Umidità relativa aria ripresa IN	50 %
Temperatura aria espulsa (ripresa OUT)	2,2 °C
Umidità relativa aria espulsa (ripresa OUT)	100 %
Velocità frontale ripresa espulsione	2,23 m/s
Temperatura inizio brinamento	Nessun congelamento

#### 5.4.1.4 Sezione filtrante

Secondo norma UNI 10339, per gli edifici adibiti ad attività scolastiche, il filtro d'aria<sup>(12)</sup> dovrà possedere una classe di efficienza compresa tra un minimo di 5 (M+A) ed un massimo di 6 (M+A).

L'unità di recupero calore avrà i seguenti sistemi di filtraggio:

##### **Filtro Lato Rinnovo-Mandata**

Tipo filtro	Filtri tasche flosce	Efficienza (EN779)	F7
Efficienza (ISO 16890)		Epm 1 60%	
Sezione utile	0,920 m <sup>2</sup>	Perdite di carico Pa (filtro nuovo)	53 Pa
Portata di calcolo	7.800 m <sup>3</sup> /h	Perdite di carico Pa (filtro mezza vita)	152 Pa
Velocità di attraversamento alla portata di calcolo	1,81 m/s	Spessore	380 mm

##### **Filtro Lato Ripresa-Espulsione**

Tipo filtro	Filtri tasche flosce	Efficienza (EN779)	F7
Efficienza (ISO 16890)		Epm1 60%	
Sezione utile	0,920 m <sup>2</sup>	Perdite di carico Pa (filtro nuovo)	53 Pa
Portata di calcolo	7.800 m <sup>3</sup> /h	Perdite di carico Pa (filtro mezza vita)	152 Pa
Velocità di attraversamento alla portata di calcolo	1,81 m/s	Spessore	380 mm

#### 5.4.1.5 Regolazione

La regolazione delle unità comprende un quadro elettrico di potenza, un controllore a microprocessore e un pannello di comando a distanza con display LCD.

I componenti per l'alimentazione elettrica e il microprocessore sono installati bordo macchina in corrispondenza della sezione del ventilatore di ripresa. L'accesso al quadro elettrico è protetto da un sezionatore blocca porta.

I cavi di alimentazione elettrica, in particolare per i ventilatori e per il motore del recuperatore rotativo, sono protetti mediante fusibili. La protezione magnetotermica differenziale dell'unità è prevista nel quadro elettrico di zona.

Il microprocessore è in grado di gestire tutti gli elementi dell'unità con l'obiettivo di ottimizzare il rendimento energetico.

Il controllore è dotato di serie scheda RS485 e di protocollo di comunicazione MODBUS RTU per permettere la supervisione dell'unità.

La regolazione prevede il controllo della temperatura in ripresa, la temperatura di mandata è comunque mantenuta entro un valore minimo e massimo.

<sup>12</sup> La norma UNI 10339 definisce a media efficienza (M) i filtri di classe da 1 a 4 e ad alta efficienza (A) quelli di classe da 5 a 9, specificando che questi ultimi devono essere preceduti da filtri della categoria precedente (prefiltro).

Esiste la possibilità di scegliere da tastiera tre modalità di funzionamento: comfort, economy oppure night. Queste ultime due consentono di ridurre i consumi energetici.

Il microprocessore permette di programmare fino ad un massimo di due profili a quattro fasce orarie giornaliere. Ad ogni fascia può essere associato il modo Off/Comfort/Economy/Night. Ogni giorno della settimana può essere associato ad un profilo.

Il pannello di comando a distanza con display LCD gestisce i principali parametri di funzionamento dell'unità e permette di modificare il set di temperatura, la velocità dei ventilatori, i programmi di funzionamento e tutti gli altri componenti.

Gli errori di comunicazione e tutti i principali allarmi sono visualizzati nelle schermate dedicate. E' presente un contatto pulito per la gestione antifumo/antincendio.

Il pannello di comando remoto è IP20 (per installazione interna). La lunghezza massima per il cavo di segnale è 120 m, da effettuarsi con cavo BELDEN 3105A o equivalente.

L'unità è completa di sonde di temperatura NTC 10k $\Omega$  25°C sulla ripresa, sulla presa d'aria esterna e in mandata.

## **5.4.2 Palestra**

Il ricambio dell'aria, nella palestra del plesso scolastico, verrà effettuato attraverso un recuperatore d'aria munito di pompa di calore integrata, in grado di soddisfare le esigenze di benessere termo igrometrico ed un notevole risparmio economico.

L'unità è particolarmente efficiente in quanto utilizza un recuperatore di calore a piastre a flussi incrociati ad elevato rendimento unito ad un circuito frigorifero in pompa di calore operante con fluido refrigerante R410A.

L'adozione del recuperatore a flussi incrociati ad alto rendimento permette di ridurre sensibilmente il periodo di accensione del circuito frigorifero nell'arco dell'anno, riducendo così al minimo i consumi di energia elettrica.

### **5.4.2.1 Pannellatura**

La struttura è realizzata in profili di alluminio con angolari in nylon rinforzato con fibra di vetro. La pannellatura è di tipo sandwich spessore 25 mm in lamiera zincata per la superficie interna, preverniciata per quella esterna con isolamento in poliuretano iniettato (densità 42 kg/m<sup>3</sup>).

### **5.4.2.2 Recuperatore di calore**

Il recuperatore di calore è del tipo a flussi incrociati a piastre in alluminio ottimizzato per garantire elevati rendimenti.

### **5.4.2.3 Filtri aria**

I filtri aria sono di classe G4 efficienza 80% gravimetrico secondo EN 779, spessore 48 mm, posizionati prima del recuperatore sia in mandata che in ripresa del flusso d'aria.

#### 5.4.2.4 Ventilatori

I ventilatori sono centrifughi a pale avanti con motore direttamente accoppiato ad alta prevalenza. La portata d'aria è mantenuta costante mediante un dispositivo di controllo elettronico.

#### 5.4.2.5 Circuito frigorifero

Il circuito frigo utilizza un fluido frigorifero R410A. La pompa di calore è dotata di compressori scroll ad elevata efficienza e silenziosità, valvola a 4 vie per inversione ciclo, batteria evaporante, batteria condensante, ricevitore di liquido, valvola termostatica, spia liquido, filtro deidratatore, pressostato di alta pressione, pressostato di bassa pressione, valvola di sicurezza, valvola di bypass.

#### 5.4.2.6 Regolazione

L'unità è dotata di quadro elettrico completo di sezione di potenza e regolazione atti a garantire la gestione di tutte le funzioni del circuito frigorifero.

Sono presenti:

- sonda di temperatura NTC sulla ripresa aria ambiente;
- sonda di temperatura aria esterna;
- serrande e relativi servomotori nella versione free-cooling;
- pressostato sul filtro posto in mandata;
- Scheda RS485

L'aria in ambiente verrà immessa con una tubazione induttiva di tipo circolare in acciaio zincato verniciato. La diffusione avverrà in modo uniforme sfruttando l'effetto induttivo generato dall'uscita dell'aria dai fori ricavati sulla superficie della tubazione.

La distribuzione dei rami e dei tronchi, si evidenziano nell'apposite tavole di progetto.

### 5.5 RETE DISTRIBUZIONE AERAUICA

I canali di immissione, ripresa ed estrazione verranno realizzati con fogli o nastri in lamiera di ferro zincato a caldo con processo "sendzimir" o equivalenti.

Gli spessori minimi di lamiera saranno quelli conformi alle norme UNI 12237/2004 e EN 1507:2008 di seguito riportati:

CANALI RETTANGOLARI		
<i>Dimensione canale</i>		<i>Spessore lamiera</i>
<b>Fino a</b>	<b>300 mm</b>	<b>6/10 mm</b>
<b>Oltre 300 e fino a</b>	<b>700 mm</b>	<b>8/10 mm</b>
<b>Oltre 700 e fino a</b>	<b>1200 mm</b>	<b>10/10 mm</b>
<b>Oltre 1200 e fino a</b>	<b>1500 mm</b>	<b>12/10 mm</b>
<b>Oltre</b>	<b>1500 mm</b>	<b>15/10 mm</b>

CANALI CIRCOLARI		
<i>Dimensione canale</i>		<i>Spessore lamiera</i>
Fino a	250 mm	5/10 mm
Oltre 250 e fino a	400 mm	6/10 mm
Oltre 400 e fino a	800 mm	8/10 mm
Oltre 800 e fino a	1120 mm	10/10 mm
Oltre 1120 e fino a	2000 mm	12,5/10 mm

I canali saranno realizzati mediante piegatura delle lamiere e graffiatura longitudinale dei bordi eseguita a macchina. I canali il cui lato maggiore supera 400 mm, saranno irrigiditi mediante nervature trasversali, intervallate con passo fra 150 e 250 mm oppure con croci di S. Andrea.

Per i canali nei quali la dimensione del lato maggiore supera gli 800 mm l'irrigidimento sarà eseguito mediante nervature trasversali.

I vari tronchi di canale saranno giuntati con giunzioni a flangia zincata tipo CFT/200, sigillate con idonee guarnizioni.

Tutte le curve a raggio stretto nei canali di mandata saranno munite internamente di alette deflettori per il convogliamento dei filetti d'aria allo scopo di evitare fenomeni di turbolenza.

I canali di espulsione saranno realizzati, come precedentemente descritto, nelle dimensioni opportune tenendo conto che *i tratti di canale situati all'interno dei locali non saranno coibentati*.

La distribuzione dei rami e tronchi, si evidenziano nell'apposite tavole di progetto.

## 5.6 ESTRAZIONE ARIA BAGNI

I nuovi bagni del plesso scolastico non presentano aperture dirette all'esterno e risultano privi della necessaria aerazione naturale.

L'espulsione dell'aria viziata verrà garantita da ventilatori posizioni sulla copertura del plesso scolastico.

La portata massima di estrazione degli aspiratori sarà di 1.4000 m<sup>3</sup>/h con una prevalenza di 125 Pa. Il ricorso all'impianto di ventilazione meccanica garantirà nei servizi igienici un ricambio orario superiore ai valori minimi imposti dalla normativa vigente in materia (0,0022 vol/s - 8 vol/h). L'ubicazione delle apparecchiature è tale che l'espulsione dell'aria esausta non rechi alcun disagio alle persone, agli ambienti ed edifici limitrofi.

Inoltre le prese d'aria esterna non si trovano in corrispondenza del piano stradale od in prossimità di qualsivoglia sorgente inquinante. Infine la circolazione aeraulica, sia negli ambienti interni che nei percorsi esterni, è tale da evitare cortocircuiti tra immissione ed estrazione o stagnazioni all'interno degli ambienti abitati. I ventilatori plug-fan saranno posizionati sul piano copertura dell'edificio scolastico.

## 6 IMPIANTO DI SCARICO ACQUE REFLUE

Per la progettazione degli scarichi di acque reflue, con particolare attenzione agli scarichi interni agli edifici (modalità di posa ed accorgimenti tecnici da impiegarsi per limitare i fenomeni di rumorosità), si fa riferimento alla norma UNI-EN 12056<sup>(13)</sup>.

Con il termine impianto di scarico si definisce l'insieme di tubazioni che permettono il corretto deflusso delle acque di apparecchi idrosanitari e piovane.

Per progettare e calcolare un impianto di scarico di acque usate è necessario anzitutto conoscere i quantitativi massimi d'acque scaricabili dai singoli apparecchi.

Altro fattore importante per il calcolo è la determinazione della contemporaneità di scarico degli apparecchi, ossia stabilire la probabilità che due o più apparecchi, allacciati a un'unica condotta, scarichino contemporaneamente. Parametro difficile da determinare con assoluta precisione, per cui ci si basa su dati teorici e risultati di prove pratiche. Per stabilire la quantità Q in litri da evacuare nell'unità di tempo, occorre prendere in considerazione alcuni fattori:

- *determinazione del carico totale della diramazione di scarico, degli apparecchi componenti un servizio, mediante la somma dei singoli valori d'allacciamento e la relativa riduzione del totale con l'applicazione della contemporaneità*
- *determinazione del carico totale della colonna di scarico, mediante la somma dei valori totali d'allacciamento di tutti i servizi allacciati alla colonna stessa e la relativa riduzione, con l'applicazione della contemporaneità*
- *determinazione del carico totale del collettore di scarico mediante la somma progressiva dei valori d'allacciamento, di tutte le colonne in esso confluenti e la relativa riduzione progressiva, con l'applicazione della contemporaneità*
- *scelta del sistema di ventilazione attuabile secondo l'andamento delle condotte e le esigenze tecniche dell'impianto.*
- *determinazione della pendenza p dei collettori, che deve essere il più uniforme possibile e compresa entro i valori ottimali di 1,5 – 4,0 % in modo da assicurare una velocità dell'acqua in grado di favorire un'autopulizia delle condotte.*

Le pendenze minime adottabili per le varie diramazioni di scarico sono

- *Diramazione di allacciamento degli apparecchi  $p \geq 2\%$*
- *Collettori di acque usate  $p \geq 1,5\%$*

### 6.1 DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI SCARICO

Lo scarico di acque usate è caratterizzato da periodi di deflusso brevi e discontinui.

Il sistema adottato prevede lo scarico con colonna di scarico unica e diramazioni di scarico riempite parzialmente, in questo caso gli apparecchi sanitari connessi a diramazioni di scarico sono dimensionate per un grado di riempimento uguale a 0,5 (50%).

<sup>13</sup> UNI EN 12056 – 2 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici.: progettazione e scarico

UNI EN 12056 – 3 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici.: sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche – progettazione e calcolo.

Il processo di dimensionamento del sistema di scarico è stato suddiviso nelle seguenti fasi:

- *calcolo delle portate in relazione alle unità di scarico degli apparecchi sanitari allacciati;*
- *determinazione dei diametri delle diramazioni di collegamento degli apparecchi sanitari alle colonne di scarico;*
- *determinazione dei diametri delle colonne di scarico*
- *determinazione dei diametri dei collettori di scarico*

### 6.1.1 Unità di scarico

Come unità di misura delle acque di scarico si adotta un valore base corrispondente ad uno scarico specifico chiamato "unità di scarico".

Per unità di scarico DU si intende la portata media di un apparecchio sanitario espressa in litri al secondo (l/s)

Apparecchio sanitario	DU (l/s)
Lavabo	0,50
Vaso a cassetta 9 litri	2,50
Doccia	0,60

La portata delle acque reflue  $Q_w$  in un tratto di impianto non è la somma algebrica delle portate di tutti gli apparecchi sanitari che convogliano in quel tratto ma si ottiene mediante una semplice formula che tiene conto dei fattori di contemporaneità.

In un edificio è presumibile pensare che non tutti gli apparecchi sanitari scarichino contemporaneamente e quindi le portate convogliate nel sistema di scarico sono inferiori alla somma algebrica delle portate dei singoli apparecchi.

La formula che consente di calcolare la portata delle acque reflue in relazione al tipo di edificio è la seguente:

$$Q_{ww} = k \sqrt{\sum DU}$$

dove

k è il fattore di contemporaneità (0,5 uso intermittente)

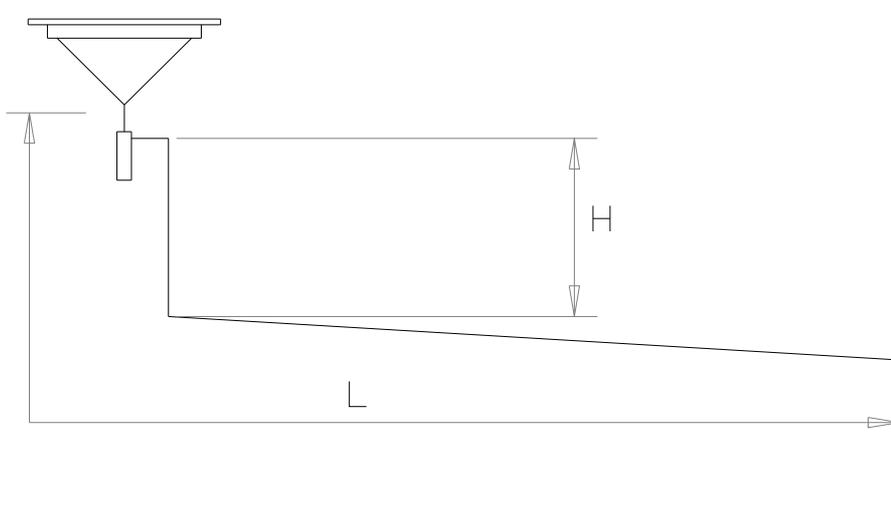
$\sum DU$  è la somma delle unità di scarico degli apparecchi sanitari che convogliano in quel tratto di impianto

### 6.1.2 Dimensionamento delle diramazioni di scarico non ventilate

Il dimensionamento delle diramazioni di scarico dipende dalla presenza o meno del sistema di ventilazione della diramazione stessa.

La normativa stabilisce non solo i diametri nominali in relazione alle portate di scarico ma anche i limiti alla geometria delle diramazioni.

I limiti alla geometria ed alla caratteristica delle diramazioni sono indicate nella seguente tabella



Caratteristica	Limite
Lunghezza della diramazione (tra attacco al sifone e la colonna di scarico)	$L \leq 4 \text{ m}$
Dislivello (tra attacco al sifone il tratto orizzontale)	$H \leq 1 \text{ m}$
Pendenza minima del tratto orizzontale	1%
Numero massimo di curve a 90° (esclusa la curva di raccordo al sifone)	3

Mentre le portate massime consentite in relazione ai diametri nominali sono:

Apparecchio sanitario	Diramazione	Portata max
	DN	$Q_{\max} \text{ (l/s)}$
Lavabo	40	0,50
Doccia	50	0,80
WC con cassetta	100	2,50

### 6.1.3 Dimensionamento delle colonne con ventilazione primaria

La scelta del diametro delle colonne di scarico è stato eseguito in funzione del tipo di ventilazione adottata (*primaria*) e del tipo di raccordo utilizzato per l'allaccio alla colonna (*braga ad angolo*).

Il diametro della colonna è in relazione alla portata da scaricare ed al tipo di raccordo usato per l'allaccio della diramazione alla colonna.

Colonna di scarico e sfiato	Portata max
DN	$Q_{\max} \text{ (l/s)}$
100	5,20

Il prolungamento della colonna di scarico al di sopra dell'allaccio della diramazione più alta deve avere lo stesso diametro della colonna di sfiato.

#### 6.1.4 Dimensionamento dei collettori di scarico

I collettori di scarico sono stati dimensionati in relazione alla portata da scaricare, alla pendenza della condotta e al grado di riempimento che si vorrà realizzare.

La formula idraulica utilizzata per il calcolo è la formula di Chézy-Bazin con coefficiente di scabrezza di circa  $0,16 \text{ m}^{1/2}$  (come suggerito dalla norma UNI EN 12056).

## 6.2 STAZIONE DI SOLLEVAMENTO

### 6.2.1 Dimensionamento idraulico della stazione di sollevamento

Nel progettare la rete di fognatura, pur con le pendenze minime, l'approfondimento dei canali risulta eccessivo. In questo caso per riportare in quota la canalizzazione si è costretti a ricorrere ad un sollevamento della portata: le acque saranno prelevate ad una quota più bassa e restituite ad una quota più alta.

In progetto sono stati previsti due impianti di pompaggio per la fognatura acqua nere. Attraverso una condotta in pressione i liquidi carichi verranno convogliati verso la rete fognate esistente in prossimità delle vie Vainicher e T. Carnevale.

Gli impianti di pompaggio sono stati dimensionati partendo dalla conoscenza della portata affluente di punta, che risulta di 3,40 l/s

**Il volume utile delle vasche (compreso fra il livello di comando di inserzione ed il livello di comando ed arresto dell'elettropompa) dovrà essere di 40 cm.**

Prevedendo di impiegare tubazioni in PEAD, le tubazioni prementi dovranno avere un diametro interno di non minore di 73 mm.

L'impiego di pompe sommergibili consentirà di contenere le dimensioni delle opere civili, potendo escludere quasi completamente le opere fuori terra.

Inoltre, questa tipologia di pompe permette di aspirare liquami molto inquinanti contenenti anche materiali solidi.

Per la scelta della pompa più adatta è stato necessario calcolare, in prima approssimazione, la prevalenza massima da raggiungere, il dislivello geodetico e le perdite distribuite e localizzate (nelle curve, immissioni, imbocco, sbocco, strozzature, ...).

Il calcolo della prevalenza da considerare è stato effettuato lungo il percorso più sfavorevole, dove maggiori sono le perdite. Le perdite di energia localizzate lungo la condotta di mandata e nel collettore sono state valutate calcolando i vari coefficienti di perdita secondo grafici da letteratura:

$$\Delta E = \zeta \frac{v^2}{2g}$$

Il calcolo della prevalenza è stato effettuato eseguendo un bilancio energetico fra la quota del livello minimo nella vasca e la quota massima:

$$H_p = \sum_i \zeta_i \frac{Q_i^2}{2g \left( \frac{\pi D^2}{4} \right)^2} + \frac{f_j L_j}{D_j} \frac{Q_j^2}{2g \left( \frac{\pi D^2}{4} \right)^2}$$

Considerando i valori di prevalenza ottenuti e i valori di portata da smaltire, si è scelto di adottare una pompa avente portata massima di 5,10 l/s.

Le pompe, come già detto, sono ad installazione fissa in immersione, ottenuta mediante la calata delle stesse lungo i tubi guida con accoppiamento automatico alla tubazione per evitare interventi all'interno della vasca.

L'intera opera verrà comandata da un particolare sistema elettrico che alternerà l'utilizzo delle pompe ad ogni ciclo d'avviamento. Questo tipo di controllo verrà utilizzato al fine di garantire un equilibrato grado di usura per ciascuna pompa.