



UNIONE EUROPEA  
FESR



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE  
SICILIANA



PO FESR SICILIA  
2014-2020



ORGANISMO INTERMEDIARIO  
AUTORITÀ URBANA  
COMUNE DI GELA

Programma Operativo FESR Sicilia 2014/2020  
Asse Prioritario 4 - "Energia Sostenibile e Qualità della Vita"

Azione 4.1.1 - Promozione dell'eco-efficienza e riduzione di consumi di energia primaria negli edifici e strutture pubbliche: interventi di ristrutturazione di singoli edifici o complessi di edifici, installazione di sistemi intelligenti di telecontrollo, regolazione, gestione, monitoraggio e ottimizzazione dei consumi energetici (smart buildings) e delle emissioni inquinanti anche attraverso l'utilizzo di mix tecnologici  
installazione di sistemi di produzione di energia da fonte rinnovabile da destinare all'autoconsumo



COMUNE DI VITTORIA

Direzione C.U.C., Lavori Pubblici e Provveditorato



COMUNE DI VITTORIA

Direzione C.U.C. - LAVORI PUBBLICI - PROVVEDITORATO

Validazione Progetto Esecutivo

Approvazione n° 20/2022 del 05.08.2022

Visto il verbale di Verifica in pari data, si valida il Progetto ai sensi e per gli effetti dell'art. 26 comma 8 del DLgs n. 50/2016 e ss.mm.ii e si approva in linea tecnica ai sensi e per gli effetti dell'art. 5 delle L.R. n° 12/2011 e ss.mm.ii.

Vittoria, li 05.08.2022



Il R.U.P.

Arch. Giancarlo Eterno

Timbri

## Efficientamento energetico del Teatro Comunale di Vittoria

### PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

**R-03-ED**

Data progetto:

26/04/2022

REV:

Progetto Architettonico e Direzione Lavori:

Arch. Roberto Cosentino

Progetto Antincendio:

ECTEC s.r.l.s

Progetto e Direzione Lavori Impianti  
(termico, elettrico e diagnosi energetica)

Dott. Ing. Giovanni Vaccarino

Coordinatore Sicurezza Esecuzione:

Ing. Alfio Cavallaro

Collaudo T/A, Tecnico Funzionale Impianti  
e Attestazione Prestazione Energetica

Musa Progetti Soc. Coop. di Ingegneria

SUPPORTO R.U.P. :

EUPRO srl

R.U.P. :

Arch. Giancarlo Eterno

## **1 PREMESSA**

Nell'ambito dei “*Lavori di efficientamento energetico del Teatro Comunale della Città di Vittoria*” come evidenziato negli elaborati grafici allegati, si prevede di realizzare *nuovi impianti tecnologici* attraverso l'installazione di macchine termiche per un nuovo impianto di climatizzazione estate/inverno, nonché interventi di *relamping* dei locali interni.

La presente relazione descrive le principali caratteristiche tecniche prestazionali degli impianti elettrici da realizzare a servizio dei predetti nuovi impianti tecnologici e delle opere di riqualificazione energetica degli impianti di illuminazione interni alla struttura (relamping).

## **2 SCELTE PROGETTUALI**

Al fine di meglio esplicitare quelle che sono state le scelte impiantistiche elettriche seguite nella redazione del progetto esecutivo di seguito si riepiloga quanto segue:

- ✓ Punto di fornitura energia elettrica in BT a 400V con attestazione diretta al quadro generale preesistente della struttura oggetto di intervento;
- ✓ Quadro elettrico di bassa tensione esclusivamente dedicato ai nuovi impianti tecnologici;
- ✓ Vie cavi principali e conduttori;
- ✓ Impianti elettrici esclusivamente a servizio dei nuovi impianti tecnologici;
- ✓ Apparecchi illuminazione interna per relamping;

## **3 DESCRIZIONE SOMMARIA DEI LOCALI DI INTERVENTO, DEI NUOVI IMPIANTI TECNOLOGICI E DEGLI INTERVENTI DI RELAMPING.**

L'immobile è divisibile in più livelli:

- Quattro ordini di PALCHI: 1° ordine lato dx e sx, 2° ordine lato dx e sx, 3° ordine lato dx e sx, 4° ordine lato dx e sx;
- Primo sottopalco;
- Secondo sottopalco.

Nel piano del secondo sottopalco, a quota stradale di Via Garibaldi e dell'antico vicolo che conduce all'antica pescheria (oggi Sala Mandara') saranno installate le principali macchine termiche (POMPA DI CALORE-UTA PALCOSCENICO-UTA PLATEA e i NUOVI GENERATORI DI CALORE secondo il posizionamento in locali dedicati come previsto dalle tavole di progetto.

Le relative unità esterne (UE-PALCHI 1-UE PALCHI 2, UE FOYER-UE UFFICI-UE CAMERINI), sono invece previste nello spazio esterno a confine con la CHIESA SANTA MARIA DELLE GRAZIE.

Le corrispondenti UNITA' INTERNE nel numero previsto saranno ubicate nel Foyer, negli uffici E nei camerini, oltre a N.2 UNITA' INTERNE canalizzate per ogni ordine di palchi lato dx e lato sx. Oltre ai predetti impianti tecnologici sono previsti specifici interventi di relamping in tutti i locali del teatro con nuovi corpi illuminanti a LED di vario tipo e potenza

#### **4 ALIMENTAZIONE ELETTRICA DEGLI IMPIANTI, ANALISI NUOVI CARICHI ELETTRICI E ANALISI ENERGETICA**

L'utenza in oggetto è alimentata da un punto dedicato di fornitura di energia elettrica di e.Distribuzione a 400 V con configurazione elettrica di tipo TT, attestato direttamente ad un quadro di ricevimento (QRIC), allo stato installato in un locale dedicato con accesso dal predetto vicolo che conduce alla vicina predetta Sala Mandarà.

Il quadro QRIC allo stato alimenta il quadro generale di bassa tensione dell'intero edificio.

In considerazione di quanto sopra, poiché gli impianti elettrici di progetto risultano assolutamente distinti dai preesistenti con funzioni di servizio elettrico completamente diverse, i predetti nuovi impianti tecnologici sono previsti alimentati da quadro di bassa tensione dedicato (QCLIM) che sarà installato in prossimità del predetto quadro generale di bassa tensione.

Il quadro in questione (QCLIM), come il quadro generale di bassa tensione preesistente, è previsto derivato dal predetto QRIC, previa la necessaria richiesta da parte del Committente di un nuovo impegno di potenza risultante dai nuovi carichi elettrici impegnati dai nuovi impianti tecnologici.

Sono stati previsti altresì n.2 centralini dedicati rispettivamente per la pompa di calore (CEPCA), in quanto installata in locale dedicato con accesso dalla pubblica Via Garibaldi, e per le unità interne canalizzate palchi (lato dx e lato sx) che si trovano in corrispondenza del quarto ordine di palchi.

La potenza elettrica impegnata necessaria per l'intervento di cui trattasi, tenendo conto delle indicazioni ricevute da parte del Committente, è stata valutata tenendo conto delle seguenti considerazioni:

- Consistenza della potenza installata e impegnata di ogni nuovo impianto tecnologico previsto;
- Destinazione di utilizzo dei singoli ambienti ricadenti negli edifici oggetto d'intervento per la definizione delle potenze installate e impegnate conseguenti alle opere di relamping;

Gli schemi elettrici allegati, a partire dal quadro generale presso il punto di consegna, riportano tutte le potenze elettriche installate, quelle stimate di utilizzo attraverso il relativo coefficiente di utilizzazione adottato e quindi quelle impegnate attraverso il relativo coefficiente di contemporaneità ritenuto più idoneo.

In particolare sono stati presi in considerazione e definiti i seguenti carichi elettrici:

- Potenza elettrica installata e impegnata POMPA DI CALORE;
- Potenza elettrica installata e impegnata SISTEMA TRATTAMENTO E RECUPERO ARIA PALCOSCENICO E PLATEA;
- UNITA' ESTERNE
- GRUPPI DI POMPAGGIO UTA;

Alla luce di quanto sopra esposto, come desumibile dallo schema elettrico allegato, la potenza elettrica impegnata, tenuto conto dei coefficienti di utilizzazione e di contemporaneità, risulta pari a circa 72,00 kW.

Le opere di riqualificazione energetica relative agli impianti di illuminazione interna dei locali della struttura (relamping) consentiranno invece un risparmio di potenza installata e impegnata in kW, attraverso le nuove lampade a tecnologia LED

Considerata la tipologia dei nuovi utilizzatori elettrici previsti, è stata infatti eseguita apposita analisi dei carichi elettrici per determinare la potenza elettrica installata e quella effettiva impiegata.

In questo senso per la definizione della nuova potenza elettrica da impegnare, trattandosi di impianto di climatizzazione con funzionamento estivo/invernale, è opportuno precisare che le relative macchine termiche prese in considerazione nel periodo estivo saranno alimentate con pompa di calore ad assorbimento elettrico, mentre le macchine termiche prese in considerazione nel periodo invernale saranno alimentate da nuovi generatori di calore con funzionamento a gas.

Alla luce di quanto sopra i coefficienti di utilizzazione e di contemporaneità utilizzati per le diverse tipologie di carico elettrico (apparecchi utilizzatori fissi, ecc) sono stati entrambi considerati pari a 1. La potenza massima impegnata dell'intervento previsto invece ha tenuto conto di un coefficiente di contemporaneità uguale a 0,8.

La corrente d'impiego dei vari circuiti è stata calcolata facendo riferimento alla potenza nominale dei carichi noti (utilizzatori fissi: pompa di calore, sistema di trattamento e recupero aria, unità esterne, gruppi di pompaggio, ecc) e presunti, in quanto definiti attraverso l'applicazione dei predetti coefficienti di utilizzazione, di contemporaneità, del f.d.p, dei relativi rendimenti.

Con riferimento a quanto sopra, a partire dal predetto quadro elettrico QCLIM, alimentato dal quadro generale preesistente, i vari carichi elettrici risultano suddivisi in più circuiti distinti secondo gli schemi elettrici allegati al progetto esecutivo.

La suddetta suddivisibilità, che oggettivamente ha tenuto dei circuiti preesistenti sui quali non si è intervenuti, si ritiene sia stata la soluzione ottimale in un giusto compromesso tra il minimo numero dei circuiti ed una buona affidabilità.

Il sistema elettrico di distribuzione che si adotterà sarà del tipo dorso radiale, trifase con neutro, 400 V-50 Hz.

Il posizionamento del predetto quadro elettrico e dei carichi alimentati è riportato nelle planimetrie progettuali allegati al progetto esecutivo.

Il progetto prevede che ogni circuito utilizzatore terminale in partenza sia protetto da un dispositivo differenziale per interrompere le correnti di dispersione transanti verso terra, avente sensibilità via via crescente quanto più prossimo è il circuito terminale su cui normalmente opera l'utente.

In questo senso si prescrive che la sensibilità dell'interruttore differenziale a protezione del circuito terminale su cui normalmente opera l'utente non sia inferiore a 30 mA, affinché il valore massimo della tensione di contatto non superi i 50 Volt.

Per l'individuazione della sezione, del percorso, della destinazione e della condizione di posa di posa di ogni linea, si rimanda alle planimetrie del progetto esecutivo.

## **5 CONFIGURAZIONE ELETTRICA DI BASSA TENSIONE**

Nel caso specifico essendo la struttura oggetto di intervento alimentata direttamente in B.T. dalla rete elettrica di e. Distribuzione, si configura un sistema elettrico TT (dove l'impianto di terra locale ha una funzione disperdente e risulta separato dall'impianto di terra della cabina elettrica del distributore e. Distribuzione).

Con riferimento pertanto ad una distribuzione elettrica in bassa a tensione a 230-400 V, alla frequenza di 50 Hz, attraverso una configurazione impiantistica di tipo TT, sono previste tutte le opere elettriche e complementari tali da consentire, in modo esclusivo e indipendente, la fruizione di tutti i nuovi servizi elettrici previsti in progetto.

I dispositivi di protezione utilizzati saranno interruttori generali magnetotermici e magnetotermici differenziali.

E' prevista sia la protezione contro le sovracorrenti che il coordinamento dei dispositivi di protezione verso terra, al fine di assicurare la tempestiva interruzione del circuito di guasto quando la tensione di contatto assume valori maggiori od uguali a 50 Volt, in conformità alla norma CEI. 64-8.

L'impiego di tali protezioni garantisce infatti un altissimo grado di sicurezza sia per gli impianti che per le persone.

Gli obiettivi suddetti sono raggiungibili attraverso la realizzazione delle principali seguenti opere:

Quadri elettrici e/o centralini elettrici;

Interruttori generali magnetotermici e magnetotermici differenziali selettivi

Cavidotti elettrici e montanti elettrici

Impianti elettrici per utilizzatori fissi (impianti tecnologici, pompe idriche, ausiliari);

La relazione che segue descrive dunque i diversi impianti di natura elettrica presenti nel progetto esecutivo, motivando le soluzioni adottate e descrivendo il funzionamento complessivo della componentistica elettrica e gli elementi interrelazionali con le opere di natura civile.

Lo scopo della presente relazione è pertanto quello di stabilire i criteri esecutivi degli impianti elettrici e i requisiti tecnici e funzionali degli stessi per garantire la perfetta rispondenza alle specifiche norme tecniche a garanzia di funzionalità e sicurezza per gli operatori.

Fatte queste premesse, quanto segue sono i risultati a cui si è pervenuti nel dimensionamento degli impianti elettrici di distribuzione principale e secondaria.

Le scelte effettuate sono state determinate dall'analisi dei carichi elettrici eseguita e dall'impostazione che si è voluta dare all'intero progetto elettrico con fornitura elettrica dedicata ma preesistente.

#### **a. Principali valori di riferimento della distribuzione in BT**

- Tensione Nominale di fornitura BT trifase a 400 V;
- Sistema di distribuzione BT con configurazione TT;
- Tensione nominale: 400 V;
- Frequenza 50Hz;
- Massima caduta di tensione totale ammessa: 4%;
- Massima caduta di tensione fino ai quadri di zona: 2%;
- Fattore di potenza visto dall'Ente Distributore: 0,95 induttivo.

#### **b. Cadute di tensione ammesse**

Per il dimensionamento delle linee verranno rispettati i seguenti valori indicativi:

- linee principali di distribuzione:  $1.5 \div 2 \%$
- linee secondarie di distribuzione:  $1.5 \div 2 \%$

La caduta di tensione massima ammessa a fine linea non dovrà comunque superare il valore di 4 % (Norma CEI 64/8 art. 525); cadute di tensione più elevate possono essere ammesse per i motori durante i periodi di avviamento, o per altri componenti elettrici che richiedano assorbimenti di

corrente più elevati, con la condizione che ci si assicuri che le variazioni di tensione rimangano entro i limiti indicati nelle relative Norme CEI.

### **c. Definizioni**

**Massa:** parte conduttrice accessibile appartenente all'impianto elettrico od agli utilizzatori separata dalle parti attive solo con isolamento principale che non è in tensione in condizioni ordinarie ma che può andare in tensione in condizioni di guasto di quest'ultimo.

**Massa estranea:** parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico in grado di introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra.

**Collegamento equipotenziale:** collegamento elettrico per portare diverse masse e masse estranee allo stesso potenziale.

**Impianto di terra:** è costituito dall'insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori o nodi di terra e dei conduttori di protezione e per il collegamento equipotenziale, per la realizzazione della messa a terra, di protezione e/o funzionale.

**Tensione nominale:** è la tensione per cui un sistema elettrico o una parte di impianto è progettato (per i sistemi trifase è da considerarsi tale la tensione concatenata).

### **a. Normative di riferimento**

I criteri di dimensionamento e le caratteristiche degli impianti sono definiti dalle Norme CEI Norme UNI, dalle Norme EN, oltre che da Leggi e Decreti.

Si riportano di seguito alcuni dei più importanti riferimenti normativi e legislativi utilizzati per la realizzazione del progetto in relazione alla specifica parte d'impianto di competenza.

## **7 RIFERIMENTO DESCRIZIONE**

### **CEI 64-8/1:2021 Ed. VIII**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali;

### **CEI 64-8/2:2021 Ed. VIII**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 2: Definizioni;

### **CEI 64-8/3:2021 Ed. VIII**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 3: Caratteristiche generali;

### **CEI 64-8/4:2021 Ed. VIII**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza;

**CEI 64-8/5:2021 Ed. VIII**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici;

**CEI 64-8/6:2021 Ed. VIII**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in - corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 6: Verifiche;

**CEI 64-8/7:2021 Ed. VIII**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari;

**CEI 64-8/8-1:2021 Ed. VIII**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 8-1: Efficienza energetica degli impianti elettrici;

**CEI 64-8/8-2:2021 Ed. VIII**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 8-2: Impianti elettrici a bassa tensione di utenti attivi (prosumer);

**CEI 64-12 2009 Seconda Edizione**

Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario

**CEI 64-14** Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori;

**CEI EN 61439-1 (CEI 17-113)2012**

Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole Generali;

**CEI EN 61439-2 (CEI 17-114)2012**

Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 2: Quadri di potenza;

**CEI EN 61439-3 (CEI 17-116)2012**

Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni;

**CEI EN 61439-4 (CEI 17-117)2013**

Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 4: Prescrizioni particolari per quadri di cantiere ( ASC );

**CEI EN 61439-5 (CEI 121-4)2015**



Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 5: Quadri di distribuzione in reti pubbliche;

**CEI EN 61439-6 (CEI 17-118)2013**

Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 6: Busbartrunking system (busways);

**CEI 81-10/1:2013**

Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali;

**CEI 81-10/2:2013**

Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio,

**CEI 81-10/3:2013**

Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;

**CEI 81-10/4:2013**

Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

**IEC 364-5-523** Wiring system. Current-carrying capacities;

**CEI 306-22**

Disposizioni per l'infrastrutturazione degli edifici con impianti di comunicazione elettronica -Linee guida per l'applicazione della Legge 11 novembre 2014, n. 164;

**UNI EN 12464-1:2011**

Illuminazione dei posti di lavoro. Parte1: Posti di lavoro in interni;

**UNI 1838:2013**

Applicazione illuminotecnica: Illuminazione di emergenza;

**D.Lgs. n.81 del 09.04.08 e ss.mm.ii.**

Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;

**D.M. n.37 del 22.01.08**

Riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;

**CEI 11-20:2000 Ed. IV**

Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

**CE EN 60909 2017 CEI 11-25:2001 Ed. II**

Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti

**CEI 11-28;**

Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione  
**1998 Ed.I (IEC781)**

**CEI 17-52007 Ed. VIII**

Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici

**CEI 23-3/1 Anno 2016** Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari - Parte1.

Il rispetto delle norme sopra indicate è inteso nel senso più restrittivo, pertanto non solo la realizzazione delle opere relative ad attrezzature, apprestamenti e procedure esecutive sarà rispondente alle norme, ma anche i singoli materiali e manufatti dovranno essere uniformati alle norme stesse.

Tutte le apparecchiature ed il materiale elettrico utilizzati dovranno essere costruiti a regola d'arte e saranno marchiati CE, ovvero dovrà essere verificato che abbiano ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte degli organismi competenti della Comunità Economica Europea.

Tutte le apparecchiature ed il materiale elettrico utilizzati dovranno essere adatti all'ambiente in cui saranno installati ed idonei all'uso a cui saranno destinati.

Tutte le apparecchiature elettromeccaniche dovranno essere dotate sia di targhe metalliche inossidabili riportanti in maniera indelebile i dati funzionali ed eventuali indicazioni d'uso, utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana, sia delle opportune protezioni antinfortunistiche.

## **6 ATTIVITÀ SOGGETTE A CONTROLLO DI PREVENZIONE INCENDI E CRITERI GENERALI DI PROTEZIONE DEGLI IMPIANTI**

Il progetto esecutivo di cui trattasi riguarda, come suddetto, la realizzazione dell'impianto elettrico al servizio di macchine termiche, come evidenziato negli elaborati grafici allegati, la cui potenzialità, ai sensi del DPR 151/11, ricade in specifica attività da sottoporre alla valutazione del Comando Provinciale dei VV.F.

### **Scelta dei materiali in relazione al rischio di incendio**

In considerazione di quanto sopra esposto i materiali impiegati in relazione al rischio di incendio e come desunto dalla relazione illustrativa devono essere dei seguenti tipi:

- quadri elettrici principali e secondari:
  - involucri e strutture di sostegno completamente metallici, ad eccezione dei piccoli quadretti; a parete realizzati in materiale plastico autoestinguente;

- cablaggi interni realizzati con cavi con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione CPR(UE) n.305/11 Cca – s1b, d1,a1 (cavi tipo CPR) H07Z1K con mescola isolante LSOH (Low Smoke Zero Halogen) di qualità T17;
- cablaggi ausiliari soggetti a surriscaldamento in caso di guasto (voltmetrici e/o amperometrici) protetti contro il gocciolamento dell'isolante mediante calze in materiale siliconico;
- tutti i materiali plastici utilizzati per canali, morsettiere, custodie di apparecchi e strumenti, supporti, fascette, etichette, ecc.: di tipo autoestinguente;
- tubazione porta cavi per le nuove distribuzioni in PVC;
- materiali plastici utilizzati per tubazioni, canali, morsettiere, cassette, scatole, coperchi, custodie, supporti, fascette, etichette, ecc. di tipo autoestinguente, con l'eventuale sola eccezione dei componenti totalmente incassati in pareti in muratura o in materiale incombustibile.

Al fine di ridurre il rischio di perdita di vite umane e beni in caso di incendio è necessario impedire danni causati da guasti ad alta impedenza sulle linee e dai fumi e gas corrosivi prodotti dai cavi.

Pertanto le condutture dovranno essere realizzate con cavi a bassa emissione di fumi tipo H07Z1-K se installati in tubi/canali a vista o se incassati ad almeno 5 cm sotto intonaco e FG16R16/FG16OR16 se in cavidotto interrato o FG16M16/FG16OM16 in canale o tubazione a vista.

Tutti i cavi si ribadisce devono essere costruiti con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione CPR(UE) n.305/11 Cca – s1b, d1,a1 (cavi tipo CPR).

## **7. PROTEZIONE DEGLI IMPIANTI**

### **7.1 Criteri di protezioni contro i sovraccarichi e i corto circuiti**

- **Protezione contro i sovraccarichi – norma CEI 64-8, art. 433**

Al fine di evitare un riscaldamento nocivo dell'isolamento dei conduttori, dei collegamenti, dei terminali o dell'ambiente circostante le condutture, sono previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori dei vari circuiti.

- **Protezione contro il cortocircuito – norma CEI 64-8, art. 434**

Sono stati previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di cortocircuito prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni.

### **7.2 Criteri di protezione contro i contatti diretti e indiretti**

- **Protezione contro i contatti diretti:** mediante isolamento delle parti attive (in generale per cavi), o protezione mediante involucri e barriere (in generale per apparecchiature di comando, protezione e manovra, morsettiere, e apparecchi utilizzatori).
- **Protezione contro i contatti indiretti:** mediante interruzione automatica del circuito, con riferimento alle prescrizioni della norma CEI 64-8 (sistemi TT). Impiego di dispositivi di protezione differenziale a bassa sensibilità sia sulle linee montanti (ove il tipo di posa è tra quelli indicati in 751.04.2.6 c), come da schemi elettrici dei quadri generali allegati.

### 7.3 Protezione contro i contatti indiretti e selettività differenziale

**Verificate le Icc minime F-PE**, per soddisfare le condizioni richieste dalla norma CEI 64-8, sono stati previsti i seguenti modi di protezione contro i contatti indiretti:

- a) **Protezione mediante interruttore magnetotermico differenziale tipo “AC” o “A” con  $I_{dn} = 30 \text{ mA}$**  a protezione dei circuiti terminali.
- b) **Interruttori solo magnetotermici**  
come generali di gruppo sulle linee che alimentano i centralini degli uffici o, in generale, i quadri di zona, ottenendo la massima selettività con i differenziali da alta sensibilità installati a valle.
- c) **Interruttori solo magnetotermici** per tutte le partenze che dai quadri generali **alimentano sottoquadri** e le cui caratteristiche d'intervento permettono di risolvere un guasto fra conduttori di fase e di protezione entro 0,020 s (tempo massimo di intervento dei relè magnetici di bticino).

In proposito sono stati effettuati i dovuti calcoli (mediante software Tisystem 7.0) in funzione delle caratteristiche di alimentazione (configurazione TT), delle lunghezze e sezioni delle linee, e delle caratteristiche d'intervento degli interruttori utilizzati.

### 7.4 Protezione delle condutture e verifica dell'energia passante ( $Cdt\%/I_{cc}/\text{Selettività}$ )

Gli interruttori magnetotermici previsti sono in grado di interrompere l'alimentazione in caso di sovracorrenti sia dovute a cortocircuito sia a sovraccarico. Il dimensionamento delle sezioni delle linee di alimentazione e delle rispettive protezioni magnetotermiche, è stato effettuato sulla base dei carichi ipotizzati a progetto e quindi della corrente d'impiego ( $I_b$ ), considerando nel contempo una caduta di tensione massima, dai quadri generali ai circuiti terminali, del 4%.

Nella definizione delle potenze dei carichi si è tenuto conto di un fattore di potenza  $\cos \phi$  uguale a 0,9, supponendo i carichi già rifasati.

La scelta delle apparecchiature destinate alla protezione dei conduttori (interruttori magnetotermici) è stato effettuato tenendo conto delle correnti di corto circuito presunte nell'impianto, calcolate mediante il software bticino Tisystem 7.0 e pertanto, il potere d'interruzione nominale degli interruttori è idoneo ad interrompere le correnti di corto circuito (3F) presunte nel punto di installazione degli stessi.

Particolare attenzione è stata posta per garantire la migliore selettività di intervento delle protezioni sia per le sovracorrenti (rinunciando alla protezione di back-up) sia per le protezioni contro i guasti a terra (selettività differenziale), in modo che un guasto su un circuito terminale non metta fuori servizio ampie zone dell'intero complesso scolastico.

### **7.5 Modalità di effettuazione dei comandi di emergenza**

I comandi di emergenza con bobine a lancio di corrente per la messa fuori tensione dell'impianto elettrico in caso d'incendio dovranno essere posizionati, in corrispondenza delle strutture interessate per l'apertura dei seguenti interruttori:

- Interruttore magnetotermico quadro QRIC preesistente in prossimità del nuovo quadro al servizio dell'impianto di climatizzazione e del quadro generale di bassa tensione preesistente;
- Interruttore magnetotermico generale quadro QCLIM in prossimità del predetto quadro QRIC;
- Interruttore sezionatore generatori di calore all'interno del predetto quadro QCLIM;
- Interruttore magnetotermico differenziale centralino CEPCA (pompa di calore).

I predetti comandi di emergenza, previsti a rottura di vetro e con lampada spia per la segnalazione dell'integrità del circuito di comando della bobina, consentiranno di mettere fuori tensione tutti gli impianti elettrici a servizio delle macchine termiche di cui trattasi.

### **7.6 Criteri di dimensionamento della rete elettrica, potenza installata e potenza impegnata.**

Il dimensionamento della rete elettrica in configurazione TT è stato realizzato con l'ausilio del programma di calcolo TISYSTEM 7 (bticino), i cui risultati di calcolo possono essere desunti dagli schemi elettrici allegati alla documentazione di progetto.

Il dimensionamento della rete è stato realizzato in due fasi:

- analisi dei carichi elettrici in funzione dei prelievi di energia previsti e della destinazione dei singoli locali;

- dimensionamento di ogni ramo della rete, considerando eventuali sviluppi futuri previsti.

Le potenze assorbite sono calcolate livello per livello della rete elettrica partendo dai dati nominali degli utilizzatori ed applicando fattori di utilizzazione e di contemporaneità diversi in relazione al tipo di utilizzatore e alla modalità di impiego.

I dati sono riportati negli schemi dei quadri elettrici allegati.

Per il dimensionamento di ogni ramo della rete, i dati di ingresso sono costituiti a livello di circuito terminale dalla potenza nominale dell'utilizzatore alimentato e a livello di quadro secondario e generale dai valori di potenza assorbita determinati secondo quanto indicato in precedenza.

Le portate nominali dei cavi sono quelle ricavate dalle tabelle CEI-UNEL 35024/1 e 35024/2, e tengono conto del valore di massima temperatura ambiente di progetto e delle effettive condizioni di posa (tipo di condotti porta cavi e vicinanza tra cavi diversi).

Il dimensionamento delle condutture tiene conto anche di:

- valore della caduta di tensione: il valore limite utilizzato è specificato sui dati di progetto;
- coordinamento tra le caratteristiche della conduttura e quelle del relativo dispositivo di protezione, in termini di correnti di cortocircuito massime e minime e di energia specifica passante, in tutte le configurazioni di esercizio previste per la rete.

## **8 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI**

### **8.1 Parametri elettrici di impianto con sistema di I categoria**

Fornitura da Ente Distributore in bassa tensione a 400/230 V;

Sistema di distribuzione TT;

### **8.2 Caduta massima di tensione e portata massima di corrente**

La caduta massima di tensione per ogni circuito misurata dal quadro generale di bassa tensione, subito a valle del rispettivo punto di consegna, fino al punto più lontano, quando sia inserito il carico nominale, non dovrà superare il 4% della tensione a vuoto per tutti i circuiti.

La densità di corrente nei vari conduttori non dovrà mai essere superiore a quella consentita dalle tabelle CEI-UNEL 35024/1 relative tenendo conto di un coefficiente di contemporaneità per le potenze installate. (coefficiente di contemporaneità uguale ad 1 per circuito luce e circuiti per utilizzatori, ecc).

### 8.3 Quadro elettrico principale per nuovi impianti tecnologici

Il quadro QCLIM dovrà essere realizzati secondo i particolari costruttivi e dovranno contenere gli interruttori automatici indicati nello schema dei quadri elettrici allegati.

Gli interruttori automatici dovranno essere dello stesso Costruttore, al fine di poter gestire le tabelle di selettività tra interruttori posti a monte ed interruttori posti a valle.

Il potere di interruzione degli interruttori automatici dovrà essere non inferiore a quello indicato, per ciascun interruttore, nello schema dei quadri allegato.

Il grado di protezione sarà IP 43 per quelli all'interno e IP 65 per quelli all'esterno.

Al termine dell'assemblaggio e del cablaggio ciascun quadro deve essere sottoposto alle prove

Individuali definite dalla Norma CEI 17-113. Lo scopo di queste prove è quello di verificare eventuali difetti di fabbricazione o di assemblaggio dei componenti e devono quindi essere effettuate dalla ditta che ha curato il montaggio dell'apparecchiatura. Le prove individuali comprendono:

- ispezione dell'apparecchiatura ivi compreso il controllo del cablaggio e, se necessario, una prova di funzionamento elettrico.
- verifica della resistenza dell'isolamento o in alternativa prova della tensione applicata
- verifica dei mezzi di protezione e della continuità elettrica dei circuiti di protezione.

Tutti gli interruttori automatici dovranno essere coordinati, sia per le correnti di corto circuito che per le correnti di guasto a terra, con gli interruttori sottesi, in modo da garantire, nei limiti delle possibilità offerte dalla configurazione dell'impianto, selettività di intervento tra interruttori posti a monte ed interruttori posti a valle.

Il potere di interruzione degli interruttori automatici non sarà inferiore al valore della corrente di cortocircuito presunta sul quadro stesso ed indicata negli elaborati di progetto.

La configurazione di ogni quadro deve prevedere n.1 interruttore generale (interruttore automatico o interruttore non automatico sezionatore) e un solo sistema di barre di distribuzione per tutti i servizi attraverso un numero sufficiente di interruttori automatici posti in parallelo tra loro.

Gli interruttori automatici a protezione di quadri o centralini derivati dovranno essere, di norma, di tipo magnetotermico e garantire una selettività almeno parziale con gli interruttori modulari posti a valle.

Il quadro dovrà essere provvisto di spie tensione e da SPD in classe di prova II° per la protezione delle utenze elettriche sottese da sovratensioni della rete o di origine atmosferica.

Per maggiori dettagli relativi al quadro si rimanda allo schema elettrico dello stesso.

E' stata effettuata la verifica della sovratemperatura mediante il sistema di calcolo nel software per il dimensionamento della rete di distribuzione Tisystem 7.0 di bticino.

#### **8.4 Distribuzione elettrica (cavi e canalizzazioni)**

In senso generale la distribuzione dell'energia elettrica verso i carichi elettrici previsti sarà di tipo radiale che consiste nell'alimentazione di ogni singolo carico con una linea specifica e dedicata.

La distribuzione di tipo radiale sarà impiegata quindi per tutti gli utilizzatori di potenza rilevante e con funzionamento continuo nonché per l'alimentazione dei centralini derivati.

Generalmente i fattori che causano incendi nelle condutture elettriche sono: cortocircuiti, riscaldamenti, contatti elettrici e coinvolgimento delle condutture stesse in incendi; pertanto, esse devono essere realizzate in modo da non essere né causa d'innescò né causa di propagazione di incendi indipendentemente dai fattori elettrici e/o fisici che li hanno causati.

Per il raggiungimento degli scopi sopra prefissati, le condutture devono essere realizzate e protette come indicato di seguito.

Le linee principali o secondarie dovranno essere alloggiare, di norma, in tubi interrati o cunicoli o a vista o in canali di PVC a parete.

Come suddetto, al fine di ridurre il rischio di perdita di vite umane e beni in caso di incendio è necessario impedire danni causati da guasti ad alta impedenza sulle linee e dai fumi e gas corrosivi prodotti dai cavi.

Pertanto le condutture all'interno dei locali previsti dal progetto esecutivo si ribadisce che dovranno essere realizzate con cavi a bassa emissione di fumi tipo H07Z1-K se installati in tubi/canali di PVC a vista o incassati ad almeno 5 cm sotto intonaco, FG16R16/FG16OR16 se in cavidotto interrato o cunicoli o FG16M16/FG16OM16 in canale o tubazione a vista.

Tutti i cavi si ribadisce devono essere costruiti con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione CPR(UE) n.305/11 Cca – s1b, d1,a1 (cavi tipo CPR)

Le portate nominali dei cavi sono quelle ricavate dalle tabelle CEI 20-13 CEI-UNEL 35324, e tengono conto del valore di massima temperatura ambiente di progetto e delle effettive condizioni di posa (tipo di condotti porta-cavi e vicinanza tra cavi diversi).

L'art. 751.04.3 della norma CEI 64-8 ed. 2012 impone la valutazione del rischio nei riguardi di fumi, gas tossici e corrosivi negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio (CEI 64-8 ed. 2012 art. 751.03.2), indicando come adatti i cavi senza alogeni (LSOH o Low Smoke Zero Halogen) rispondenti alle norme CEI 20-22 e 20-37 per quanto riguarda le prove.



Date le caratteristiche dei locali e delle attività svolte, è da ritenersi frequente la presenza di numerose persone all'interno dei locali pertanto tutti i cavi installati in cavidotti dovranno essere del tipo LSOH (Low Smoke Zero Halogen).

In merito a quanto sopra esposto relativamente ai cavi tipo LSOH (Low Smoke Zero Halogen), si precisa che la situazione normativa è completamente cambiata con i cavi CPR.

La norma CEI 64-8, con la variante V4, si è infatti adeguata per quanto riguarda i cavi CPR: non riporta più la dizione “cavi senza alogeni (LSOH)” e per i luoghi marci di tipo A art.751.04.03° (commento), indica come idonei i cavi C<sub>ca</sub>- s1b,d1,a1 e B2<sub>ca</sub>-s1a,d1,a1.

In generale la posa delle condutture in funzione del tipo del conduttore o cavo utilizzato devono essere in accordo con la Tab.52 A dell'art. 521.1/2/3 della norma CEI 64-8.

## **9. IMPIANTO DI TERRA**

L'impianto di terra preesistente realizzato per una configurazione elettrica di tipo TT, allo stato è composto da un dispersore (DI) unico per tutto l'edificio e pertanto sarà utilizzato per tutti gli interventi oggetto di intervento.

In considerazione di ciò si prevede di collegare i nuovi impianti di terra, composti dai nuovi dispersori, barra equipotenziale, conduttore di terra, conduttori equipotenziali e di protezione, al predetto dispersore di terra esistente.

Il nuovo collettore di terra generale, ubicato in prossimità del QCLIM, collegherà quindi attraverso conduttori di protezione tutte le masse delle nuove macchine elettriche previste in progetto

Al collettore di terra generale altresì saranno collegati altresì i conduttori equipotenziali delle masse estranee presenti.

Tutti i conduttori di protezione PE saranno pertanto derivati dalle rispettive barre di terra di ogni quadro che, proseguendo all'interno di opportuni cavidotti, raggiungeranno i vari locali oggetto d'intervento e andranno ad attestarsi a tutte le masse delle utenze elettriche presenti.

### **• Collegamenti di terra**

I collegamenti a terra, saranno normalmente eseguiti con conduttori giallo-verde in rame.

Il conduttore di protezione sarà collegato ad esempio ai seguenti componenti:

- ✓ Gli apparecchi dei nuovi corpi illuminanti se di classe I;
- ✓ Le carpenterie contenenti apparecchiature elettriche;
- ✓ I motori;
- ✓ Le guaine o schermi elettrici dei cavi (alle estremità);

✓ Le masse esterne come previsto dalle norme CEI 64/8 ( $R \leq 1000 \text{ ohm}$ ).

- **Caratteristiche impianto di terra**

L'impianto di terra dovrà soddisfare le seguenti prescrizioni:

- Avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare le più elevate correnti di guasto;
- evitare danni a componenti elettrici o a beni;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

Per la protezione delle persone da contatti indiretti dovranno essere installati, a protezione di tutte le utenze finali, interruttori differenziali con  $I_{dn}=0,03/0,3 \text{ A}$ .

Il sistema di collegamento a terra dell'impianto è il TT: l'impianto di terra della cabina del Distributore (prima lettera T) risulta separato dall'impianto di terra unico realizzato dall'utente (seconde lettera T).

Per rendere il sistema (impianto di terra – dispositivo di protezione) efficace agli effetti della protezione contro i contatti indiretti per impianti elettrici con configurazione TT, dovrà essere soddisfatta la relazione:

$$R_E \cdot I_{dn} \leq U_L$$

Dove:

$R_E$  è la resistenza di terra del dispersore in ohm;

$I_{dn}$  è la corrente nominale differenziale in ampere che provoca l'apertura automatica del circuito;

$U_L$  è la tensione di contatto limite verso terra in Volt in c.a.( nel nostro caso 50 V).

Tale protezione è assicurata per l'intero impianto attraverso interruttori magnetotermici differenziali installati all'arrivo dei quadri generali con corrente di intervento differenziale regolabile sia nel valore che nel tempo d'intervento.

In questo senso per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 secondo.

L'impianto di terra dovrà essere controllato per verificare che siano soddisfatte le prescrizioni di dimensionamento previste dalla norma CEI 64-8 edizione 2021.

## **10. IMPIANTO DI PROTEZIONE DAI FULMINI E CONTRO LE SOVRATENSIONI DELL'IMPIANTO ELETTRICO UTILIZZATORE.**

Le opere previste in progetto non modificano in alcun modo le condizioni oggettive esistenti relativamente alla protezione da fulmine.

In questo senso il progetto non prevede pertanto interventi finalizzati per la protezione da fulmine della struttura preesistente.

In merito invece alla protezione contro le sovratensioni di origine esterna e di origine interna degli impianti elettrici, il progetto prevede specifica protezione con opportuni SPD installati in corrispondenza dell'arrivo della linea elettrica al nuovo quadro QCLIM, secondo quanto riportato negli schemi elettrici allegati.

## **11. STAFFAGGI QUADRI ELETTRICI**

I quadri elettrici dovranno essere opportunamente ancorati alle pareti e dovranno essere predisposti a tal uopo opportuni angolari.

L'installazione dei sistemi angolari alla base del quadro elettrico garantirà che lo stesso non possa subire spostamenti dalla sede dove trova collocazione, mentre il fissaggio a parete deve essere eseguito sulla parte alta per evitare possibili rischi di ribaltamento.

Può essere necessario predisporre più punti di ancoraggio e in funzione del tipo di parete, del tipo di tassello e del tipo di quadro, e soprattutto bisogna prestare attenzione a non collocare la bulloneria in punti del quadro elettrico che possono subire danneggiamenti.

## **12. INTERVENTI DI RELAMPING IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE INTERNA**

Gli impianti di illuminazione oggetto di relamping riguardano alcuni specifici locali del Teatro tutti rappresentati nelle planimetrie di progetto che si riassumono come segue:

- PIANTA 2° SOTTOPALCO;
- PIANTA 1° SOTTOPALCO;
- PIANTA PALCHI PRIMA FILA;
- PIANTA PALCHI SECONDA FILA;
- PIANTA PALCHI TERZA FILA;
- PIANTA PALCHI QUARTA FILA.

In ogni pianta è riportato il posizionamento del corpo illuminante, mentre in legenda è descritto dettagliatamente il tipo di corpo illuminante previsto.

**Il relamping è stato previsto con l'obiettivo di garantire l'efficientamento energetico, ma anche di garantire i livelli di illuminamento richiesti dalla norma EN 12464-1 (ed. 2011).**

La disposizione degli apparecchi di illuminazione e le loro caratteristiche sono desumibili anche dai relativi elaborati di progetto.

**In conformità al DM 11/10/2017, gli apparecchi di illuminazione previsti sono a basso consumo energetico ed alta efficienza (LED).**

L'intervento di relamping previsto in progetto in ogni caso ha tenuto conto del tipo di apparecchio preesistente se di tipo comune o di pregio artistico. In questo senso nel primo caso sono stati previsti apparecchi ex novo, mentre nel secondo caso si è previsto di mantenere l'apparecchio preesistente sostituendo la sola lampada con lampada a tecnologia LED ma con tonalità di luce calda 3000 K.

L'illuminazione di emergenza non è oggetto d'intervento.