

CITTÀ

DI LODI

CITTÀ

DI LODI

PROGETTO DEFINITIVO

Impianti Elettrici Palazzetto PalaCastellotti

Via Giuseppe Piermarini - Lodi

Relazione tecnica impianti elettrici

<i>Revisione</i>	<i>Data</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Elaborato</i>	<i>Controllato</i>	<i>Approvato</i>
TABELLA REVISIONI					

TABELLA REVISIONI

292407

01PE

—

29.24.07 REL TEC ELE

Comune di Lodi
piazza Broletto 1
26900 Lodi

CITTÀ

DI LODI

Timbri:

DL

Studio Tecnico Limoni

di Limoni per. ind. Davide

Viale Repubblica, 33 - 26030 Gadesco Pieve Delmona

Pec: davide.limoni@pec.eppi.it - Email: studiolimoni@outlook.it

Cell.: +39340/6715696

P.IVA: 01608720197 - C.F.: LMNDVD74A25D150U

Sommario

1	Parte generale	3
1.1	Premessa.....	3
2	DATI DI PROGETTO	3
2.1	Identificazione dell'immobile	3
2.2	leggi di riferimento e prescrizioni normative	4
2.3	Tipologia dell'impianto da realizzare.....	5
2.4	Obiettivi	5
2.5	Documentazione disponibile	5
2.6	Destinazione d'uso e classificazione dei luoghi.....	5
2.7	Livello di progetto.....	5
2.8	Presupposti progettuali.....	5
3	CARATTERISTICHE DI progetto	6
3.1	Caratteristiche del punto di prelievo dell'energia.....	6
3.2	Scelte progettuali.....	6
3.3	Misure di sicurezza e protezione	7
3.3.1	Sezionamento ed interruzione	7
3.3.2	Protezione contro le sovracorrenti	7
3.3.3	Protezione contro le correnti di corto circuito	8
3.3.4	Protezione contro i contatti diretti	8
3.3.5	Protezione contro i contatti indiretti	9
3.3.6	Protezione contro i contatti indiretti con classe di isolamento II, senza interruzione automatica dell'alimentazione	9
3.3.7	Protezione contro le sovratensioni.....	9
3.3.8	Caduta di tensione ammessa	11
4	Opere elettriche	12
4.1	Quadro nuovi circuiti d'illuminazione	12
4.2	Condutture e linee	12
4.3	Apparecchi di illuminazione.....	12

1 PARTE GENERALE

1.1 Premessa

Il presente progetto è relativo all'individuazione delle opere elettriche necessarie per il rifacimento degli impianti elettrici di illuminazione esterna presso Palazzetto dello Sport "PalaCastellotti" sito in Via Piermarini a Lodi.

Nel dettaglio il presente progetto è inerente ai seguenti ambiti:

- rifacimento dei circuiti per l'illuminazione esterna aventi la doppia funzione di illuminazione ordinaria e di illuminazione di emergenza.

Per ulteriori chiarimenti in merito agli interventi da eseguire si rimanda agli altri elabori progettuali in allegato alla presente progettazione.

2 DATI DI PROGETTO

2.1 Identificazione dell'immobile

Il Palazzetto dello Sport Pala Castellotti è una struttura in grado di ospitare fino a circa 3000 persone. L'edificazione risale agli anni 1986/88, e le strutture del complesso occupano un'area cintata di circa 10.000 m², nella quale sorgono tre edifici: il Palazzetto, una palazzina polifunzionale e un locale tecnico. Nella palazzina polifunzionale sono presenti la cabina elettrica di consegna dell'energia, la centrale termica e l'abitazione del custode. L'accesso al palazzetto avviene da due ingressi pedonali/carrabili sul lato nord confinante con il parcheggio.

Il Palacastellotti ha ospitato e ad oggi è utilizzato per importanti eventi di hockey su pista, internazionali e nazionali, con elevata presenza di persone.

All'interno del Palazzetto è presente il campo da gioco centrale, circondato dalle gradinate, sotto alle quali ci sono i locali tecnici e di servizio.

Il complesso Sportivo è soggetto alla applicazione delle norme relative agli impianti sportivi ed al pubblico spettacolo in particolare:

- D.M. 18 Marzo 1996 "Norme di sicurezza per la Costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi"
- Norme Coni per l'impiantistica sportiva
- Regolamento per l'emissione dei pareri di competenza del Coni sugli interventi relativi all'impiantistica sportiva
- Regolamenti delle Federazioni Sportive
- Norme CEI.

Gli ambienti del Palazzetto sono da considerare a maggior rischio in caso di incendio per l'elevata densità di affollamento, l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio e in quanto avente parte della struttura portante costruita con materiali combustibili (travi in legno).

Per maggiori informazioni si rimanda alle pratiche antincendio presentate presso il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco.



2.2 leggi di riferimento e prescrizioni normative

Si riportano qui di seguito a titolo esemplificativo e non esaustivo, la normativa tecnica e legislativa cui si è fatto riferimento nella stesura del presente progetto e che dovranno essere rispettate nell'esecuzione delle opere:

- **Legge n.123 del 3 agosto 2007** - Misure in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro e delega al Governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia.
- **D.Lgs 81 del 09 aprile 2008** - Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- **Legge n.186 del 01/03/1968** - Disposizioni concernenti la produzione dei materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.
- **Legge n.791 del 18/10/1977** - Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità Europee n.72/23/CE relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.
- **D.M. del 10/4/1984** - Eliminazione dei radiodisturbi.
- **Legge n.13 del 09/01/1989** - Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.
- **Regione Lombardia, Legge Regionale 5 ottobre 2015, n. 31.** "Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso".
- **Norma CEI 0-21** - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica- quarta edizione, giugno 2012.
- **Norme CEI 34** relative a lampade, apparecchiature di alimentazione ed apparecchi d'illuminazione in generale
- **Norma CEI 64-8** - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua.
- **Norma UNI 10819 (1999)** - Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
- **CEI EN 60598-1:2015-02** - Apparecchi di illuminazione. Parte 1: Prescrizioni generali e prove

Nella scelta dei materiali si prescrive che tutti gli apparecchi impiegati dovranno essere idonei all'ambiente in cui sono installati e tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio. I prodotti da utilizzare nella realizzazione dell'impianto elettrico dovranno provenire da primarie Aziende del settore. Tutti i materiali dovranno avere dimensioni e caratteristiche tali da rispondere alle norme CEI ed alle tabelle CEI-UNEL attualmente in vigore.

2.3 Tipologia dell'impianto da realizzare

L'impianto di illuminazione da realizzare sarà derivato dal quadro esistente QE3 nel locale quadri del palazzetto. Gli impianti elettrici di illuminazione saranno realizzati in nuovo quadro denominato QE3A, contenete tutte le protezioni necessarie atte ad alimentare i corpi illuminanti con condutture in classe di isolamento II, secondo le indicazioni previste dalle Norme CEI 64-8 art. 714.413.2. Le linee di alimentazione dovranno essere posate in tubazione pesante tipo TAZ per maggiore sicurezza dagli agenti atmosferici

I nuovi impianti dovranno essere realizzati con la massima sicurezza possibile e sono descritti nel dettaglio nel seguito del presente documento oltre che negli elaborati di progetto in allegato.

2.4 Obiettivi

L'obiettivo principale del presente progetto è la realizzazione di impianti elettrici di illuminazione esterna con doppia funzione illuminazione ordinaria e di emergenza. Gli interventi dovranno essere tali da assicurare l'agibilità e l'utilizzo in sicurezza del Palazzetto sia nelle ore diurne che nelle ore notturne. Considerando anche esigenze espresse dalla Amministrazione Comunale che è intenzionata ad ottenere il parere positivo da parte del Comando Provinciale dei VV.FF., che hanno richiesto, una riqualificazione funzionale/migliorativa delle prestazioni degli impianti elettrici e di sicurezza antincendio, con la ricerca di soluzioni che comportino un miglioramento delle prestazioni ed efficienza e durata dei corpi illuminanti. Pertanto, il nuovo sistema di illuminazione esterna sarà collegato al gruppo di continuità CPSS già presente e funzionante nel locale tecnico di emergenza. Il gruppo di continuità CPSS attualmente alimenta tutti i servizi di sicurezza del Palazzetto, in data 07/08/2024 è stato verificato dalla ditta fornitrice SICON/SOCOMECC, che ha provveduto ad eseguire un intervento di manutenzione del gruppo di continuità, dove è stata verificata la capacità del CPSS a supportare l'aumento di carico elettrico dell'illuminazione esterna avente un assorbimento di 2,5 kW, di autonomia minima richiesta 1 ora.

2.5 Documentazione disponibile

Per la definizione di questo progetto, sono state resi disponibili sulla tavola planimetrica, lo schema del quadro QE3, Q3bis ed è stato eseguito un rilievo a vista dello stato di fatto degli impianti elettrici. Le scelte progettuali sono state quindi compiute sulla scorta delle informazioni ricevute. Report di intervento di verifica del 07/08/2024 della ditta SICON/SOCOMECC a firma del tecnico Leggio Alessandro.

2.6 Destinazione d'uso e classificazione dei luoghi

L'area oggetto di intervento riguarda la sola illuminazione esterna del Palazzetto. Da un punto di vista elettrico, secondo le norme CEI, le opere elettriche, oggetto di intervento rientrano nel campo di applicazione delle Norme CEI 64-8 sezione 714 "Impianti di illuminazione situati all'esterno".

2.7 Livello di progetto

La presente relazione e gli elaborati ad essa collegati riguardano la progettazione definitiva/esecutiva.

2.8 Presupposti progettuali

Sono stati assunti i seguenti presupposti progettuali:

- Il Committente avrà l'onere di verificare la sussistenza di tutte le condizioni per acquisire: le autorizzazioni, i permessi e quant'altro necessario per la realizzazione degli impianti

previsti in progetto;

- i presupposti progettuali considerati sono in funzione della classificazione e dell'utilizzo finale comunicato in sede d'incontro dai Tecnici della Committente;

Le scelte progettuali sono state operate tenendo conto delle informazioni che i Tecnici della Committente hanno fornito verbalmente e dello stato di fatto rilevato.

Eventuali future modifiche che comportino variazione dei dati assunti quali presupposti per il progetto elettrico, determineranno la necessità di una revisione e/o un aggiornamento dello stesso.

3 CARATTERISTICHE DI PROGETTO

3.1 Caratteristiche del punto di prelievo dell'energia

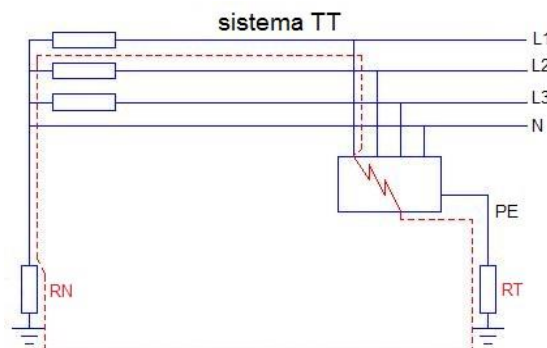
Attualmente è presente un quadro generale di distribuzione Q2 dal quale verrà derivata la linea di alimentazione dedicata all'illuminazione esterna

Pertanto, I dati elettrici principali previsti per il nuovo impianto sono:

- | | |
|---|-------------|
| • Sistema elettrico di distribuzione: | TT |
| • Tensione di alimentazione: | 400V - 3F+N |
| • Valore di Icc nel punto di consegna secondo CEI 0-21 art.5.1.3: | 15 kA |
| • Caduta di tensione massima ammessa CEI 64-8 art. 714.525: | 4 % |

L'impianto in oggetto è di prima categoria secondo la classificazione CEI 64.8/2 art. 22.1 con fornitura in BT e sistema di distribuzione TT.

Il sistema TT prevede un impianto di terra proprio separato rispetto a quello al quale è messo a terra il neutro distribuito dall'ente fornitore, ovvero il neutro viene messo a terra nella cabina del distributore, mentre le masse e le utenze dell'impianto utente sono messe a terra su un impianto dedicato all'utente mediante conduttori di protezione (PE). Pertanto, il conduttore di neutro può assumere valori di tensione pericolose in quanto collegato ad un impianto di terra diverso da quello dell'utente.



La protezione contro i contatti indiretti nei sistemi TT si effettua mediante un coordinamento tra impianto di terra e interruttori differenziali per impianti di illuminazione con apparecchi in classe d'isolamento I^a (CEI 64-8 art.714.413.1).

In alternativa la protezione contro i contatti indiretti si ottiene con la realizzazione di un impianto con componenti elettrici in classe d'isolamento II^a, che prevede un isolamento delle parti attive con isolamento doppio o rinforzato.

Nel caso in oggetto si è stato scelto di realizzare un impianto in classe d'isolamento II^a, come indicato nel paragrafo successivo scelte progettuali.

3.2 Scelte progettuali

La scelta progettuale è quella di suddivisione dell'impianto realizzando una configurazione di tipo radiale basata sull'adozione di linee terminali per illuminare la zona esterna oggetto dell'intervento.

Come scelta progettuale si è scelto di realizzare di un impianto in classe d'isolamento II^a, in quanto i vantaggi offerti rispetto agli impianti in classe I^a sono molteplici, di seguito riportati:

- con l'utilizzo di apparecchi in classe II^a, non è necessaria la realizzazione di un impianto di terra e la conseguente denuncia, verifica e manutenzione;
- dal punto di vista della sicurezza elettrica l'impianto in classe II^a è più sicuro, in quanto l'impianto di terra, necessario per la classe I^a, potrebbe occasionalmente, assumere tensioni pericolose in caso di guasto al differenziale e/o di un apparecchio con guasto a terra ad elevata impedenza. La probabilità che ciò accada è maggiore rispetto alla probabilità di cedimento dell'isolamento doppio o rinforzato richiesto per gli impianti in classe d'isolamento II^a;
- dal punto di vista funzionale, l'impianto in classe II^a, offre garanzie di continuità di servizio maggiori, in quanto non necessita di differenziali e quindi non è soggetto a fuori servizio per scatti intempestivi;
- dal punto di vista economico, realizzando un impianto in classe II^a, si ha un risparmio in termini di:
 - o cavi in quanto servono cavi a 2 conduttori anziché a 3 (non serve distribuire la terra);
 - o non è necessario realizzare l'impianto di terra e quindi quest'ultimo non va denunciato, mantenuto e verificato;
 - o non sono necessari interruttori differenziali con o senza riarmo, del costo superiore rispetto agli interruttori magnetotermici.

In sede di progetto è stato proposto di inserire un sistema di controllo, per ridurre la potenza durante il funzionamento notturno. Tuttavia, il Tecnico dell'Amministrazione Comunale, dopo attenta valutazione, ha ritenuto non necessaria la riduzione di potenza.

3.3 Misure di sicurezza e protezione

3.3.1 Sezionamento ed interruzione

Immediatamente a valle del punto di consegna (contatore di energia), è installato il quadro elettrico generale. Il quadro è dotato di dispositivo generale, posto nel quadro, è un magnetotermico quadripolare con curva d'intervento "C" coordinato con le protezioni a valle, come prescritto dalla Norma CEI 64-8 Capitolo 46.

3.3.2 Protezione contro le sovracorrenti

Le linee saranno protette da sovraccarichi e corto circuiti da dispositivi automatici ad intervento magnetotermico per le linee luci del parco, mentre le linee di alimentazione dei servizi igienici e per i circuiti prese avranno dispositivi di protezione del tipo automatici ad intervento magnetotermico differenziale, secondo quanto previsto dalle norme sugli impianti elettrici utilizzatori CEI 64-8.

La protezione contro le correnti di sovraccarico è assicurata dal fatto che le correnti nominali degli interruttori automatici, riportate sugli schemi dei quadri elettrici, sono inferiori alle portate dei conduttori ad essi sottesi, ricavate dalla tabella IEC 364-5-523 per le varie condizioni di posa e per i vari tipi di isolamento (anch'essi indicati sugli schemi). In particolare, sono soddisfatte le relazioni definite nelle norme CEI 64-8 art. 433.2:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_f \leq 1,45 I_Z$$

dove:

I_B = corrente di impiego del circuito;

$I_z =$	portata di corrente in regime permanente della conduttura (Sezione 523 delle norme 64/8);
$I_n =$	corrente nominale del dispositivo di protezione;
$I_r =$	corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

3.3.3 Protezione contro le correnti di corto circuito

La protezione contro le correnti di corto circuito è assicurata quando:

art. 434.3.1 norme CEI 64-8: “i dispositivi possiedono un potere di interruzione non inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. È ammesso l'utilizzo di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore se a monte è installato un altro dispositivo avente il necessario potere di installazione. In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia che essi lasciano passare non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo situato a valle e dalle condutture protette da questi dispositivi” (principio di filiazione).

Tutti i dispositivi di protezione in bassa tensione, installati nel quadro elettrico generale “QG”, devono avere potere di interruzione o corrente di breve durata minimo pari a 15kA, sulla base di quanto previsto dalle Norme CEI 0-21 art.5.1.3, per le forniture trifase per utenti con potenza disponibile superiore a 33 kW, come nel caso in oggetto.

art. 434.3.2 norme CEI 64-8: “tutte le correnti provocate da un corto circuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile.

Per il corto circuito di durata non superiore a 5 secondi, il tempo t necessario affinché una data corrente di corto circuito porti i conduttori dalla temperatura massima ammissibile in servizio ordinario alla temperatura limite può essere calcolato, in prima approssimazione,

$$\sqrt{t} = K \frac{S}{I}$$

dove:

$t =$	durata in secondi;
$S =$	portata di corrente in regime permanente della conduttura (Sezione 523 delle norme 64/8);
$I_n =$	corrente nominale del dispositivo di protezione;
$I_r =$	corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

3.3.4 Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti è ottenuta mediante isolamento delle parti attive (CEI 64-8 art. 412.1) e racchiudendo le parti attive entro involucri o dietro barriere tali da assicurare il grado di protezione non inferiore a IPXXB; le superfici orizzontali delle barriere e degli involucri che sono a portata di mano devono assicurare un grado di protezione non inferiore a IPXXD.

L'apertura e/o la rimozione delle barriere e degli involucri deve essere possibile solo mediante l'uso di una chiave o di un attrezzo (CEI 64-8 art. 412.2.4.a) oppure, se avviene dopo l'interruzione dell'alimentazione alle parti attive contro le quali le barriere o gli involucri offrono protezione, il ripristino dell'alimentazione deve essere possibile solo dopo la sostituzione o la richiusura delle barriere o degli involucri stessi (CEI 64-8 art. 412.2.4.b), oppure quando una barriera con grado di protezione non inferiore a IPXXB protegge dal contatto con parti attive, tale barriera possa essere

rimossa solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo. Tutte le parti attive dei componenti elettrici devono essere protette mediante isolamento o mediante barriere o involucri per impedire i contatti diretti.

Se uno sportello, pur apribile con chiave o attrezzo, è posto a meno di 2,5 m dal suolo e dà accesso a parti attive, queste devono essere inaccessibili al dito di prova (IP XXB) o devono essere protette da un ulteriore schermo con uguale grado di protezione, a meno che lo sportello non si trovi in un locale accessibile solo alle persone autorizzate. Le lampade degli apparecchi di illuminazione non devono diventare accessibili se non dopo aver rimosso un involucro o una barriera per mezzo di un attrezzo, a meno che l'apparecchio non si trovi ad una altezza superiore a 2,8 m.

3.3.5 Protezione contro i contatti indiretti

Dal nuovo punto di consegna saranno derivati, oltre ai circuiti di illuminazione del Parco, anche il locale dei servizi igienici e dei nuovi gruppi prese del tipo a scomparsa predisposti per eventuali manifestazioni ed eventi. In questa fase di lavori, l'impianto elettrico dei servizi igienici sarà solo da alimentare, non è prevista alcun intervento, se non la verifica di rispondenza alla regola dell'arte prima dell'allaccio. La verifica ed eventuali oneri per interventi, se necessari, saranno a cura e carico della Committente.

I circuiti sopracitati saranno in classe d'isolamento Ia e per essi verranno previste delle protezioni con interruttori automatici del tipo magnetotermico differenziale in classe "AC" e corrente nominale differenziale di intervento da 30 mA, ovvero ci sarà attuata una protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione come previsto dalle Norme CEI 64-8/4 art. 481.3.

3.3.6 Protezione contro i contatti indiretti con classe di isolamento II, senza interruzione automatica dell'alimentazione

L'impianto elettrico di illuminazione pubblica sarà, come anticipato, realizzato in derivazione, con classe di isolamento II, senza interruzione automatica dell'alimentazione, secondo le prescrizioni generali della norma CEI 64-8 e quelle particolari della Sezione 714 della norma stessa, di seguito in parte richiamate:

- "non deve essere previsto alcun conduttore di protezione e le parti conduttrici, separate dalle parti attive con isolamento doppio o rinforzato, non devono essere collegate intenzionalmente all'impianto di terra".
- "per le condutture elettriche si veda l'art.413.2. Ai fini di questo articolo si devono utilizzare cavi aventi tensioni di isolamento almeno 0,6/1 kV."

La protezione mediante componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente è destinata ad impedire il manifestarsi di una tensione pericolosa sulle parti accessibili di componenti elettrici a seguito di un guasto nell'isolamento principale. Pertanto, le condizioni di isolamento dovranno essere verificate periodicamente con misure strumentali e la verifica dovrà essere pianificata nell'ottica del piano di manutenzione.

I componenti da installare dovranno avere un grado di protezione tale da preservarne nel tempo le condizioni del grado di isolamento, ed in modo che nessun danno possa essere causato dal contatto con acqua. Pertanto, la protezione minima richiesta per i corpi illuminanti dovrà essere minimo IP65.

3.3.7 Protezione contro le sovratensioni

Negli impianti di illuminazione esterna le sovra tensioni possono essere di origine esterna, dovute a scariche atmosferiche oppure di origine interna dovute a manovre o guasti.

Le sovratensioni di origine interna hanno valori di picco contenuti e molto minori rispetto a quelli di origine esterna in genere sono pericolose solo per le apparecchiature. Al contrario, le sovratensioni

di origine atmosferica, costituiscono una delle principali cause di danno alle apparecchiature e/o all'intero impianto. Un fulmine è caratterizzato da una scarica elettrica che viene drenata verso terra, detta scarica origina una corrente elettrica variabile nel tempo di tipo impulsivo. Tale corrente provoca sovratensioni sui circuiti e sulle apparecchiature mediante accoppiamento resistivo e induttivo.

Le sovratensioni per accoppiamento resistivo si verificano essenzialmente nel caso di fulminazione diretta del palo d'illuminazione o della linea di alimentazione e sono causate dal passaggio della corrente di fulmine attraverso l'impedenza del dispersore e/o sull'impedenza di linea.

Le sovratensioni per accoppiamento induttivo sono indotte dal campo magnetico, generato dalla corrente di fulmine, nelle spire formate dai conduttori dei circuiti dell'apparecchiatura e delle linee elettriche.

Le sovratensioni più dannose, per impianti ed apparecchiature, sono quelle che avvengono tra i conduttori attivi e terra.

Le sovratensioni possono verificarsi nei seguenti modi:

1. Fulminazione diretta della rete a monte del quadro

La rete a monte del quadro arriva direttamente dal distributore ed è molto vasta; pertanto, può raccogliere un numero elevato di fulmini, anche se interrata. In presenza di una fulminazione diretta l'energia associata agli eventi atmosferici dà origine a delle sovratensioni molto elevate.

2. Fulminazione diretta della linea a valle del quadro

Anche in caso, come nel precedente, il fulmine può colpire la linea a valle del quadro di distribuzione, per esempio il tratto di linea tra un palo e l'altro. Al contrario del caso precedente, però, la frequenza con cui queste sovratensioni si verificano è ridotta perché la rete di distribuzione ha una lunghezza limitata ed è in parte schermata dai pali. Tuttavia, l'energia associata a questa tipologia di sovratensioni è molto elevata e l'entità del danno provocato è significativa. Da una analisi del caso in oggetto è risultata un'area di raccolta in prossimità di un palo di 6 m AM e un'area di raccolta 386.000 m².

3. Fulminazione diretta del palo

La fulminazione diretta del palo comporta sovratensioni con un'energia elevatissima. Tuttavia, la frequenza con cui tali eventi si possono verificare è molto rara tenuto conto dell'altezza ridotta del palo e la conseguente area di raccolta. Da una analisi del caso in oggetto è risultata un'area di raccolta di un palo di altezza 6 m AD di 1120 m².

4. Fulminazione a terra

Il caso più frequente è quello in cui il fulmine cade a terra, ad una certa distanza dall'impianto d'illuminazione, inducendo sovratensioni sulla linea di alimentazione degli apparecchi. In questo caso le sovratensioni indotte hanno un contenuto energetico ridotto non essendo associate al passaggio diretto della corrente di fulmine. Dall'analisi del caso in oggetto, riferito ad un solo palo di altezza 6 m è risultata un'area di raccolta AD di 1120 m².

Da quanto sopra riportato, si evince gli eventi che potrebbero manifestarsi con maggiore probabilità sono:

1. Fulminazione diretta della rete a monte del quadro;
4. Fulminazione a terra.

Tra i due quello che potrebbe causare il danno maggiore è la "Fulminazione diretta della rete a monte del quadro". Pertanto, si è optato per l'installazione di SPD nel quadro al fine di tagliare le sovratensioni provenienti dalla rete del distributore e proteggere i circuiti interni al quadro.

Nel quadro è necessario prevedere SPD di tipo 1 perché dalla rete del Distributore potrebbero arrivare sovratensioni ad elevata energia, ma con un livello di protezione $U_P = 2\text{kV}$; pertanto, si è scelto di installare uno scaricatore combinato avente le seguenti caratteristiche:

SPD secondo CEI EN 61643-11/ ...IEC 61643-11	Tipo 1 + Tipo 2 / Classe I + Classe II
Tensione massima continuativa AC (U_C)	255 V (50 / 60 Hz)
Corrente impulsiva di fulmine (10/350 μs) [L1+L2+L3+N-PE] (I_{total})	50 kA
Corrente impulsiva di fulmine (10/350 μs) [L-N]/[N-PE] (I_{imp})	12,5 / 50 kA
Livello di protezione [L-N]/[N-PE] (U_P)	$\leq 1,5 / \leq 1,5 \text{ kV}$
Protezione max da sovracorrente in rete	160 A gG
Omologazioni	KEMA, VDE, UL
Dati tecnici aggiuntivi: Livello di protezione [L-PE] (U_P)	2,0 kV

Per quanto riguarda la protezione di corpi illuminanti, considerato che:

- l'apparecchio d'illuminazione è in classe II montato su palo metallico;
- gli apparecchi LED sono alimentati a bassa tensione, con un circuito stampato collegato ad un dissipatore termico, a contatto con l'armatura metallica dell'apparecchio e che quindi la loro capacità di resistere alle sovratensioni è molto limitata;
- l'altezza dei pali è limitata rispetto agli oggetti circostanti;
- la frequenza di danno è limitata;
- La Norma CEI 64-8 all'art. 714.35 indica che la protezione die sostegni contro i fulmini non è necessaria.

Si è scelto di evitare l'installazione di SPD nella morsettiera di ogni palo d'illuminazione.

3.3.8 Caduta di tensione ammessa

Il dimensionamento delle protezioni sarà effettuato sulla base dei carichi ipotizzati a progetto e dei corpi illuminanti di riferimento indicati dai Tecnici dell'Amministrazione Comunale. Per il dettaglio dei calcoli si rimanda agli elaborati di calcolo, dai quali è stata determinata la corrente I_b , considerando, per il dimensionamento delle linee una caduta di tensione massima del 4% (CEI 64-8 art. 525), anche se la stessa Norma all'art. 714.525 Caduta di tensione nel circuito degli impianti in derivazione, ammette una caduta di tensione al 5%.

A favore della sicurezza, è stata considerata una caduta di tensione massima del 4% a fondo linea.

4 OPERE ELETTRICHE

4.1 Quadro nuovi circuiti d'illuminazione

Il quadro elettrico a servizio dei nuovi circuiti d'illuminazione esterna "QE3A" dovrà essere realizzato e costruito secondo le indicazioni di progetto e verificato secondo i criteri previsti dalle Norme CEI 23-51 "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare".

Il quadro dovrà avere carpenteria prefabbricata in materiale isolante (PVC e/o vetroresina) con grado di protezione IP66, il grado di protezione dovrà essere mantenuto con l'impiego di idonei pressacavi da utilizzare per l'ingresso/uscita dei cavi.

Il quadro dovrà essere corredato da schemi elettrici, tutti i componenti dovranno avere targhette identificatrici, con descrizione funzionale del circuito, i cablaggi interni dovranno avere idonea numerazione e fare capo a delle morsettiere per l'attestazione delle linee di distribuzione.

Le dimensioni del quadro dovranno essere tali da consentire una espandibilità pari al 25÷30%. Il comando delle apparecchiature sarà possibile solo da fronte portella sulla quale saranno disposti, i dispositivi di comando identificati con cartelli e targhette per l'identificazione delle funzioni.

I cablaggi interni ed i cavi in ingresso/uscita dovranno essere opportunamente identificati e numerati e dovranno corrispondere alle indicazioni riportate negli schemi e/o secondo criteri adottati dal costruttore.

4.2 Condotture e linee

Gli apparecchi illuminanti saranno alimentati tramite linee elettriche dorsali costituite da cavi multipolari con guaina tipo H07RN-F 450/750 V, che saranno derivate dal quadro generale Q2 e posate in tubazione pesante tipo TAZ.

I cavi H07RN-F 450/750 V sono cavi per energia multipolari flessibili armonizzati, isolati in gomma con guaina in policloroprene (neoprene). Utilizzati per collegamenti soggetti a sollecitazioni meccaniche medie.

L'alimentazione sarà monofase e sarà dimensionata in funzione della potenza installata e della lunghezza delle linee (distanza da coprire). Nel caso in oggetto le linee saranno realizzate con cavo multipolare avente caratteristiche di doppio isolamento tipo H07RN-F 450/750 V con formazione 2x4 mmq dimensionata in funzione di portata e soprattutto della caduta di tensione da garantire a fondo linea.

In prossimità di ogni corpo illuminato sarà posata una scatola di derivazione dove faranno capo ad un'apposita morsettiera dalla quale sarà derivato il circuito terminale di alimentazione del punto luce con cavo a doppio isolamento, la modalità di collegamento richiesta è di tipo "entra/esci".

4.3 Apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi di illuminazione sono costituiti da un complesso meccanico, elettrico ed ottico che deve rispondere a requisiti di sicurezza elettrica, meccanica, termica ed a requisiti fotometrici ed estetici.

Gli aspetti relativi alla sicurezza elettrica sono oggetto della normativa CEI. Gli apparecchi illuminanti impiegati per l'illuminazione in oggetto sono del tipo LED 190W , 31282 Lumen Led, 26040 Lumen output, 137 Lm/W, Classe isolamento I, Corpo in alluminio pressofuso verniciato con polvere termoindurente poliestere anticorrosione colore silver, vetro temperato trasparente spessore 4 mm, guarnizione in silicone, Ottica Riflettore asimmetrico 45° in alluminio satinato,

Apparecchio adatto per installazione a terra, a soffitto, a parete, su palo 60mm., grado di protezione IP66, IK08, Ta ambiente -25 / +45 °C, Alimentazione 220-240Vac 50/60Hz, low flicker (minore del 7%), Indice declassamento Flusso L80-B20 (50.000h)-L80-B20 (75.000h), Angolo 45°, certificazione CE / UNI EN 60598 - Articolo di riferimento TECMAR art. 7028.POLAR 3/AR.