


AMPLIAMENTO
Stabilimento SPAL posto in Correggio (RE)
 Via Per Carpi, 26

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI
AREA CORTILIVA LATO EST

RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO

D.M. 22 gennaio 2008, n.37

REV.	DATA	DESCRIZIONE	DATA	FIRMA	DATA	FIRMA
1	20.01.2018	MODIFICHE RICHIESTE COMMITTENZA	20.02.18		20.02.18	
0	31.01.2018	EMISSIONE	31.01.18		31.01.18	
			DATA	FIRMA	DATA	FIRMA
			VERIFICA		APPROVAZIONE	

<p>COMMITTENTE</p> <div style="text-align: center;">  SPAL SPAL Srl. - Via per Carpi, 26/b 41015 Correggio (RE) </div>	<h1>R-37</h1>
---	---------------

<p>FIRMA</p>	<p>ing. Corrado Faglioni Direttore Tecnico e Progettista</p>	
--------------	--	--

SOSTITUISCE	FILE	PROGETTISTA	DATA
REL37-08-E2062-EE01-0	REL37-08-E2062-EE01-1	DT	20.02.2018

 <p>enerplan S.r.l. società di ingegneria</p>	<p>enerplan S.r.l. - Società di ingegneria Via Giuseppe Donati, 41 - 41012 CARPI (MO) - Italia Tel (+39)059.63.21.011 - Fax (+39)059.63.21.000 E-mail: enerplan@enerplan.it - PEC: amministrazione@pec.enerplan.it Web: www.enerplan.it - P.IVA 02656960362 Capitale Sociale 100.000 € i.v. - C.C.I.A.A. n° 29082/2000</p>
---	---

INDICE

1. PREMESSA	4
2. ELEMENTI BASE DI PROGETTAZIONE	5
2.1 Dati di carattere generale	5
2.2 Dati relativi all'opera	5
2.3 Dati di progetto relativi alle influenze esterne	6
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	7
3.1 Premessa	7
3.2 Distribuzione principale	7
3.3 Illuminazione esterna	7
Prescrizioni installazione apparecchi di illuminazione	8
Descrizione delle tipologie di apparecchi di illuminazione	8
Descrizione pali di sostegno	9
4. CRITERI NORMATIVI DI PROGETTO	10
4.1 Caratteristiche dei componenti	10
4.2 Caratteristiche degli impianti e norme applicabili	10
4.3 Criteri normativi di progetto degli impianti elettrici in luoghi ordinari	12
4.3.1 Generalità	12
4.3.2 Protezione contro i contatti diretti	13
4.3.3 Protezione contro i contatti indiretti	13
4.3.4 Protezione dei circuiti a bassissima tensione	14
4.3.5 Protezione contro gli effetti termici	14
4.3.6 Portata delle condutture	15
4.3.7 Tipologie di cavi utilizzati	24
4.3.8 Protezione contro le sovratensioni e gli abbassamenti di tensione	24
4.3.9 Sezionamento e comando	25
4.3.10 Coordinamento tra diversi dispositivi di protezione	25
4.3.11 Cadute di tensione massime	25
4.3.12 Densità massima di corrente	25
4.3.13 Separazione dei circuiti	25
4.3.14 Messa a terra e conduttori di protezione	26
4.4 Criteri normativi di progetto degli impianti elettrici in luoghi soggetti a normativa specifica	27
4.4.1 Generalità	27
4.4.2 Ambienti a maggior rischio in caso di incendio	27
4.4.3 Impianti di illuminazione situati all'esterno	29

4.5 Protezione contro le scariche atmosferiche	33
4.5.1 Protezione contro le fulminazioni dirette	33
4.5.2 Protezione contro le fulminazioni indirette	33
5. CONCLUSIONI	34

Il presente documento si compone di n. 34 pagine complessive numerate progressivamente.

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica di progetto viene redatta allo scopo di descrivere il progetto dell'impianto di illuminazione esterno e predisposizione tubazioni interrato per impianti speciali e sicurezza a servizio dell'ampliamento lato EST area cortiliva, di cui una parte adibita a parcheggio dipendenti ed una parte parcheggio ospiti. Ubicazione stabilimento SPAL S.r.l. Correggio (RE), in via per Carpi, 26, 41015 Correggio (RE).

Il progetto è stato redatto conformemente alla Norma CEI 0-2 (2° edizione - settembre 2002) "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici".

La presente relazione tecnica è suddivisa nelle seguenti parti principali:

- *Capitolo 2 – Elementi base di progettazione* che contiene l'esplicitazione delle informazioni base assunte per il progetto e fornite dalla Committenza;
- *Capitolo 3 - Descrizione dell'intervento* che contiene la descrizione dell'impianto, le principali caratteristiche delle apparecchiature installate e la filosofia posta a base dello sviluppo del progetto;
- *Capitolo 4 – Criteri normativi* che espone i criteri normativi di progetto e le scelte tecniche assunte con riferimento alle vigenti disposizioni normative o legislative.

Le simbologie grafiche utilizzate nel progetto, per la parte di elaborati grafici, sono conformi alle norme del CT 3/16 del CEI "Strutture delle informazioni, documentazioni, segni grafici, contrassegni e altre identificazioni", per quanto applicabili. Le terminologie, grandezze ed unità di misura adottate in progetto, sono invece conformi alle Norme del CT 1/25 del CEI "Terminologia, grandezze e unità", per quanto applicabili.

2. ELEMENTI BASE DI PROGETTAZIONE

I dati di progetto assunti per lo sviluppo della successiva progettazione e vincolanti ai fini della conformità normativa del progetto prodotto, sono stati forniti dalla Committenza o raccolti sulla base delle informazioni ricevute dai tecnici incaricati dalla Committenza.

2.1 Dati di carattere generale

I dati di carattere generale dell'intervento sono i seguenti:

<u>Committente:</u>	SPAL S.r.l. Via per Carpi, 26 – 41015 Correggio (RE)
<u>Luogo di intervento:</u>	SPAL S.r.l. Via per Carpi, 26 – 41015 Correggio (RE)
<u>Oggetto dell'intervento:</u>	Impianto di illuminazione esterna a servizio di parcheggio privato e di viabilità interna
<u>Tipo di intervento:</u>	Ampliamento di impianto elettrico

2.2 Dati relativi all'opera

I dati specifici relativi all'opera oggetto di progetto sono i seguenti:

<u>Destinazione d'uso:</u>	<i>Generale dell'attività:</i> Realizzazione di componenti elettromeccanici per l'industria motoristica. <i>Particolare dei locali oggetto di intervento:</i> Parcheggio privato e viabilità interna allo stabilimento
<u>Luoghi soggetti a normativa specifica:</u>	Sono presenti i seguenti luoghi con impianti elettrici soggetti a normativa specifica: <ol style="list-style-type: none">1. Ambienti a maggior rischio in caso di incendio, per i quali si applicano le prescrizioni aggiuntive della Sezione 751 della Norma CEI 64-8/7;2. Impianti di illuminazione situati all'esterno per i quali si applicano le prescrizioni aggiuntive della Sezione 714 della Norma CEI 64-8/7.
<u>Specifiche tecniche fornite dal Committente:</u>	Nessuna
<u>Attività soggette al controllo VVF:</u>	L'intervento di progetto previsto non ricade o modifica le attività soggette a prevenzione incendi già presenti nello stabilimento.

<u>Altri organismi competenti:</u>	Nessuno.
<u>Impianti soggetti ad omologazione:</u>	Nessuno.
<u>Impianti soggetti a verifica periodica:</u>	Impianto di terra (in quanto luogo di lavoro soggetto a DPR 462/01, oggetto di progettazione precedente.

2.3 Dati di progetto relativi alle influenze esterne

I dati di progetto relativi alle influenze esterne sono i seguenti:

<u>Temperature ambiente:</u>	Le temperature ambiente all'interno dei locali chiusi possono variare da – 5 °C a 40 °C. Le temperature esterne possono variare da – 10 °C a 45 °C.
<u>Altitudine:</u>	L'altitudine non costituisce fattore significativo di progetto e si può assumere come pressione ambientale quella corrispondente al livello del mare.
<u>Caratteristiche del terreno:</u>	Il terreno è prevalentemente pianeggiante nella zona di intervento. Le caratteristiche elettriche significative sono date da una resistività del terreno che può essere assunta, per conoscenza dei luoghi, pari a 150 Ohm*m.
<u>Condizioni climatiche speciali:</u>	Non si considerano condizioni particolarmente gravose per le precipitazioni nevose, tali da costituire pregiudizio alla posa degli impianti elettrici in esterno. Non si considerano condizioni di vento limitative alla posa degli impianti elettrici esterni.
<u>Effetti sismici:</u>	Si considera la presenza di possibili effetti sismici ai fini del dimensionamento e della realizzazione degli impianti elettrici.
<u>Condizioni ambientali particolari segnalate all'esterno o all'interno dei luoghi:</u>	Nessuna.

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

3.1 Premessa

L'intervento in progetto consiste nella realizzazione dell'impianto di illuminazione esterna a servizio del parcheggio dipendenti e del parcheggio ospiti da realizzare nell'ampliamento dell'area cortiliva lato EST, nonché la nuova viabilità interna allo stabilimento modificata a seguito dell'ampliamento stesso.

L'intervento consiste sommariamente nella realizzazione delle seguenti opere:

- distribuzione principale (tubazioni flessibili interrate, linee elettriche di distribuzione);
- illuminazione esterna;
- opere accessorie e di completamento.

Gli impianti saranno esclusivamente di tipo interrato in cavidotti di protezione del tipo corrugati a doppia parete, e relativi pozzetti di derivazione per la distribuzione alle utenze terminali.

Nei paragrafi seguenti sono elencati con maggior dettaglio gli interventi previsti.

3.2 Distribuzione principale

Per l'alimentazione elettrica dei nuovi impianti di illuminazione esterna saranno posate nuove linee elettriche in cavo doppio isolamento tipo FG16(O)R16 0.6/1kV o FG7(O)R 0.6/1kV derivate dai quadri elettrici esistenti all'interno del fabbricato più vicino al lato ampliamento. I quadri elettrici esistenti saranno quindi corredati di adeguate protezioni magnetotermiche per i nuovi impianti con contattori di comando collegati ai servizi automatici di accensioni esistenti per la porzione di illuminazione esterna esistente.

Le nuove tubazioni interrate saranno divise tra impianti elettrici ed impianti speciali e di sicurezza, sia lungo le tratte in tubo che per quanto riguarda i pozzetti. La nuova distribuzione interrata sarà collegata alla distribuzione interrata esistente.

3.3 Illuminazione esterna

L'illuminazione esterna dell'area in oggetto sarà realizzata con armature con sorgente a LED con ottica di tipo stradale, conformi alla L.R. Emilia Romagna n. 19 del 29 settembre 2003, installate su pali metallici di nuova installazione distribuiti in modo opportuno all'interno dell'area.

Tutti gli apparecchi di illuminazione saranno dotati di driver (alimentatori) integrati all'interno dell'apparecchio, e saranno realizzati in Classe II di protezione contro i contatti indiretti. Avranno inoltre grado di protezione minimo contro gli agenti atmosferici IP66.

Ogni apparecchio di illuminazione sarà dotato di sistema integrato di regolazione programmato per la "mezzanotte virtuale" (riduzione del flusso in una fascia oraria notturna programmata). Il comando di accensione e spegnimento avverrà invece direttamente dal quadro generale illuminazione esterno esistente, mediante contattore comandato da interruttore crepuscolare in grado di adattare automaticamente la fascia oraria di accensione al periodo dell'anno nonché alla variabilità degli orari di alba e tramonto.

Le derivazioni ai singoli centri luminosi saranno realizzate mediante giunzioni in Classe II realizzate entro i pozzetti esistenti o di nuova posa, le cui dimensioni sono indicate in progetto; anche le morsettiere a bordo palo saranno comunque realizzate in Classe II di protezione contro i contatti indiretti.

Essendo l'intero impianto realizzato in Classe II non sarà necessaria la messa a terra dei sostegni ai fini della protezione contro i contatti indiretti, la stessa non sarà necessaria nemmeno per la protezione contro i fulmini così come previsto dall'art. 714.35 della Norma CEI 64-8/7.

Trattandosi di pertinenza di stabilimento industriale il riferimento normativo scelto per la definizione dei parametri illuminotecnici di calcolo è la Norma UNI EN 12462-2 versione Marzo 2014: "Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 2: Posti di lavoro in esterno".

In particolare, è stato considerato il Prospetto 5.9 "Aree di Parcheggio" della suddetta norma, e precisamente l'attività di cui alla riga 5.9.2, che è riportata integralmente nel prospetto sottostante.

N° riferim.	Tipo di zona, compito o attività	\bar{E}_m (lx)	U_0	R_{GL}	R_a	Requisiti specifici
5.9.2	Traffico medio, per esempio aree di parcheggio di supermercati, edifici per uffici, impianti industriali, complessi di edifici sportivi e polivalenti	10	0,25	50	20	----

Ovviamente sono stati tenuti in debita considerazione anche i provvedimenti legislativi base più volte citati, in particolare la alla L.R. Emilia Romagna n. 19/2003 e la D.G.R. Emilia Romagna n. 1732/2015.

Prescrizioni installazione apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi di illuminazione su palo dovranno essere installati secondo le seguenti prescrizioni:

- Gli apparecchi di illuminazione aventi vano ottico regolabile tramite scala graduata, dovranno avere inclinazione pari a 0° rispetto al piano stradale.

Non saranno ammesse installazioni con inclinazioni diverse da quella sopra indicata, in quanto palesemente non in ottemperanza con le disposizioni alla L.R. Emilia Romagna n. 19/2003 e alla D.G.R. Emilia Romagna n. 1732/2015, che impongono pari a zero il flusso luminoso disperso verso l'alto.

Descrizione delle tipologie di apparecchi di illuminazione

L'illuminazione dell'area oggetto di intervento sarà realizzata mediante apparecchi di illuminazione CREE serie XSPD dotati di sorgente a Led con temperatura di colore 4000 K (Neutral White) e classe di sicurezza fotobiologica RG0 (rischio esente in conformità alla Norma EN 62471), installati su pali di altezza fuori terra pari a 8 metri per i sostegni viabilità interna e 10 metri per i sostegni viabilità parcheggi e posteggi auto mediante attacco testa-palo singolo o doppio 180°.

Gli apparecchi saranno dotati di ottica stradale a luce diretta ad elevato comfort visivo, e saranno caratterizzati da corpo e coperchio stampati in alluminio pressofuso con sezione aerodinamica a bassa superficie di esposizione al vento, con alette di raffreddamento integrate nella copertura, verniciati a polvere con resina a base poliestere resistente alla corrosione e alle nebbie saline e stabilizzata ai raggi UV, ottiche in alluminio rivestito con argento ad altissima purezza (99,99%), diffusore in vetro extra-chiaro temprato resistente agli shock termici ed agli urti.

Gli apparecchi saranno con classe II di isolamento, grado di protezione IP66. La **dispersione del flusso luminoso verso l'alto sarà completamente nulla**, in conformità alle norme contro l'inquinamento luminoso (ottica "cut-off" secondo Norma EN 13201).

Descrizione pali di sostegno

I pali saranno realizzati in acciaio laminato a caldo e privo di saldature con costruzione dotata di sistema antivandalico, altamente resistenti agli agenti corrosivi come acidi e gas tossici.

Saranno del tipo conico per i pali da 8 mt fuori terra e rastremato per i pali da 10 mt fuori terra aventi staffa testa-palo singola o doppia a 180°.

Saranno predisposti per l'ancoraggio al basamento mediante infissione diretta nel blocco di cls per 800 mm: si consiglia l'uso in plinto di cemento armato di dimensioni 1 x 1 x 1 m (le dimensioni del plinto potranno essere ottimizzate a seconda della consistenza del terreno, seguendo le indicazioni delle normative UNI EN 40).

Nei pali dovranno essere praticate due aperture: un foro ad asola 100 x 50 mm per il passaggio dei cavi a 300 mm dalla base del palo, ed una finestrella di ispezione 186 x 45 mm a 1000 mm dal suolo.

La finestrella di ispezione dovrà essere dotata di portafusibile di protezione, 2 fusibili di protezione, morsettiera asportabile 4 poli / 3 vie da 10 mmq e derivazione 2,5 mmq; dovrà inoltre essere prevista la necessaria portella di chiusura morsettiera, con grado di protezione minimo IP54

Eventuali modifiche alle lavorazioni suddette dovranno essere concordate con la Direzione lavori.

Le giunzioni non sono ammesse all'interno del palo, ma solo del tipo ad Y all'interno dei pozzetti di derivazione ubicati a terra di fronte al palo.

Per la protezione di tutte le parti in acciaio è richiesta la zincatura a caldo secondo la Norma CEI.

4. CRITERI NORMATIVI DI PROGETTO

4.1 Caratteristiche dei componenti

Tutti i componenti indicati in progetto saranno muniti di marchio IMQ per gli apparecchi ammessi al regime del marchio, in alternativa di marchio CEI o comunque corredati di certificazione del costruttore per la rispondenza alle norme relative. Essi risponderanno alle caratteristiche nominali del circuito in cui verranno installati in termini di potenza, tensione, corrente massima assorbita e frequenza nominale. Inoltre tutti i componenti dell'impianto dovranno essere dotati di relativo marchio CE apposto dal costruttore secondo quanto previsto dalla direttiva CEE 93/68 recepita in Italia dal D.Lgs. 25.11.1996 n. 626 e successive integrazioni e modificazioni.

I componenti elettrici saranno scelti in modo da non causare effetti nocivi sugli altri componenti elettrici, facendo particolare attenzione alle seguenti caratteristiche:

- sovratensioni transitorie;
- carichi fluttuanti rapidamente;
- correnti di spunto;
- correnti armoniche;
- componenti continue;
- oscillazioni ad alta frequenza;
- correnti di dispersione verso terra;
- necessità di collegamenti addizionali verso terra.

4.2 Caratteristiche degli impianti e norme applicabili

Per la definizione delle caratteristiche tecniche degli impianti il progetto è stato redatto con specifico riferimento alle seguenti disposizioni legislative e normative, il cui rispetto è stato richiesto in progetto alla ditta esecutrice:

- Legge 186, 1 marzo 1968: Disposizioni concernenti la produzione dei materiali e l'installazione degli impianti elettrici;
- Legge 791, 18 ottobre 1977: Garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione, con relativi elenchi di norme armonizzate successivamente pubblicati;
- D.Lgs. 626, 25 novembre 1996: Marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
- D.M. 37, 22 gennaio 2008: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- Pareri e quesiti interpretativi Ministeriali di chiarimento o applicazione del D.M. 37/08;
- D.P.R. 462, 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.P.C.M. 23 aprile 1992: Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico a frequenza industriale (50 Hz) nell'ambiente abitativo interno ed all'esterno;

- Legge 36, 22 febbraio 2001: Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- D.Lgs. 257, 19.11.2007: Attuazione della Direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici);
- D.P.C.M. 01.03.91 riguardante i limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno;
- Legge 26.10.95 n. 447 legge quadro sull'inquinamento acustico e relativi decreti attuativi ai sensi dell'Art. 3;
- D.P.C.M. 14.11.97: Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- D.P.C.M. 05.12.97 riguardante determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici;
- D.M. 16.03.98: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- D.P.R. 222, 03 luglio 2003: Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili, in attuazione dell'articolo 31, comma 1, della legge 11 febbraio 1994, n. 109;
- D.Lgs. 09 aprile 2008, n.81: Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- Disposizioni della locale azienda distributrice dell'energia elettrica;

nonché le seguenti Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano:

- Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua";
- Norma CEI 44-5 "Sicurezza del macchinario, equipaggiamento elettrico delle macchine";
- Norma CEI 64-12 "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario";
- Norma CEI 64-14 "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori";
- Norma CEI 64-16 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Protezione contro le interferenze elettromagnetiche (EMI) negli impianti elettrici";
- Norma CEI 64-50 "Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Criteri generali";
- Norma CEI 11-25 "Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata- Calcolo delle correnti";
- Norma CEI 11-28 "Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione";
- Norma CEI 11-32 "Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria";
- Norma CEI 81-10/1 "Protezione contro i fulmini - Parte 1: Principi generali";
- Norma CEI 81-10/2 "Protezione contro i fulmini - Parte 2: Valutazione del rischio";
- Norma CEI 81-10/3 "Protezione contro i fulmini - Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone";
- Norma CEI 81-10/4 "Protezione contro i fulmini - Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture";
- Norme CEI del CT 13 "Apparecchi per la misura dell'energia elettrica e per il controllo del carico";
- Norme CEI del CT 14 "Trasformatori";
- Norme CEI del CT 15/112 "Materiali isolanti - Sistemi di isolamento";

- Norme CEI del CT 17 “Grossa apparecchiatura”;
- Norme CEI del CT 20 “Cavi per energia”;
- Norme CEI del CT 21/35 “Accumulatori e pile”;
- Norme CEI del CT 23 “Apparecchiatura a bassa tensione”;
- Norme CEI del CT 32 “Fusibili”;
- Norme CEI del CT 33 “Condensatori”;
- Norme CEI del CT 34 “Lampade e relative apparecchiature”;
- Norme CEI del CT 36 “Isolatori”;
- Norme CEI del CT 37 “Scaricatori”;
- Norme CEI del CT 38 “Trasformatori di misura”;
- Norme CEI del CT 59/61 “Apparecchi utilizzatori elettrici per uso domestico e similare”;
- Norme CEI del CT 65 “Controllo e misura nei processi industriali”;
- Norme CEI del CT 70 “Involucri di protezione”;
- Norme CEI del CT 95 “Relè di misura e dispositivi di protezione”;
- Norme CEI del CT 96 “Trasformatori di sicurezza ed isolamento”;
- Norme CEI del CT 210 “Compatibilità elettromagnetica”;
- Norme CEI del CT 305 “Apparati e sistemi terminali di telecomunicazioni”;
- Norme CEI del CT 306 “Interconnessione di apparecchiature di telecomunicazione”

nonché le Norme di unificazione UNI.

4.3 Criteri normativi di progetto degli impianti elettrici in luoghi ordinari

4.3.1 Generalità

L'impianto, ai fini della classificazione della norma CEI 64-8, Sezione 312, risulta costituire un sistema TN-S alimentato a 400 Volt alla frequenza convenzionale di 50 Hz dalle cabine di trasformazione di proprietà utente e derivate dalla rete Media Tensione propria dell'utente medesimo. Il sistema di distribuzione BT a valle dei trasformatori risulta essere costituito da 5 conduttori. Il conduttore di protezione, distribuito separatamente dal conduttore di neutro fa capo al medesimo collettore di terra sul quale è posto a terra il centro stella del trasformatore.

Per la determinazione dei parametri di dimensionamento principali dell'impianto si sono considerati:

- ai fini della determinazione delle **potenze** dei vari quadri nonché della potenza complessiva di impianto, i parametri noti o presunti delle utenze con riferimento ai relativi coefficienti di contemporaneità e di utilizzazione, il cui prodotto determina il dimensionamento in termini di potenza dell'impianto nel rispetto delle limitazioni termiche e di cadute di tensione; il valore delle correnti reali calcolate tiene conto dei **fattori di potenza** delle utenze considerate, in relazione ai centri di rifasamento installati;
- ai fini della **suddivisione dei circuiti dell'impianto**, i vincoli legati ai pericoli o inconvenienti derivanti da eventuali guasti, alle operazioni di manutenzione e verifica da eseguire in condizioni di sicurezza; in particolare agli effetti della manutenzione futura dell'impianto si è curato che tutte le operazioni di manutenzione possano essere eseguite facilmente ed in sicurezza e l'efficienza dell'impianto risulta sempre garantita ai massimi standard con utilizzo di componenti aventi basso tasso di degrado temporale;
- ai fini della corretta scelta dei **componenti da installare**, le condizioni di influenza esterne definite dalle condizioni ambientali del luogo di installazione;

- ai fini della **compatibilità** dei componenti si è verificato che i componenti installati non ricevano dannose influenze dai parametri propri dell'impianto utilizzatore e che siano tali da non introdurre in rete disturbi, con particolare riferimento a:
 - * sovratensioni transitorie;
 - * correnti armoniche;
 - * oscillazioni in alta frequenza;
 - * correnti di dispersione verso terra;
 - * correnti con componenti continue.

4.3.2 Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti è prevalentemente realizzata mediante isolamento delle parti attive.

Le parti di impianto non dotate di isolamento rimovibile solo mediante distruzione, sono state poste dietro barriere od entro involucri.

Le parti attive sono state poste dietro involucri che rispondono ampiamente ai gradi minimi previsti da norma (Norma CEI 64-8/4, Capitolo 412):

- IPXXB;
- IPXXD per le superfici orizzontali superiori degli involucri a portata di mano.

Le barriere ed involucri sono saldamente fissate ed hanno sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione ed una conveniente separazione delle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali considerate convenzionalmente per la tipologia di installazione in essere.

Tutti gli involucri o le barriere possono essere rimossi solamente con l'utilizzo di una chiave od attrezzo oppure se, dopo l'interruzione dell'alimentazione alle parti attive contro le quali le barriere o gli involucri offrono protezione, il ripristino dell'alimentazione sia possibile solo dopo la sostituzione o la richiusura delle barriere o degli involucri stessi.

L'utilizzo di interruttori differenziali a sensibilità 30 mA per la quasi totalità delle utenze servite, costituisce sui circuiti utilizzatori una protezione addizionale contro i contatti diretti.

Si precisa in ogni caso che la protezione solo mediante involucri o barriere non è stata realizzata in nessun caso.

Non si è in alcun modo fatto ricorso a protezione mediante ostacoli o distanziamento e pertanto le protezioni contro i contatti diretti risultano del tipo a protezione totale secondo quanto fissato alla Sezione 412 della Norma CEI 64-8.

4.3.3 Protezione contro i contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti avviene mediante interruzione automatica dell'alimentazione realizzata mediante interruttori automatici magnetotermici ed interruttori automatici magnetotermici e differenziali.

Tutte le masse dell'impianto sono collegate alla rete di terra attraverso conduttori di protezione facenti capo ai collettori di terra situati nel quadro generale e nei sottoquadri di distribuzione. Il collettore generale di terra è poi direttamente collegato all'impianto disperdente costituito da dispersori in intimo contatto con il terreno ed interconnessi tra loro.

La protezione dai contatti indiretti (Norma CEI 64-8/4, Capitolo 413) è assicurata se le caratteristiche di intervento dei dispositivi di protezione (differenziali o di massima corrente) e le impedenze dei circuiti sono tali che, se si presenta un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione od una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avviene entro il tempo specificato, soddisfacendo la seguente condizione:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

- Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;
- I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito dalla Tabella 41A (Norma CEI 64-8, Art 413.1.3) in funzione della tensione nominale U_0 oppure, nelle condizioni specificate in 413.1.3.5 entro un tempo convenzionale non superiore a 5s; se si usa un interruttore differenziale I_a è la corrente differenziale nominale $I_{\Delta n}$;
- U_0 è la tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra.

Per i circuiti di distribuzione sono ammessi tempi di intervento non superiori a **5 s**.

La condizione da verificare sopra esposta è quella che scaturisce dalla curva di sicurezza corrente (tensione)-tempo che fissa le condizioni di massima esposizione del corpo umano nei confronti dei pericoli di elettrocuzione.

Per alcuni componenti la protezione contro i contatti indiretti è stata realizzata mediante impiego di componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente ai sensi dell'Art. 413.2 della Norma CEI 64-8: in tali casi non si prevede il collegamento a terra in funzione della minor probabilità di guasto derivante dalle maggiorazioni dell'isolamento funzionale.

Non si è fatto ricorso a protezione per mezzo di luoghi conduttori ristretti, né a collegamento equipotenziale locale non connesso a terra, né a separazione elettrica dell'impianto o di parti di impianto.

4.3.4 Protezione dei circuiti a bassissima tensione

Dove per ragioni funzionali si è utilizzata una tensione inferiore a 50 Volt in generale si è utilizzata la protezione propria dei circuiti **FELV**, attuata mediante:

- isolamento corrispondente alla tensione minima di prova richiesta per il circuito primario del trasformatore oppure barriere o involucri conformi a quanto precedentemente esposto ai fini della protezione contro i contatti diretti;
- collegamento delle masse dei componenti elettrici del circuito FELV al PE del circuito primario;
- protezione mediante interruzione automatica del circuito di alimentazione primario.

Ove invece negli impianti ausiliari sono stati installati alimentatori a sicurezza per circuiti **SELV** (conformi alle relative norme ed in particolare alla Norma CEI 96-7 per i trasformatori di sicurezza per uso generale) non si è ricorso alla messa a terra dei componenti elettrici alimentati. In tal caso le condizioni di installazione dei circuiti sono conformi a quanto fissato nell'Art. 411.1.3 della Norma CEI 64-8, con particolare riferimento alla separazione delle linee da quelle di sistemi a piena tensione o di circuiti FELV (utilizzo di condutture separate o di cavi a doppio isolamento).

4.3.5 Protezione contro gli effetti termici

Si è accuratamente verificato che i componenti elettrici da installare e previsti in progetto risultino sufficientemente distanziati da persone e cose in modo da non ingenerare pericoli di:

- combustione di materiali infiammabili;
- deterioramento di superfici sensibili al calore;
- ustioni;
- riduzione della sicurezza dei componenti per deterioramento termico degli isolamenti.

Agli effetti della protezione contro gli incendi, qualora si sia ricorso a componenti che non possiedano prove normalizzate agli effetti del presente rischio, sono state assunte come significative le temperature di prova al filo incandescente fissate nella Tabella della Sezione 422 della Norma CEI 64-8/4 (parte *Commenti*).

Agli effetti della protezione contro le ustioni, le parti accessibili dei componenti elettrici non soggetti a normativa specifica CEI e posti a portata di mano, sono tali da non determinare il superamento dei limiti di cui alla Tabella 42A della Norma. In caso di superamento anche per brevi periodi in funzionamento ordinario dei suddetti limiti, essi sono protetti con involucri IPXXB.

4.3.6 Portata delle condutture

La temperatura raggiunta dall'isolante dei cavi in servizio ordinario deve essere inferiore alla massima temperatura ammissibile (70 °C per cavi in PVC, 90 °C per cavi in polietilene reticolato e in gomma etilenpropilenica).

Pertanto, al fine di proteggere le condutture da fenomeni di surriscaldamento, vengono installate le apparecchiature di protezione dalle sovracorrenti. Tale protezione si distingue in prima analisi in protezione dai sovraccarichi (CEI 64-8/4, Capitolo 433) e protezione dai cortocircuiti (Capitolo 434).

Per assicurare le protezioni contro i **sovraccarichi** delle condutture sopra descritte le norme prescrivono che siano contemporaneamente verificate le due condizioni seguenti:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

essendo:

I_b corrente di impiego del circuito;

I_z portata della conduttura in regime permanente;

$I_n (I_t)$ corrente nominale (di intervento termico) del dispositivo di protezione;

I_f corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione.

Le portate I_z assunte per il dimensionamento delle sezioni dei cavi sono quelle desunte dalla Norma CEI-UNEL 35024/1 per le pose in aria, mentre sono quelle desunte dalla tabella IEC 60364-5-523 per le pose interrate (posa D), in funzione di:

- tipo di posa;
- tipo di materiale isolante;
- numero di conduttori attivi (che in condizioni ordinarie di funzionamento portano la corrente nominale);
- sezione del conduttore.

I valori di portata I_0 riportati nelle tabelle B1, B2 e B3 sono da considerarsi nelle seguenti condizioni standard e in funzionamento a regime permanente:

- conduttori in rame, per alluminio è necessario moltiplicare per $K_0 = 0,62$
- temperatura ambiente T_a 30 °C (aria) e 20 °C (terra);

Nella scelta delle caratteristiche di tali apparecchiature di protezione dovranno essere tenute in considerazione le portate massime dei conduttori.

Tabella B1 - Cavi unipolari - Posa in aria

Installazione	Pose (64-8)	Isolante	Conduttori	Portata (A)									
				Sezioni (mmq)									
				1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
Cavi in tubo incassato in parete isolante	1-51-71-73-74	PVC	2	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151
		PVC	3	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136
		EPR	2	19	26	36	45	61	81	106	131	158	200
		EPR	3	17	23	31	40	54	73	95	117	141	179
Cavi in tubo in aria	3-4-5-22-23-24-31-32-33-34-41-42-72	PVC	2	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192
		PVC	3	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171
		EPR	2	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253
		EPR	3	20	28	37	48	66	88	117	144	175	222
Cavi in aria libera in posizione non accessibile	18	PVC	2	19,5	26	35	46	63	85	112	138	168	213
		PVC	3	15,5	21	28	36	57	76	101	125	151	192
		EPR	2	24	33	45	58	80	107	142	175	212	270
		EPR	3	28	28	37	48	71	96	127	157	190	242
Cavi in aria libera a trifoglio	11-12-21-25-43-52-53	PVC	3	19,5	26	35	46	63	85	110	137	167	216
		EPR	3	24	33	45	58	80	107	135	169	207	268
Cavi in aria libera in piano a contatto	13-14-15-16-17	PVC	2	22	30	40	52	71	96	131	162	196	251
		PVC	3	19,5	26	35	46	63	85	114	143	174	225
		EPR	2	27	37	50	64	88	119	161	200	242	310
		EPR	3	24	33	45	58	80	107	141	176	216	279
Cavi in aria libera distanziati su piano orizzontale	14-15-16	PVC	2	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281
		PVC	3	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281
		EPR	2	-	-	-	-	-	-	182	226	275	353
		EPR	3	-	-	-	-	-	-	182	226	275	353
Cavi in aria libera distanziati su piano verticale	14-15-16	PVC	2	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254
		PVC	3	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254
		EPR	2	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318
		EPR	3	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318

Installazione	Pose (64-8)	Isolante	Conduttori	Portata (A)								
				Sezioni (mmq)								
				95	120	150	185	240	300	400	500	630
Cavi in tubo incassato in parete isolante	1-51-71-73-74	PVC	2	182	210	240	273	320	-	-	-	-
		PVC	3	164	188	216	245	286	-	-	-	-
		EPR	2	241	278	318	362	424	-	-	-	-
		EPR	3	216	249	285	324	380	-	-	-	-
Cavi in tubo in aria	3-4-5-22-23-24-31-32-33-34-41-42-72	PVC	2	232	269	309	353	415	-	-	-	-
		PVC	3	207	239	275	314	369	-	-	-	-
		EPR	2	306	354	402	472	555	-	-	-	-
		EPR	3	269	312	355	417	490	-	-	-	-
Cavi in aria libera in posizione non accessibile	18	PVC	2	258	299	344	392	461	-	-	-	-
		PVC	3	232	269	309	353	415	-	-	-	-
		EPR	2	327	-	-	-	-	-	-	-	-
		EPR	3	293	-	-	-	-	-	-	-	-
Cavi in aria libera a trifoglio	11-12-21-25-43-52-53	PVC	3	264	308	356	409	485	561	656	749	855
		EPR	3	328	383	444	510	607	703	823	946	1088
Cavi in aria libera in piano a contatto	13-14-15-16-17	PVC	2	304	352	406	463	546	629	754	868	1005
		PVC	3	275	321	372	427	507	587	689	789	905
		EPR	2	377	437	504	575	679	783	940	1083	1254
		EPR	3	342	400	464	533	634	736	868	998	1151
Cavi in aria libera distanziati su un piano orizzontale	14-15-16	PVC	2	341	396	456	521	615	709	852	982	1138
		PVC	3	341	396	456	521	615	709	852	982	1138
		EPR	2	430	500	577	661	781	902	1085	1253	1454
		EPR	3	430	500	577	661	781	902	1085	1253	1454
Cavi in aria libera distanziati su piano verticale	14-15-16	PVC	2	311	362	419	480	569	659	795	920	1070
		PVC	3	311	362	419	480	569	659	795	920	1070
		EPR	2	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362
		EPR	3	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362

Tabella B2 - Cavi multipolari - posa in aria

Installazione	Pose (64-8)	Isolante	Conduttori	Portata (A)									
				Sezioni (mmq)									
				1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
Cavi in tubo incassato in parete isolante	2-51-73-74	PVC	2	14	18,5	25	32	43	57	75	92	110	139
		PVC	3	13	17,5	23	29	39	52	68	83	99	125
		EPR	2	18,5	25	33	42	57	76	99	121	145	183
		EPR	3	16,5	22	30	38	51	68	89	109	130	164
Cavi in tubo in aria	3A-4A-5A-21-21A-22A-25-31-32-33A-34A-43	PVC	2	16,5	23	30	38	52	69	90	111	133	168
		PVC	3	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149
		EPR	2	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221
		EPR	3	19,5	26	35	44	60	80	105	128	154	194
Cavi in aria libera distanziato da parete o su passerella	13-14-15-16-17	PVC	2	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232
		PVC	3	18,5	25	34	43	60	80	101	126	153	196
		EPR	2	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289
		EPR	3	23	32	42	54	75	100	127	158	192	246
Cavi in aria libera fissato alla parete/soffitto	11-11A-52-53	PVC	2	19,5	27	36	46	63	85	112	138	168	213
		PVC	3	17,5	24	32	41	57	76	96	119	144	184
		EPR	2	24	33	45	58	80	107	138	171	209	269
		EPR	3	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229

Installazione	Pose (64-8)	Isolante	Conduttori	Portata (A)									
				Sezioni (mmq)									
				95	120	150	185	240	300				
Cavi in tubo incassato in parete isolante	2-51-73-74	PVC	2	167	192	219	248	291	334				
		PVC	3	150	172	196	223	261	298				
		EPR	2	220	253	290	329	386	442				
		EPR	3	197	227	259	295	346	396				
Cavi in tubo in aria	3A-4A-5A-21-21A-22A-25-31-32-33A-34A-43	PVC	2	201	232	258	294	344	394				
		PVC	3	179	206	225	255	297	339				
		EPR	2	265	305	334	384	459	532				
		EPR	3	233	268	300	340	398	455				
Cavi in aria libera distanziato da parete o su passerella	13-14-15-16-17	PVC	2	282	328	379	434	514	593				
		PVC	3	238	276	319	364	430	497				
		EPR	2	352	410	473	542	641	741				
		EPR	3	298	346	399	456	538	621				
Cavi in aria libera fissato alla parete/soffitto	11-11A-52-53	PVC	2	258	299	344	392	461	530				
		PVC	3	223	259	299	341	403	464				
		EPR	2	328	382	441	506	599	693				
		EPR	3	278	322	371	424	500	576				

Tabella B3 - Posa interrata

Isolante	Numero Conduttori	Portata (A)														
		Sezioni (mmq)														
		1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
PVC	2	18	24	31	39	52	67	86	103	122	151	179	203	230	257	297
PVC	3	22	29	38	47	63	81	104	125	148	183	216	246	278	312	360
EPR	2	26	34	44	56	73	95	121	146	173	213	252	287	324	363	419
EPR	3	22	29	37	46	61	79	101	122	144	178	211	240	271	304	351

Per considerare le reali condizioni di posa rispetto a quelle standard sopra fissate nelle tabelle sopracitate, è necessario considerare dei coefficienti di riduzione delle portate, in particolare per il raggruppamento di più conduttori e per le differenti condizioni ambientali (temperatura di esercizio). La portata effettiva I_z risulta quindi dalle seguenti espressioni:

- $I_z = I_0 \cdot K_1 \cdot K_2$ per posa in aria,
- $I_z = I_0 \cdot K_3 \cdot K_4$ per posa interrata,

Tabella B4 - Fattori di correzione K_1 per temperature ambiente diverse da 30 °C

Temperatura ambiente (°C)	PVC	EPR
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41

Tabella B5 - Fattori di correzione K_2 per circuiti realizzati con cavi installati in fascio o strato

Tipo di posa	Numero di circuiti o cavi multipolari											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
Raggruppati a fascio, annegati	1,00	0,80	0,70	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
Singolo strato su muro, pavimento o passerelle non perforate	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70
Strato a soffitto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61
Strato su passerelle perforate orizzontali o verticali (perforate o non perforate)	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Strato su scala posa cavi o graffato ad un sostegno	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78

- Questi fattori sono applicabili a fascio o strato di cavi simili, uniformemente caricati. Un gruppo di cavi è considerato costituito da cavi simili quando il calcolo della portata per tutti i cavi è basato sulla stessa temperatura massima di esercizio e quando la variazione della sezione dei conduttori risulta compresa entro tre sezioni adiacenti unificate. Il fattore di correzione, a favore della sicurezza, per un fascio contenente cavi di diversa sezione è dato da:

$$F = 1/\sqrt{n}$$

dove:

F = fattore di correzione (sostituisce K_2)

n = numero di circuiti del fascio

- Dove le spaziature orizzontali fra cavi adiacenti, appartenenti a circuiti diversi, superano di due volte il diametro esterno del cavo di sezione maggiore, non è necessario applicare il fattore di correzione.

Tabella B6 - Fattori di correzione K_2 per circuiti realizzati con cavi multipolari installati in strato su più supporti (es. passerelle)

Metodo di installazione	Numero di passerelle	Numero di cavi					
		1	2	3	4	6	9
Passerelle perforate orizzontali con cavi a contatto ⁽¹⁾	2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68
	3	1,00	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66
Passerelle perforate orizzontali con cavi distanziati ⁽¹⁾	2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	-
	3	1,00	0,98	0,95	0,91	0,85	-
Passerelle perforate verticali con cavi a contatto ⁽²⁾	2	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,70
Passerelle perforate verticali con cavi distanziati ⁽²⁾	2	1,00	0,91	0,88	0,87	0,85	-
Scala posa cavi o elemento di sostegno con cavi a contatto ⁽¹⁾	2	1,00	0,86	0,80	0,78	0,76	0,73
	3	1,00	0,85	0,79	0,76	0,73	0,70
Scala posa cavi o elemento di sostegno con cavi distanziati ⁽¹⁾	2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	-
	3	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	-

Tabella B7 - Fattori di correzione K_2 per circuiti realizzati con cavi unipolari installati in strato su più supporti (es. passerelle)

Metodo di installazione	Numero di passerelle	Numero di cavi			Utilizzato per
		1	2	3	
Passerelle perforate orizzontali ⁽¹⁾	2	0,96	0,87	0,81	3 cavi in formazione orizzontale
	3	0,95	0,85	0,78	
Passerelle perforate verticali ⁽²⁾	2	0,95	0,84	-	3 cavi in formazione verticale
Scala posa cavi o elemento di sostegno ⁽¹⁾	2	0,98	0,93	0,89	3 cavi in formazione orizzontale
	3	0,97	0,90	0,86	

Metodo di installazione	Numero di passerelle	Numero di cavi			Utilizzato per
		1	2	3	
Passerelle perforate orizzontali ⁽¹⁾	2	0,97	0,93	0,89	3 cavi in formazione a trefolo
	3	0,96	0,92	0,86	
Passerelle perforate verticali ⁽²⁾	2	1,00	0,90	0,86	3 cavi in formazione a trefolo
Scala posa cavi o elemento di sostegno ⁽¹⁾	2	0,97	0,95	0,93	3 cavi in formazione a trefolo
	3	0,96	0,94	0,90	

- (1) I valori sono relativi a distanze verticali tra le passerelle di 300mm. Per distanze verticali minori i fattori dovrebbero essere ridotti.
- (2) I valori sono relativi a distanze orizzontali tra le passerelle di 225mm, con passerelle montate dorso a dorso. Per distanze minori i fattori dovrebbero essere ridotti.

Questi fattori sono applicabili a cavi simili uniformemente caricati.

Tabella B8 - Fattori di correzione K_3 per posa ravvicinata in tubi interrati.

Numero di cavi multipolari	Distanza tra i cavi (m)			
	Nulla	0,25	0,5	1,0
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90

Numero di circuiti di cavi unipolari	Distanza tra i cavi (m)			
	Nulla	0,25	0,5	1,0
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90

Tabella B9 - Fattori di correzione K_3 per pose ravvicinate in terra

Numero dei circuiti	Distanza tra i cavi (m)				
	Nulla	Φ cavo	0,125	0,25	0,5
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80

Tabella B10 - Fattori di correzione K_4 per temperature del terreno diverse da 20 °C

Temperatura ambiente (°C)	PVC	XLPE e EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65		0,60

Ove il dispositivo protegga diversi conduttori in parallelo, la taglia dell'interruttore sarà scelta per la protezione della singola linea. Non è pertanto permesso utilizzare il criterio di effettuare la somma delle portate dei vari conduttori. Ciò permette di accettare circuiti derivati dallo stesso interruttore con sezione diversa purché la minima sezione risulti protetta dal calibro dell'interruttore scelto.

Le condutture sono inoltre protette da cortocircuito mediante opportuni dispositivi. In ogni caso a questi dispositivi vengono richieste essenzialmente le due caratteristiche seguenti:

1. possedere un potere di interruzione superiore alla massima corrente di cortocircuito che si possa produrre nel determinato punto d'impianto in cui è collocato il dispositivo di protezione;
2. proteggere termicamente il conduttore: l'energia specifica passante I^2t dell'interruttore deve essere minore del valore di energia specifica sopportabile dal conduttore protetto.

A tal proposito le già citate norme CEI 64-8 richiedono la verifica della seguente disuguaglianza:

$$P \cdot t \leq K^2 \cdot S^2$$

dove K dipende dalle caratteristiche del conduttore (sezione e tipo di conduttore nonché isolamento) ed S è la sezione del conduttore.

In ogni caso la protezione del conduttore è garantita sia per la massima corrente di cortocircuito possibile, calcolata ai morsetti dell'interruttore, sia per la minima corrente che si produce alla più lontana estremità della linea.

La protezione dei conduttori attivi degli impianti progettati è stata realizzata mediante dispositivi in grado di proteggere contemporaneamente sia dai sovraccarichi sia dai cortocircuiti.

In caso ogni singolo dispositivo di protezione automatico non sia autoprotetto alla massima corrente di cortocircuito, ossia non possieda un potere di interruzione almeno pari alla massima corrente di cortocircuito producibile nel suo punto di installazione, si è reso necessario attuare la protezione per filiazione (back-up) contro i cortocircuiti.

Le taglie coordinate delle sezioni di linea e degli sganciatori degli apparecchi di protezione, sono state scelte e determinate per soddisfare le condizioni di protezione delle linee per i sovraccarichi ed i cortocircuiti.

4.3.7 Tipologie di cavi utilizzati

I cavi che sono stati utilizzati nel progetto hanno caratteristiche di non propagazione dell'incendio, adatti per posa all'esterno e quindi non integrati in modo permanente in opere di costruzione, ed in particolare sono del seguente tipo:

- cavi unipolari e multipolari tipo **FG7R, RG7R (UG7R), FG7OR** aventi le seguenti caratteristiche:
 - tensione nominale 0,6/1 kV;
 - temperatura massima di esercizio 90 °C;
 - conduttori in rame rosso ricotto a corda flessibile spiralata (cavi tipo F) o a conduttore rigido (cavi tipo U ed R);
 - isolamento principale in EPR qualità G7;
 - guaina esterna in PVC qualità Rz di colore grigio RAL 7035 realizzata con mescola antiabrasiva.

Essi risultano conformi alle norme CEI 20-22 II (caratteristiche di non propagazione dell'incendio), CEI 20-13 (caratteristiche dei cavi con isolamento in gomma per tensioni nominali superiori ad 1 kV), e tabella CEI UNEL 35375 (cavi uni/multipolari per energia con conduttori flessibili), CEI UNEL 35376 (cavi uni/multipolari per energia con conduttori rigidi), CEI UNEL 35377 (cavi multipolari per segnalamento). Questi cavi sono idonei per la posa fissa interna o esterna anche in ambienti bagnati; è ammessa la posa interrata.

4.3.8 Protezione contro le sovratensioni e gli abbassamenti di tensione

Per la protezione dagli effetti derivanti dalle scariche atmosferiche (fulminazioni indirette) o comunque da eventuali sovratensioni di linea in ingresso all'impianto, è stata prevista l'installazione di limitatori di sovratensione in classe 1 o 2 a bordo dei nuovi quadri elettrici esterni, coordinati con i dispositivi di limitazione esistenti a monte.

Non sono previste specifiche protezioni nell'impianto contro gli abbassamenti di tensione di rete in quanto non esistono pericoli immediati derivanti da tale situazione.

4.3.9 Sezionamento e comando

Tutti i circuiti sono sezionabili per poter effettuare la manutenzione elettrica. A tal scopo l'elevato sezionamento dei circuiti utilizzatori garantisce la possibilità di operare senza produrre eccessivi disservizi all'impianto.

Il sezionamento viene effettuato sui conduttori attivi (quindi neutro compreso), mentre non è installato alcun sezionamento sul conduttore di protezione. Non sono stati installati fusibili sul neutro.

L'interruzione per manutenzione non elettrica viene assicurata dai medesimi dispositivi per l'interruzione per manutenzione elettrica.

I comandi funzionali vengono realizzati mediante contattori sulla linea che agiscono su tutti i conduttori attivi; in ogni caso i dispositivi di comando unipolare diretto sulla linea di alimentazione, utilizzati per i punti luce, sono in sovrapposizione, a solo scopo funzionale, agli interruttori bipolari di sezionamento del circuito su quadro.

4.3.10 Coordinamento tra diversi dispositivi di protezione

E' stato verificato, per rendere minime le cause di disservizio sulle utenze, che sussistano le condizioni di selettività tra differenti dispositivi di protezione.

In particolare:

- sussiste selettività ampermetrica fra le apparecchiature magnetotermiche automatiche istantanee in cascata: il primo interruttore a dover intervenire è pertanto quello immediatamente a monte del sovraccarico o del cortocircuito;
- sussiste selettività ampermetrica e cronometrica fra i diversi dispositivi differenziali in cascata.

4.3.11 Cadute di tensione massime

La differenza fra la tensione a pieno carico dei trasformatori e la tensione che si riscontra in qualsiasi punto degli impianti, quando sono inseriti tutti gli utilizzatori ammessi a funzionare contemporaneamente secondo i fattori di contemporaneità previsti in progetto, e quando la tensione all'origine dell'impianto sotto misura rimanga costante, non supera il 4% a norma di quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8, Art. 525.

Cadute di tensione più elevate sono state ammesse per i motori durante i periodi di avviamento, o per altri componenti elettrici che richiedano assorbimenti di corrente più elevati.

4.3.12 Densità massima di corrente

Indipendentemente dalle sezioni conseguenti alle anzidette massime cadute di tensione ammesse nei circuiti, per i conduttori di tutti gli impianti alimentati a piena tensione normale della rete B.T., la massima densità di corrente ammessa in progetto non supera il 90% di quella ricavabile dalle tabelle UNEL in vigore. Per le linee principali di alimentazione, la massima densità di corrente ammessa non supera il 95% di quella ricavabile dalle tabelle UNEL in vigore.

4.3.13 Separazione dei circuiti

Nel progetto è stata accuratamente prevista la separazione dei conduttori a differenti livelli di tensione (la separazione si intende garantita anche in presenza di cavi a doppio isolamento aventi isolamento corrispondente alla massima tensione presente nei circuiti adiacenti) all'interno dei quadri, nelle condutture portacavi ed in corrispondenza ad eventuali cassette di derivazione o giunzione.

4.3.14 Messa a terra e conduttori di protezione

L'impianto di terra fa capo all'impianto disperdente preesistente.

L'impianto disperdente è collegato al collettore principale di terra mediante *conduttore di terra* costituito da un conduttore in rame avente le seguenti sezioni minime:

- 25 mm² per conduttori in rame nudo;
- 16 mm² per conduttori in rame isolato.

Sul *collettore principale di terra* i terminali del conduttore di terra ed i vari conduttori di protezione ed equipotenziali imbullonati sono ispezionabili e possono essere disconnessi permettendo di eseguire una misura della resistenza globale di terra.

La sezione del *conduttore di protezione* (PE) è stata scelta in modo conforme a quanto prescritto nella sezione 543 della Norma CEI 64-8 come indicato di seguito:

- la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non è, in ogni caso, inferiore a:
 - 2,5 mmq se è prevista una protezione meccanica;
 - 4 mmq se non è prevista una protezione meccanica.
- la sezione del conduttore rispetta inoltre i valori riportati nella seguente Tabella:

Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase corrispondente

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto - S (mm ²)	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione - S _p (mm ²)
S ≤ 16	S _p = S
16 < S ≤ 35	S _p = 16
S > 35	S _p = S/2

I valori della Tabella sono stati assunti validi quando i conduttori di protezione sono costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase. In caso differente sono stati dimensionati termicamente in base alla formula del punto successivo.

Quando il conduttore di protezione risulta comune a più circuiti, la sua sezione è stata calcolata in funzione del conduttore di fase avente sezione maggiore.

- nel caso in cui le sezioni dei conduttori siano state scelte con valori inferiori ai valori riportati nella Tabella sopraesposta o quando i conduttori di protezione fossero di materiale diverso dai conduttori di fase, il calcolo della sezione del conduttore di protezione è stato condotto utilizzando la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

dove:

- S_p: sezione del conduttore di protezione (mm²);
- I: valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t: tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K: fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento di altre parti a contatto e dalle temperature iniziali e finali.

Nell'impianto in oggetto sono stati adottati i sopracitati criteri per il dimensionamento dei conduttori di protezione, adottando quando possibile il dimensionamento standard nel rispetto dei limiti fissati per la

minima sezione agli effetti meccanici e ricorrendo invece al calcolo dell'impulso termico unicamente per le situazioni in cui le maggiori dimensioni dei PE o particolari condizioni di installazione consigliassero valori di sezione del PE inferiori a quanto determinato dalla precedente tabella.

Agli effetti del calcolo di cui sopra, i valori assunti per il coefficiente K in funzione del tipo di isolamento del conduttore di protezione e della costituzione del PE stesso, con riferimento alle condizioni di smaltimento termico, sono quelli fissati dalle tabelle 54B, 54C, 54D e 54E della Norma CEI 64-8/5.

Come conduttori di protezione sono stati utilizzati esclusivamente cavi esplicitamente dedicati e contrassegnati con colorazione giallo-verde con fascettatura terminale per i tratti in rame nudo. Tutte le connessioni sono previste in cassette di ispezione in modo che possano essere verificabili in qualunque momento.

Il dimensionamento dei **conduttori equipotenziali** è stato condotto conformemente a quanto individuato nella sezione 547 ed in particolare:

1. i **conduttori equipotenziali principali**, destinati a connettere al collettore principale di terra le masse estranee in ingresso all'unità servita dagli impianti di cui si tratta (tubazioni metalliche collegate nel punto di uscita dal terreno), presentano sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto, con un minimo di 6 mm² e un massimo di 25 mm² e sono costituiti da conduttori in rame isolati giallo-verde;
2. i **conduttori equipotenziali supplementari** (eventualmente presenti), se di collegamento tra due masse presentano sezione non inferiore a quella del più piccolo conduttore di protezione collegato a queste masse, mentre se di collegamento tra massa e massa estranea presentano sezione non inferiore al 50% di quella del maggiore conduttore di PE di collegamento della massa.

Tutti i materiali dell'impianto di terra sono tali da assicurare una efficienza duratura nel tempo in relazione alle azioni di deperimento legate alle condizioni ambientali dei vari componenti, sono stati dimensionati in modo tale che l'impulso termico provocato dalle eventuali correnti di guasto sia limitato al di sotto dei valori tollerabili in modo da non arrecare danno ai componenti ed alle giunzioni.

4.4 Criteri normativi di progetto degli impianti elettrici in luoghi soggetti a normativa specifica

4.4.1 Generalità

Nei luoghi soggetti a normativa specifica CEI per la esecuzione degli impianti elettrici sono stati previsti provvedimenti integrativi a quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8 per i luoghi ordinari e sopra esplicitati nel Capitolo 4.3.

4.4.2 Ambienti a maggior rischio in caso di incendio

A tali locali sono applicate le prescrizioni integrative riportate nella Norma CEI 64-8/7, Sezione 751.

Protezione delle condutture elettriche

I dispositivi di protezione contro le sovracorrenti devono essere installati all'origine dei circuiti; sia di quelli che attraversano i luoghi in esame, sia quelli che si originano nei luoghi stessi (anche per alimentare apparecchi utilizzatori contenuti nel luogo a maggior rischio in caso di incendio).

Per le condutture sotto elencate al punto c), i circuiti devono essere protetti, oltre che con le protezioni generali della norma CEI 68-8 Capitolo 43 e della Sezione 473 in uno dei modi seguenti:

- a) nei sistemi TT e TN con dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale d'intervento non superiore a 300 mA anche ad intervento ritardato; quando i guasti resistivi possano innescare un incendio, per esempio per riscaldamento a soffitto con elementi a pellicola riscaldante, la corrente differenziale nominale deve essere $I_{dn} = 30$ mA; quando non sia possibile, per esempio per

necessità di continuità di servizio, proteggere i circuiti di distribuzione con dispositivo a corrente differenziale avente corrente differenziale non superiore a 300 mA, anche ad intervento ritardato, si può ricorrere, in alternativa, all'uso di un dispositivo differenziale con corrente differenziale non superiore a 1 A ad intervento ritardato.

- b) nei sistemi IT con dispositivo che rileva con continuità le correnti di dispersione verso terra e provoca l'apertura automatica del circuito quando si manifesta un decadimento d'isolamento; tuttavia, quando ciò non sia possibile, per es. per necessità di continuità di servizio, il dispositivo di cui sopra può azionare un allarme ottico ed acustico invece di provocare l'apertura del circuito; adeguate istruzioni devono essere date affinché, in caso di primo guasto, sia effettuata l'apertura manuale il più presto possibile.

Tipi di condutture ammesse

Le condutture (comprese quelle che transitano soltanto) devono essere realizzate in uno dei modi indicati qui di seguito in a), b), c):

a)

a1) condutture di qualsiasi tipo incassate in strutture non combustibili;

a2) condutture realizzate con cavi in tubi protettivi metallici o involucri metallici, entrambi con grado di protezione almeno IP4X.

a3) condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione sprovvisti all'esterno di guaina non metallica.

b)

b1) condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico, o di una guaina metallica, o di un'armatura, aventi caratteristiche tali da poter svolgere la funzione di conduttore di protezione;

b2) condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione provvisti all'esterno di guaina non metallica;

b3) condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime o sull'insieme delle anime con caratteristiche tali da poter svolgere la funzione di conduttore di protezione.

Per evitare la propagazione dell'incendio vedere 751.04.2.8.

c)

c1) condutture diverse da quelle in a) e b), realizzate con cavi multipolari provvisti di conduttore di protezione;

c2) condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi metallici o involucri metallici, senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai tubi o involucri stessi o da un conduttore (nudo o isolato) contenuto in ciascuno di essi;

c3) condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi o involucri, entrambi:

- costruiti con materiali isolanti;
- installati in vista (non incassati);
- con grado di protezione almeno IP4X.

Qualora i suddetti involucri siano installati in vista e non esistano le relative Norme CEI di prodotto, si devono applicare i criteri di prova indicati nella Tabella riportata nel Commento alla Sezione 422 della presente norma, assumendo per la prova al filo incandescente 850 °C anziché 650 °C.

c4) binari elettrificati e condotti sbarre con grado di protezione almeno IP4X.

Requisiti delle condutture per evitare la propagazione dell'incendio

Per le condutture sopraelencate nei punti b) e c) la propagazione dell'incendio lungo le stesse deve essere evitata in uno dei modi indicati nei punti a), b), c) seguenti:

- a) utilizzando cavi “non propaganti la fiamma” in conformità con la Norma CEI EN 50265 (CEI 20-35) quando:
 - sono installati individualmente o sono distanziati tra loro non meno di 250 mm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso; oppure
 - i cavi sono installati individualmente in tubi protettivi o involucri con grado di protezione almeno IP4X;
- b) utilizzando cavi “non propaganti l'incendio” installati in fascio in conformità con la Norma CEI EN 50266 (CEI 20-22 cat. II e/o cat. III); peraltro, qualora essi siano installati in quantità tale da superare il volume unitario di materiale non metallico stabilito dalla Norma CEI EN 50266 per le prove, devono essere adottati provvedimenti integrativi analoghi a quelli indicati in c);
- c) adottando sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti come indicato nella Norma CEI 11-17. Inoltre, devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio. Le barriere tagliafiamma devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno pari a quelle richieste per gli elementi costruttivi del solaio o parete in cui sono installate.

4.4.3 Impianti di illuminazione situati all'esterno

A tali locali sono applicate le prescrizioni integrative riportate nella Norma CEI 64-8/7, Sezione 714.

Campo di applicazione

Le prescrizioni particolari della presente Sezione si applicano agli impianti di illuminazione fissi situati in area esterna.

NOTA: L'illuminazione esterna comprende gli apparecchi di illuminazione, le condutture ed i relativi accessori posti all'esterno degli edifici.

Esse si applicano in particolare a:

- impianti di illuminazione per esempio per strade, parchi, giardini, aree per lo sport, illuminazione di monumenti e illuminazione con proiettori;
- altri impianti di illuminazione in posti quali cabine telefoniche, pensiline di fermata per mezzi di trasporto (es. autobus e tram), insegne pubblicitarie, mappe di città e segnaletica stradale.

Le prescrizioni della presente Sezione non si applicano a:

- catene luminose temporanee;
- sistemi di segnalazione del traffico stradale (impianti semaforici, messaggi variabili stradali, ecc.);
- apparecchi di illuminazione che sono fissati all'esterno di un edificio e che sono alimentati direttamente tramite le condutture interne di tale edificio.

Per gli impianti di illuminazione per le piscine e le fontane, vedere la Sezione 702.

Definizioni

Origine dell'impianto elettrico di illuminazione esterna

Punto di consegna dell'energia elettrica da parte del distributore, o origine del circuito che alimenta l'impianto di illuminazione esterno.

Impianto elettrico di illuminazione esterna

Complesso formato dalle linee di alimentazione, dai sostegni degli apparecchi di illuminazione e dalle apparecchiature, destinato a realizzare l'illuminazione di aree esterne.

Area esterna

E' qualsiasi area (strade, parchi, giardini, aree sportive) posta all'aperto o comunque esposta all'azione degli agenti atmosferici. Ai fini della presente Norma le gallerie stradali o pedonali, i portici ed i sottopassi si considerano aree esterne.

Apparecchio di illuminazione

Apparecchio che distribuisce, filtra o trasforma la luce trasmessa da una o più lampade e che comprende tutte le parti necessarie a sostenere, fissare e proteggere le lampade, ma non le lampade stesse, e, se necessario, i circuiti ausiliari ed i dispositivi di connessione all'alimentazione.

Centro luminoso

Complesso costituito dall'apparecchio di illuminazione, dalle lampade in esso installate e dagli eventuali ausiliari elettrici anche se non incorporati nell'apparecchio di illuminazione.

Caratteristiche elettriche

Resistenza di isolamento

Con apparecchi di illuminazione disinseriti, ogni circuito di illuminazione alimentato a tensione fino a 1000 V, all'atto della verifica iniziale, deve presentare una resistenza di isolamento verso terra non inferiore ai valori presenti nella tabella 61A della Norma CEI 64-8, riportata di seguito.

Tensione nominale del circuito (V)	Tensione di prova c.c. (V)	Resistenza di isolamento (MΩ)
SELV e PELV	250	≥ 0,5
Fino a 500 V, compreso FELV	500	≥ 1,0
Oltre 500 V	1000	≥ 1,0

Con apparecchi di illuminazione inseriti, ogni circuito di illuminazione, all'atto della verifica iniziale, deve presentare una resistenza di isolamento verso terra non inferiore a:

- per gli impianti di categoria 0: 0,25 MΩ;
- per gli impianti di categoria I:

$$[2 \div (L + N)] \text{ M}\Omega$$

dove:

L = lunghezza complessiva delle linee di alimentazione, in km (si assume il valore 1 per lunghezze inferiori a 1 km);

N = numero degli apparecchi di illuminazione presenti nel sistema elettrico

Questa misura deve essere effettuata tra il complesso dei conduttori metallicamente connessi e la terra, con l'impianto predisposto per il funzionamento ordinario, e quindi con tutti gli apparecchi di illuminazione inseriti.

La tensione di prova deve essere applicata per circa 60 s.

Alimentazione

I circuiti di alimentazione trifasi degli apparecchi di illuminazione devono essere realizzati in modo da ridurre al minimo gli squilibri di corrente lungo la rete.

Classificazione delle influenze esterne

Si applica il Capitolo 512.2 della Norma CEI 64-8/5.

NOTA: In certi casi (vedere la Parte 3 della Norma CEI 64-8) si possono prendere in considerazione altre condizioni di influenze esterne, quali per esempio sostanze corrosive, sollecitazioni meccaniche, irraggiamento solare, ecc.

Impianti comprendenti linee aeree esterne

Le linee aeree esterne devono rispondere, oltre che alle prescrizioni della presente Norma, anche a quelle della Norma CEI 11-4.

Protezione contro i fulmini

La protezione dei sostegni contro i fulmini non è necessaria.

In casi particolari (es. torri faro) per la protezione dei sostegni si fa riferimento alla serie di Norme CEI EN 62305 (serie CEI 81-10).

Protezione contro i contatti diretti

Tutte le parti attive dei componenti elettrici devono essere protette mediante isolamento o mediante barriere o involucri per impedire i contatti indiretti.

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 (IPXXB) 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 un'altezza superiore a 2,8 m.

Protezione contro i contatti indiretti

La protezione mediante luoghi non conduttori e la protezione mediante collegamento equipotenziale locale non connesso a terra non devono essere utilizzate.

Nel caso di impianti di illuminazione esterna installati su sostegni che sorreggono anche linee elettriche adibite ad altri servizi, le prescrizioni contro i contatti indiretti indicati negli articoli della presente Sezione, si applicano solo all'impianto di illuminazione esterna e non alle linee elettriche aeree, per le quali valgono le prescrizioni della Norma CEI 11-4.

Non è richiesta la messa a terra di parti metalliche poste ad una distanza inferiore ad 1 m dai conduttori nudi di linee elettriche aeree di alimentazione purché:

- tali parti metalliche risultino isolate dalle restanti parti dell'impianto (funi di sospensione, pali, ecc.).
- tali parti metalliche vengano considerate in tensione e trattate alla stregua dei conduttori nudi di alimentazione per quanto concerne i distanziamenti di sicurezza che devono essere osservati dagli operatori in occasione di interventi sugli impianti.

Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione

Non è necessario collegare all'impianto di terra dell'impianto di illuminazione le strutture metalliche (quali recinti, griglie, ecc.) che sono situate in prossimità ma non fanno parte dell'impianto di illuminazione esterno.

NOTA 1: L'utilizzo di un singolo dispositivo di protezione a corrente differenziale all'origine dell'impianto di illuminazione, nel caso di un singolo guasto in un apparecchio di illuminazione, può determinare il distacco dell'intero impianto di illuminazione e rischi per la sicurezza degli utenti.

NOTA 2: Si raccomanda di proteggere gli impianti di illuminazione situati in posti quali quelli indicati nel secondo alinea del paragrafo 714.1 (altri impianti di illuminazione in posti quali cabine telefoniche, pensiline di fermata per mezzi di trasporto, insegne pubblicitarie, mappe di città e segnaletica stradale) mediante dispositivi di protezione a corrente differenziale aventi corrente nominale differenziale non superiore a 30 mA. Tali dispositivi di protezione forniscono inoltre una protezione addizionale contro i contatti diretti.

Protezione mediante componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente

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 della Norma CEI 64-8/4. Ai fini di questo articolo si devono utilizzare cavi aventi tensione di isolamento almeno 0,6/1 kV.

Protezione contro le sovracorrenti

Vale la regola generale della Sezione 434 della Norma CEI 64-8/4.

NOTA: L'utilizzo di un singolo dispositivo di protezione dai cortocircuiti all'origine dell'impianto di illuminazione può causare, nel caso di un singolo guasto in un apparecchio di illuminazione, il distacco dell'intero impianto di illuminazione e rischi per la sicurezza degli utenti.

Scelta e messa in opera delle condutture elettriche

I componenti elettrici devono avere, per costruzione o per installazione, almeno il grado di protezione IP33.

NOTA: Possono essere richiesti gradi di protezione più elevati in relazione alle condizioni di installazione, ad esempio spruzzi.

Per gli apparecchi di illuminazione il grado di protezione IP23 è sufficiente quando il rischio di inquinamento ambientale sia trascurabile, e se gli apparecchi di illuminazione sono posti a più di 2,50 m al di sopra del livello del suolo.

Le prescrizioni relative alla costruzione e alla sicurezza degli apparecchi di illuminazione sono indicate nella serie di Norme CEI EN 60598.

Il grado minimo di protezione dei componenti deve essere:

- per i componenti interrati o installati in pozzetto: IPX7 se è previsto il drenaggio, o grado di protezione IPX8 nel caso in cui sia prevedibile un funzionamento prevalentemente sommerso;
- per gli apparecchi di illuminazione in galleria: IPX5.

Caduta di tensione nel circuito degli impianti in derivazione

Si applica quanto indicato nel Capitolo 525 della Norma CEI 64-8/5, e nel relativo commento, con la differenza di considerare la caduta di tensione al 5% della tensione nominale dell'impianto.

Allegato A (informativo)

Caratteristiche meccaniche dei pali di illuminazione

Per la determinazione delle caratteristiche meccaniche dei pali di illuminazione (materiale, dimensioni, protezione dalla corrosione, ipotesi di carico, progetto e la sua verifica), si deve fare riferimento alla serie di Norme UNI EN 40.

Nel caso in cui i pali di illuminazione sorreggono anche le linee aeree, per quanto riguarda la stabilità del palo e delle sue fondazioni, bisogna osservare anche quanto prescritto dalla Norma CEI 11-4.

Barriere di sicurezza e distanziamenti dei pali di illuminazione dai limiti della carreggiata e della sede stradale

I pali di illuminazione devono essere protetti con barriere di sicurezza o distanziati opportunamente dai limiti della carreggiata in modo da garantire accettabili condizioni di sicurezza stradale. L'uso di opportune barriere di sicurezza o distanziamenti sono stabiliti da appositi decreti ministeriali (D.M. 3 giugno 1998; D.M. 18 febbraio 1992, n. 223; D.M. 15 ottobre 1996; D.M. 21 giugno 2004). Si veda anche la Norma UNI 1317.

NOTA: Per quanto riguarda l'altezza minima dal pianto della carreggiata degli apparecchi di illuminazione, nonché la sporgenza dei sostegni rispetto alla stessa carreggiata si vedano le disposizioni del Codice della Strada.

Al fine di consentire il passaggio di persone su sedia a ruote, i sostegni devono essere posizionati in modo che il percorso pedonale abbia larghezza di almeno 90 cm secondo quanto specificato dal D.M. 14 giugno 1989, n. 236, paragrafo 8.2.1.

Distanziamenti dei sostegni e degli apparecchi di illuminazione dai conduttori delle linee elettriche aeree esterne

Le distanze dai sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dai conduttori di linee elettriche aeree (conduttori supposti sia con catenaria verticale sia con catenaria inclinata di 30° sulla verticale, nelle condizioni indicate nella Norma CEI 11-4 in 2.2.4 – ipotesi 3) non devono essere inferiori a:

- 1 m dai conduttori delle linee in categoria 0 e I;
Il distanziamento minimo sopra indicato può essere ridotto a 0,5 m quando si tratti di linee con conduttori in cavo aereo ed in ogni caso nell'abitato.
- $(3 + 0,015 U)$ m dai conduttori di linee in categoria II e III, dove U è la tensione nominale della linea aerea espressa in kV.
Il distanziamento può essere ridotto a $(1 + 0,015 U)$ m per le linee in cavo aereo e, quando ci sia l'accordo fra i proprietari interessati, anche per le linee con conduttori nudi.

NOTA: I distanziamenti sopra indicati si riferiscono unicamente al corretto funzionamento degli impianti elettrici; distanziamenti maggiori sono di regola necessari per tenere conto anche delle esigenze di sicurezza degli operatori che intervengono sugli impianti di illuminazione pubblica.

Allegato B (informativo)

Dati utili per la realizzazione dell'impianto

- Planimetria con l'indicazione e la definizione delle aree da illuminare (per le strade con traffico motorizzato la classificazione secondo il Codice della Strada);
- Norme di riferimento;
- Prestazioni fotometriche (livelli di luminanza e/o illuminamento, di uniformità e abbagliamento);
- Eventuali vincoli per la realizzazione dell'impianto (sottoservizi, alberature, barriere architettoniche, ecc.);
- Eventuale tipologia dell'impianto (tipo di alimentazione, tipo di sostegno: su palo, sospensione, mensola a muro, ecc.);
- Eventuali prescrizioni sulla tipologia dei componenti (standardizzazioni, caratteristiche delle lampade, ecc.);
- Eventuali vincoli e prescrizioni inerenti la gestione dell'impianto;
- Prescrizioni di limitazione delle perdite di energia sulle linee di distribuzione;
- Eventuali vincoli per la riduzione dell'inquinamento luminoso.

Allegato C (informativo)

Schema dell'impianto

Ad impianto ultimato il costruttore deve fornire al committente uno schema elettrico dell'impianto ed una planimetria nella quale siano indicate almeno:

- Ubicazione e caratteristiche degli apparecchi di illuminazione e relativi accessori;
- Posizione, caratteristiche e schemi degli apparecchi di comando e delle eventuali cabine;
- Ubicazione e caratteristiche delle linee di alimentazione.

4.5 Protezione contro le scariche atmosferiche

4.5.1 Protezione contro le fulminazioni dirette

Non è stata presa in considerazione la protezione contro le fulminazioni dirette in quanto non richiesta dalla Committenza la valutazione dell'eventuale rischio di fulminazione presente.

4.5.2 Protezione contro le fulminazioni indirette

Non è stata presa in considerazione la protezione contro le fulminazioni indirette in quanto non richiesta dalla Committenza la valutazione dell'eventuale rischio di fulminazione presente.

5. CONCLUSIONI

Il progetto è stato realizzato conformemente alle disposizioni legislative e normative richiamate nella presente relazione tecnica in vigore alla data di stesura della presente relazione tecnica di progetto.

E' fatto obbligo al committente, ai sensi del D.M. 37/08, di affidare i lavori a ditta abilitata per le relative categorie di lavoro ai sensi del D.M. medesimo. A fine lavori la ditta esecutrice dovrà rilasciare la dichiarazione di conformità ai sensi del D.M. 37/08, comprensiva degli allegati previsti per legge. In caso la struttura rientri nella disciplina del DPR 462/01 (presenza di dipendenti) il datore di lavoro sarà tenuto a trasmettere agli enti previsti la suddetta dichiarazione di conformità.

Carpi, 20 Febbraio 2018

Il Progettista

Il Direttore Tecnico