



Città Metropolitana di Milano

**Progettazione esecutiva e realizzazione dei lavori di
riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415
“Paullese” – 2° Lotto – 1° Stralcio tratto “A” da S.P. 39
“Cerca” alla progr. Km 12+746 (Intersezione TEEM)**

PROGETTO ESECUTIVO

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ing. Carlo Maria Merlano

PROGETTAZIONE

Ing. Andrea Orio – OB2 Ingegneria Srl
Prof. Ing. Antonio Capsoni – B&C Associate
Ing. Valter Peisino – IG Ingegneria Geotecnica Srl
Studio Ing. Alessandro Berdini
Ing. Alex Pellegatta



I. G. INGEGNERIA GEOTECNICA s.r.l.
Dott. Ing. Valter PEISINO
ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CUNEO
n° 753



APPALTATORE



GIMACO COSTRUZIONI Srl

ELABORATO

Relazione tecnica sulla consistenza e tipologia dell'impianto elettrico

doc.268

CODICE

1822_E_R_3.28.1_02

DATA 10/2018

REDATTO DF

VER. A0

APPR. A0

SCALA -

REVISIONE

DATA

REDATTO

MOTIVAZIONE

APPROVATO

NOME FILE C:\lavori...\1_LAV\1_PRO\3_PE
\4_DSGN\IMP\3.28.1

01

26/10/18

AGGIORNAMENTO

02

03/10/19

AGGIORNAMENTO

REVISIONI

01 02

INDICE

1.	GENERALITA' E PRESTAZIONI RICHIESTE	2
2.	NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO PER GLI IMPIANTI E I COMPONENTI	2
2.1.	NORME E GUIDE TECNICHE PER IMPIANTI	3
2.2.	NORME TECNICHE PER COMPONENTI	4
3.	VINCOLI DA RISPETTARE	6
3.1.	LEGGI E DECRETI	6
3.2.	REGOLAMENTI E/O PRESCRIZIONI	6
3.3.	VARIANTI ALL'ESECUZIONE DELLE OPERE	6
3.4.	DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ	6
3.5.	CERTIFICAZIONE QUADRI ELETTRICI	7
3.6.	DENUNCIA IMPIANTI DI TERRA E/O DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE	7
4.	CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO ELETTRICO	8
4.1.	CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI	8
4.2.	CLASSIFICAZIONE DELLE INFLUENZE ESTERNE	8
4.3.	CLASSIFICAZIONE DELL'IMPIANTO	8
4.4.	CADUTA DI TENSIONE SULLE LINEE	9
5.	PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI	10
5.1.	PROTEZIONE MEDIANTE INTERRUZIONE AUTOMATICA DELL'ALIMENTAZIONE (SISTEMA TT)	10
5.2.	IMPIANTO DI TERRA E CIRCUITO DI PROTEZIONE	10
5.3.	PROTEZIONE CON COMPONENTI ELETTRICI DI CLASSE II O CON ISOLAMENTO RINFORZATO	11
6.	PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI	12
7.	DIMENSIONAMENTO DELLE CONDUTTURE (PRESCRIZIONI GENERICHE)	13
7.1.	CARATTERISTICHE DELLE CONDUTTURE	13
7.2.	PORTATA DELLE CONDUTTURE	13
7.2.1.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI	14
8.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO L'INCENDIO	16
9.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI	17
10.	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E SCELTA DEI COMPONENTI ELETTRICI	18
11.	CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO IN PROGETTO	19
11.1.	CLASSIFICAZIONE DEL TRACCIATO VIARIO	19
11.2.	PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE	19
11.3.	APPARECCHI ILLUMINANTI	19
11.4.	MODALITA' DI COMANDO E RISPARMIO ENERGETICO	19
11.5.	ALIMENTAZIONE SEGNALETICA STRADALE	19
11.6.	ALIMENTAZIONE QUADRI BORDO MACCHINA VASCHE DI PRIMA PIOGGIA	20
11.7.	PREDISPOSIZIONE IMPIANTO DI SEGNALAZIONE IN CASO DI NEBBIA	20
11.8.	PREDISPOSIZIONE PER L'IMPIANTO DI TELEGESTIONE	20
11.8.1.	QUADRI ELETTRICI	20
11.8.2.	APPARECCHI ILLUMINANTI	20
12.	DISTRIBUZIONE ELETTRICA	21
12.1.	QUADRI ELETTRICI	21
13.	MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI	22
13.1.	GRADO DI PROTEZIONE DEGLI INVOLUCRI	22
13.2.	MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI	22
13.3.	ESECUZIONE DI IMPIANTI IN CAVIDOTTO	22
13.4.	ESECUZIONE DI IMPIANTI IN PASSERELLA O CANALE	23
13.5.	ESECUZIONE DI IMPIANTI IN TUBO A VISTA	23
14.	DISPOSIZIONI DI SICUREZZA, OPERATIVE E DI MANUTENZIONE	24
14.1.	REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI	24
14.2.	ESAME A VISTA	24
14.2.1.	PROVE	24
14.2.2.	PROVA DI FUNZIONAMENTO	24
14.2.3.	VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE	24

1. GENERALITA' E PRESTAZIONI RICHIESTE

La presente relazione ha lo scopo di illustrare la tipologia e la consistenza delle opere impiantistiche elettriche previste nell'ambito dei lavori di riqualifica e potenziamento della S.P. EX S.S. 415 "Paulese" – 2° Lotto – 1° Stralcio tratto "A" da S.P. 39 "Cerca" alla progr. Km 12+746 (Intersezione TEEM).

Gli impianti elettrici sono progettati e verranno eseguiti in conformità alle vigenti disposizioni legali e normative e nel rispetto dei CAM previsti dal DM n. 98 del 28.03.2018.

Il DM n. 98 del 28.03.2018 individua 5 possibili aree di intervento di livello diverso, a cui accedere secondo una sequenza logica ed annidata, in maniera tale che gli aspetti di base sostengano quelli più avanzati, secondo i principi di economicità, trasparenza, efficacia, tutela dell'ambiente ed efficienza energetica.

Esse sono:

A - Censimento dell'impianto

Area di intervento non pertinente con l'impianto oggetto della presente documentazione in quanto trattasi di impianto di illuminazione pubblica da realizzarsi ex-novo e non riqualificazione/integrazione di impianto esistente.

B - Conformità normativa

Gli interventi previsti nel presente progetto prevedono il raggiungimento della rispondenza dell'impianto e delle sue parti alle normative tecniche e di settore (es. sicurezza elettrica, sicurezza statica, ecc).

In particolare, come meglio esposto nei capitoli successivi, bisognerà operare al fine di garantire la protezione contro i contatti diretti ed indiretti, contro le sovracorrenti e, all'occorrenza, contro le sovratensioni, per rendere gli impianti adeguatamente sicuri.

Le tipologie dei punti luce proposti nel presente progetto saranno in grado di rispettare sia le norme tecniche relative all'illuminazione stradale, sia le prescrizioni della LR Regione Lombardia n. 31 del 5 ottobre 2015.

L'impianto elettrico verrà suddiviso su più circuiti in modo da non pregiudicare la continuità di servizio al verificarsi di un guasto o in seguito ad interventi di manutenzione su singole parti circuitali.

Nel dimensionare gli impianti si è tenuta in considerazione la possibilità di futuri ampliamenti di entità comunque limitata.

C - Riqualificazione energetica

Gli interventi previsti nel presente progetto essendo di nuova realizzazione non mirano ad un risparmio energetico rispetto alla situazione in essere. La scelta degli apparecchi illuminanti in ogni caso è stata condotta prendendo in esame solamente dispositivi dotati di sorgenti LED ed ottiche ad altissima efficienza ed un elevato rapporto lm/W. Gli apparecchi in oggetto saranno equipaggiati di dispositivo automatico di riduzione della potenza "BPS", il quale attuerà una riduzione di potenza pari al 50% del valore nominale, garantendo oltre ad una riduzione sensibile dei consumi anche il contenimento dell'inquinamento luminoso. Gli apparecchi illuminanti saranno per caratteristiche tecniche e per installazione pienamente conformi prescrizioni della LR Regione Lombardia n. 31 del 5 ottobre 2015.

D - Riqualificazione urbana

Area di intervento non pertinente con l'impianto oggetto della presente documentazione in quanto trattasi di principalmente di impianto di illuminazione a servizio di tracciato viario extraurbano.

E - Sistemi intelligenti

I diversi quadri elettrici, come meglio illustrato al punto 11.8, sono progettati per garantire la futura telegestione degli stessi mediante l'utilizzo di nuove piattaforme o piattaforme già presenti sul territorio.

Analogamente gli apparecchi illuminanti saranno equipaggiati di dispositivo automatico di riduzione della potenza e saranno predisposti per l'alloggiamento di controller per la telegestione come meglio descritto al punto 11.8.

2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO PER GLI IMPIANTI E I COMPONENTI

2.1. NORME E GUIDE TECNICHE PER IMPIANTI

Gli impianti saranno conformi alle prescrizioni delle norme e guide tecniche applicabili, vigenti alla data di esecuzione dei lavori, incluse eventuali varianti ed integrazioni; di seguito si riporta un elenco non esaustivo delle principali norme:

CEI 0-2 - **Class. CEI 0-2 - CT 0 - Fascicolo 6578 - Anno 2002 - Edizione Seconda**

Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici

CEI CLC/TS 50349 - **Class. CEI 0-6 - CT 0 - Fascicolo 9296 - Anno 2008 - Edizione Seconda**

Qualificazione delle imprese di installazione di impianti elettrici

CEI 0-10 - **Class. CEI 0-10 - CT 0 - Fascicolo 6366 - Anno 2002 - Edizione Prima**

Guida alla manutenzione degli impianti elettrici

CEI 64-8/1 - **Class. CEI 64-8/1 - CT 64 - Fascicolo 11956 - Anno 2012**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali

CEI 64-8/2 - **Class. CEI 64-8/2 - CT 64 - Fascicolo 11957 - Anno 2012**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

Parte 2: Definizioni

CEI 64-8/3 - **Class. CEI 64-8/3 - CT 64 - Fascicolo 11958 - Anno 2012 - Edizione +EC 1**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

Parte 3: Caratteristiche generali

CEI 64-8/4 - **Class. CEI 64-8/4 - CT 64 - Fascicolo 11959 - Anno 2012 - Edizione +EC 1**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza

CEI 64-8/5 - **Class. CEI 64-8/5 - CT 64 - Fascicolo 11960 - Anno 2012 - Edizione +EC 1**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici

CEI 64-8/6 - **Class. CEI 64-8/6 - CT 64 - Fascicolo 11961 - Anno 2012 - Edizione +EC 1**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

Parte 6: Verifiche

CEI 64-8/7 - **Class. CEI 64-8/7 - CT 64 - Fascicolo 11962 - Anno 2012 - Edizione +EC 1**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari

CEI 64-8;V1 - **Class. CEI 64-8;V1 - CT 64 - Fascicolo 13058 - Anno 2013**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

CEI 64-8;V2 - **Class. CEI 64-8;V2 - CT 64 - Fascicolo 14291 - Anno 2015**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

CEI 64-14 - **Class. CEI 64-14 - CT 64 - Fascicolo 8706 - Anno 2007 - Edizione Seconda**

Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori

CEI 64-19 - **Class. CEI 64-19 - CT 64 - Fascicolo 13375 - Anno 2014**

Guida agli impianti di illuminazione esterna

CEI 64-19V1 - **Class. CEI 64-19;V1 - CT 64 - Fascicolo 14650 - Anno 2016**

Guida agli impianti di illuminazione esterna

EN 11224

Controllo iniziale e manutenzione

UNI 11248: **Anno 2012**

Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche

UNI EN 13201-2: "Illuminazione stradale" - **Anno 2004**

Parte 2: Requisiti prestazionali

UNI EN 13201-3: "Illuminazione stradale" - **Anno 2004**

Parte 3: Calcolo delle prestazioni

UNI EN 13201-4: "Illuminazione stradale" - **Anno 2004**

Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche

2.2. NORME TECNICHE PER COMPONENTI

Gli impianti saranno conformi alle prescrizioni delle norme e guide tecniche applicabili, vigenti alla data di esecuzione dei lavori, incluse eventuali varianti ed integrazioni; di seguito si riporta un elenco non esaustivo delle principali norme:

REGOLAMENTO UE 305/2011 – Regolamento prodotti da costruzione “CPR”

Area di prodotto n. 31: cavi per energia e per comunicazioni installati in modo permanente nelle costruzioni

CEI 20-13 - **Class. CEI 20-13 - CT 20 - Fascicolo 11633 - Anno 2011**

Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 kV a 30 kV

CEI 20-13; V1 - **Class. CEI 20-13; V1 - CT 20 - Anno 2015**

Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 kV a 30 kV

CEI 20-13; V2 - **Class. CEI 20-13; V2 - CT 20 - Anno 2017**

Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 kV a 30 kV

CEI 20-14 - **Class. CEI 20-14 - CT 20 - Fascicolo 12808 - Anno 2013**

Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV

CEI 20-14; V1 - **Class. CEI 20-14; V1 - CT 20 - Anno 2015**

Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV

CEI 20-14; V2 - **Class. CEI 20-14; V2 - CT 20 - Anno 2017**

Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV

CEI 20-38 - **Class. CEI 20-38 - CT 20 - Anno 2009**

Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali U₀/U non superiori a 0,6/1 kV

CEI 20-38; V1 - **Class. CEI 20-38; V1 - CT 20 - Anno 2017**

Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali U₀/U non superiori a 0,6/1 kV

CEI-UNEL 35016 - **Class. CEI 20 - CT 20 - Anno 2016**

Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011)

CEI-UNEL 35318 - **Class. CEI 20 - CT 20 - Anno 2017**

Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo - Tensione U₀/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3

CEI-UNEL 35322 - **Class. CEI 20 - CT 20 - Anno 2017**

Cavi per comando e segnalamento isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina di PVC di qualità R16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo - Tensione U₀/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3

CEI-UNEL 35328 - **Class. CEI 20 - CT 20 - Anno 2017**

Cavi per comando e segnalamento in gomma etilenpropilenica, ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo - Tensione U₀/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1

CEI-UNEL 35716 - **Class. CEI 20 - CT 20 - Anno 2017**

Cavi per energia isolati con PVC di qualità S17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili - Tensione nominale U₀/U 450/750 V
Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3

CEI-EN 50399 - **Class. CEI 20-108 - CT 20 - Anno 2012**

Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Misura dell'emissione di calore e produzione di fumi sui cavi durante la prova di sviluppo di fiamma - Apparecchiatura di prova, procedure e risultati

CEI-EN 50399/A1 - **Class. CEI 20-108; V1 - CT 20 - Anno 2016**

Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Misura dell'emissione di calore e produzione di fumi sui cavi durante la prova di sviluppo di fiamma - Apparecchiatura di prova, procedure e risultati

CEI-EN 50525-1 - **Class. CEI 20-107 - CT 20 - Anno 2011**

Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U₀/U) - Parte 1: Prescrizioni generali

CEI-EN 50525-2/3 - **Class. CEI 20-107 - CT 20 - Anno 2012**

Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U₀/U) - Parte 2/3: Prescrizioni particolari

CEI-EN 50575 - **Class. CEI 20-115 - CT 20 - Anno 2015**

Cavi per energia, controllo e comunicazioni

Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di resistenza all'incendio

CEI-EN 50575 - **Class. CEI 20-115; EC1 - CT 20 - Anno 2016**

Cavi per energia, controllo e comunicazioni

Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di resistenza all'incendio – EC Tabella 1

CEI-EN 50575/A1 - **Class. CEI 20-115; V1 - CT 20 - Anno 2016**

Cavi per energia, controllo e comunicazioni

Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di resistenza all'incendio

CEI-EN 60332-1-2/A1 - **Class. CEI 20-35/1-2; V1 - CT 20 - Anno 2016**

Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio

Parte 1-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato

CEI-EN 60332-1-2/A11 - **Class. CEI 20-35/1-2; V2 - CT 20 - Anno 2016**

Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio

Parte 1-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato

CEI-EN 60754-2 - **Class. CEI 20-37/2 - CT 20 - Anno 2015**

Prova sui gas emessi durante la combustione di materiali prelevati dai cavi

Parte 2: Determinazione dell'acidità (mediante la misura del pH) e della conduttività

CEI-EN 61034-2 - **Class. CEI 20-37/3-1 - CT 20 - Anno 2006**

Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite - Parte 2: Procedura di prova e prescrizioni

CEI-EN 61034-2/A1 - **Class. CEI 20-37/3-1; V1 - CT 20 - Anno 2014**

Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite - Parte 2: Procedura di prova e prescrizioni

UNI EN 13501-6 - Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione

Parte 6: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco sui cavi elettrici

CEI 46-136 - **Class. CEI 46-136 - CT 46 - Anno 2004**

Guida alle Norme per la scelta e la posa dei cavi per impianti di comunicazione

CEI 46-136; V1 - **Class. CEI 46-136; V1 - CT 46 - Anno 2017**

Guida alle Norme per la scelta e la posa dei cavi per impianti di comunicazione

CEI EN 60898-1 - **Class. CEI 23-3/1 - CT 23 - Fascicolo 7276 - Anno 2004 - Edizione Prima**

Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari

Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata

CEI EN 60898-1/A1/A11 - **Class. CEI 23-3/1; V1 - CT 23 - Fascicolo 8206 - Anno 2006**

Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari - Parte 1

CEI EN 60898-1/IS1/IS2/IS3/IS4 - **Class. CEI 23-3/1; V2 - CT 23 - Fascicolo 9233 - Anno 2008**

Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari - Parte 1

CEI EN 60898-1/A12 - **Class. CEI 23-3/1; V3 - CT 23 - Fascicolo 9952 E - Anno 2009**

Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari - Parte 1

CEI EN 60898-1/A13 - **Class. CEI 23-3/1; V4 - CT 23 - Fascicolo 12856 - Anno 2013**

Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari - Parte 1

CEI EN 60898-2 - **Class. CEI 23-3/2 - CT 23 - Fascicolo 8751 - Anno 2007 - Edizione Prima**

Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari

Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua

CEI EN 60670-1 - **Class. CEI 23-48 - CT 23 - Fascicolo 7892 - Anno 2005 - Edizione Seconda**

Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 1: Prescr. generali

CEI EN 60670-1/IS1 - **Class. CEI 23-48; V1 - CT 23 - Fascicolo 10330 - Anno 2010**

Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 1: Prescr. generali

CEI 23-51 - **Class. CEI 23-51 - CT 23 - Fascicolo 7204 - Anno 2004 - Edizione Seconda**

Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e sim.

CEI EN 61210 - **Class. CEI 23-52 - CT 23 - Fascicolo 11698 E - Anno 2012**

Dispositivi di connessione - Morsetti piatti a connessione rapida per conduttori elettrici in rame - Prescrizioni di sicurezza

CEI EN 60598-1 - **Class. CEI 34-21 - CT 34 - Fascicolo 9950 C - Anno 2009 - Edizione Nona**

Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni generali e prove

CEI EN 61643-11 - **Class. CEI 37-8 - CT 37 - Fascicolo 12782 E - Anno 2013**

Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Prescrizioni e prove

CEI CLC/TS 61643-12 - **Class. CEI 37-11 - CT 37 - Fascicolo 10811 E - Anno 2010**

Parte 12: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Scelta e principi di applicazione

CEI EN 60529 - **Class. CEI 70-1 - CT 70 - Fascicolo 3227 C - Anno 1997 - Edizione Seconda**

Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)

CEI EN 60529/A1 - **Class. CEI 70-1; V1 - CT 70 - Fascicolo 5682 - Anno 2000**

Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)

3. VINCOLI DA RISPETTARE

Nel realizzare gli impianti elettrici ci si dovrà attenere in modo particolare alle prescrizioni contenute nelle leggi, nei decreti e nei regolamenti di seguito elencati, vigenti alla data di esecuzione delle opere, incluse eventuali integrazioni e modificazioni introdotte secondo i procedimenti di legge.

3.1. LEGGI E DECRETI

Legge n. 186 del 1.3.1968.....	Disposizioni concernenti materiali e impianti elettrici ai fini del conseguimento della regola dell'arte;
Legge n. 791 del 18.10.1977.....	Attuazione della direttiva 73/23/CEE inerente le garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico impiegato entro certi limiti di tensione;
DPR n. 392 del 18.04.1994.....	Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza;
DLgs n. 81 del 09.04.2008.....	Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
DLgs n.106 del 03.08.2009.....	Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
DLgs n. 626 del 25.11.1996.....	Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
DLgs n. 277 del 31.07.1997.....	Modificazioni al decreto legislativo 25 novembre 1996, n. 626, recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
LR Regione Lombardia n. 31 del 5 ottobre 2015.....	Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso;
Decreto 10.07.2002 Ministero Infrastrutture Trasporti.....	Disciplinare Tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento stradale temporaneo;
DLgs n. 285 del 30.04.1992 e DPR 495/92.....	Nuovo Codice della Strada;
DLgs 360/93.....	Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada" approvato con D.Lgs. n.285 del 30.04.1992;
DM n. 98 del 28.03.2018.....	Criteri ambientali minimi dei servizi di illuminazione pubblica (CAM);
DM del 05.11.2001 e successive modifiche.....	Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;
DM n. 236 del 14 giugno 1989.....	Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;
DPR 503/96.....	Norme sulla eliminazione delle barriere architettoniche.

3.2. REGOLAMENTI E/O PRESCRIZIONI

Dovranno essere rispettati i regolamenti e/o le prescrizioni emanati dalle Autorità locali, dai Vigili del Fuoco, dall'Azienda distributrice dell'energia elettrica, dall'Azienda per i servizi telefonici, dall'ASL e dall'ISPESL.

3.3. VARIANTI ALL'ESECUZIONE DELLE OPERE

Qualora subentri la necessità di eseguire modifiche agli impianti elettrici in corso d'opera, il Direttore dei Lavori dovrà preventivamente essere informato per valutare le nuove soluzioni da adottarsi.

3.4. DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ

Ai sensi del Decreto 22.1.2008, n. 37, l'Impresa esecutrice dei lavori sugli impianti elettrici dovrà essere regolarmente iscritta nel registro delle Ditte qualificate all'installazione degli impianti elettrici. Terminati i lavori la Ditta dovrà rilasciare al Committente il certificato di dichiarazione di conformità dell'impianto alla regola dell'arte (laddove applicabile il Decreto 22.1.2008, n. 37), redatto su modello conforme (allegato I di cui all'art. 7 del citato decreto), completo degli allegati obbligatori.

3.5. CERTIFICAZIONE QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici dovranno essere realizzati rispettando le vigenti norme. Ciascun quadro dovrà essere certificato mediante dichiarazione di conformità, redatta, sotto propria responsabilità, dal Costruttore finale del quadro ed attestante che l'assemblaggio e/o costruzione del quadro sono stati eseguiti a regola d'arte e che il medesimo è stato sottoposto alle prove e verifiche previste dalla normativa vigente.

3.6. DENUNCIA IMPIANTI DI TERRA E/O DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

Qualora venissero realizzati impianti di messa a terra o impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, ricorre l'obbligo di denuncia agli Enti proposti. Per quanto riguarda i controlli periodici di detti impianti, si fa riferimento a quanto previsto dal DPR n. 462 del 20.10.01.

4. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO ELETTRICO

4.1. CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI

Gli impianti elettrici si sviluppano nella totalità in ambienti esterni, per cui, non sussistendo condizioni di pericolosità particolari, in aggiunta alle prescrizioni generiche della Norma CEI 64-8, si ritiene che questi ultimi possano essere classificati ambienti speciali soggetti alle prescrizioni contenute nella Norma CEI 64-8 Sezione 714 (impianti di illuminazione situati all'esterno).

4.2. CLASSIFICAZIONE DELLE INFLUENZE ESTERNE

I componenti elettrici devono essere scelti e messi in opera prendendo in considerazione le influenze esterne alle quali essi possono essere sottoposti. Se un componente elettrico non ha, per costruzione, le caratteristiche corrispondenti alle influenze esterne del suo ambiente, può, ciò nonostante, essere utilizzato a condizione che gli sia fornita un'adeguata protezione supplementare al momento della messa in opera dell'impianto. Nel caso in cui le influenze esterne fossero particolarmente gravose (sostanze corrosive, sollecitazioni meccaniche, irraggiamento solare, etc.), si può fare riferimento alle Norme CEI EN 60721 Parte 1: Parametri ambientali e loro severità; Parte 2: Condizioni ambientali presenti in natura - Precipitazioni e vento; Parte 3: Classificazione dei gruppi di parametri ambientali e loro severità; Sezione 3: Uso in posizione fissa in luoghi protetti dalle intemperie; Sezione 4: Uso in posizione fissa in luoghi non protetti dalle intemperie.

4.3. CLASSIFICAZIONE DELL'IMPIANTO

Il progetto prevede che la distribuzione venga strutturata su n.3 diversi quadri elettrici alimentati da altrettanti allacciamenti in bassa tensione aventi le seguenti caratteristiche:

ALLACCIAMENTO BT A SERVIZIO DI QBT1 (QUADRO ELETTRICO CONTROSTRADA SVINCOLO CERCA)

Posizione quadro elettrico e punto di fornitura Vedasi elaborati planimetrici;
 Tensione nominale (tipo di fornitura) Un=400/230V;
 Sistema TT;
 Frequenza 50Hz;
 Corrente di corto-circuito max presunta a valle del punto di consegna 10kA;
 Potenza impegnata massima 6kW;
 Fattore di potenza presunto $\text{Cos}\varphi > 0,95$;
 Caduta di tensione massima ammessa $< 4\%$.

ALLACCIAMENTO BT A SERVIZIO DI QBT2 (QUADRO ELETTRICO SVINCOLO SETTALA)

Posizione quadro elettrico e punto di fornitura Vedasi elaborati planimetrici;
 Tensione nominale (tipo di fornitura) Un=400/230V;
 Sistema TT;
 Frequenza 50Hz;
 Corrente di corto-circuito max presunta a valle del punto di consegna 10kA;
 Potenza impegnata massima 15kW;
 Fattore di potenza presunto $\text{Cos}\varphi > 0,95$;
 Caduta di tensione massima ammessa $< 4\%$.

**ALLACCIAMENTO BT A SERVIZIO DI QBT3
(QUADRO ELETTRICO SVINCOLO PAULLO)**

Posizione quadro elettrico e punto di fornitura Vedasi elaborati planimetrici;
Tensione nominale (tipo di fornitura) Un=400/230V;
Sistema TT;
Frequenza 50Hz;
Corrente di corto-circuito max presunta a valle del punto di consegna 10kA;
Potenza impegnata massima 15kW;
Fattore di potenza presunto $\text{Cos}\varphi > 0,95$;
Caduta di tensione massima ammessa $< 4\%$.

4.4. CADUTA DI TENSIONE SULLE LINEE

Conformemente a quanto previsto dalla Norma CEI 64-8, la caduta di tensione massima ammissibile è fissata al 4% della tensione nominale dell'impianto. Nel rispetto di tale prescrizione, tutte le linee elettriche, facenti parte delle installazioni in oggetto, verranno dimensionate appropriatamente, al fine di contenere la caduta di tensione entro il suddetto limite.

5. PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

Al fine di garantire in ogni parte dell'impianto elettrico la protezione contro i contatti indiretti si dovranno adottare le misure di protezione previste dalla vigente Norma CEI 64-8.

Per quanto riguarda l'impianto di illuminazione verrà adottata la protezione in Classe II. Per la distribuzione della f.m. attraverso i quadri presa sarà adottata la protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione.

5.1. PROTEZIONE MEDIANTE INTERRUZIONE AUTOMATICA DELL'ALIMENTAZIONE (SISTEMA TT)

Tutte le masse protette dal medesimo dispositivo contro i contatti indiretti devono essere collegate allo stesso impianto di terra. Essendo prevista l'alimentazione in bassa tensione, da parte dell'Azienda elettrica, il punto di neutro del trasformatore da cui si deriva la linea sarà collegato ad un impianto di terra separato da quello dell'utente. Per garantire la protezione contro i contatti indiretti dovrà essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_A \times I_a \leq 50$$

nella quale si pone:

R_A somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse. Il valore è espresso in ohm;

I_a corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione. Se il dispositivo di protezione è un interruttore a corrente differenziale, I_a è la corrente I_{Δn}. Il valore è espresso in ampère.

50 valore limite (massimo ammissibile) della tensione di contatto in corrente alternata (tensione cui possono essere sottoposte parti di impianto accidentalmente in tensione). Il valore è espresso in volt.

Per consentire la selettività tra dispositivi a corrente differenziale la Norma CEI 64-8 consente l'utilizzo di differenziali di tipo selettivo "S" in serie con dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo generale purché il tempo di interruzione non sia superiore a 1s; per ottenere la selettività tra due dispositivi differenziali posti in serie occorre che questi soddisfino simultaneamente le seguenti condizioni:

- la caratteristica di non funzionamento tempo - corrente del dispositivo posto a monte si deve trovare al di sopra della caratteristica di interruzione tempo - corrente del dispositivo posto a valle;
- la corrente differenziale nominale del dispositivo posto a monte deve essere adeguatamente superiore (almeno tre volte¹) a quella del dispositivo posto a valle.

Su tutte le linee, la protezione dai contatti indiretti verrà ottenuta attraverso l'installazione di dispositivi differenziali di tipo "A", rispondenti alla Norma CEI 23-18, in grado di intervenire su correnti di guasto verso terra alternate con componenti pulsanti di tipo unidirezionale. E' ammesso l'utilizzo di differenziali di tipo AC a protezione dei circuiti che, in caso di guasto, non possono produrre correnti di guasto pulsanti unidirezionali.

I dispositivi di protezione utilizzati per la realizzazione degli impianti di cui al presente progetto sono indicati in dettaglio, con le loro caratteristiche principali, negli schemi elettrici.

5.2. IMPIANTO DI TERRA E CIRCUITO DI PROTEZIONE

L'impianto di messa a terra verrà realizzato come rappresentato nei disegni di progetto. Allo scopo ogni quadro elettrico verrà dotato di impianto disperdente costituito da dispersore intenzionale a piastra del tipo PT4/A+PT4/B (posato nel terreno nelle immediate vicinanze del punto d'utenza), collegato mediante corda di rame nudo 35mmq e conduttore giallo-verde tipo FS17 16mmq al collettore equipotenziale del quadro stesso.

¹Salvo ove diversamente specificato nei cataloghi tecnici delle apparecchiature.

5.3. PROTEZIONE CON COMPONENTI ELETTRICI DI CLASSE II O CON ISOLAMENTO RINFORZATO

Attenendosi a quanto riportato in dettaglio negli elaborati di progetto, si effettuerà la protezione dai contatti indiretti mediante l'adozione di componenti elettrici aventi un isolamento doppio o rinforzato (componenti di Classe II), conformi alle rispettive norme. Se l'involucro isolante di detti componenti è munito di coperchi o porte apribili senza l'uso di chiave o attrezzo, tutte le parti conduttrici accessibili quando il coperchio o la porta sono aperti, devono essere collocate dietro una barriera isolante, rimovibile solo volontariamente e con attrezzo, avente grado di protezione non inferiore a IPXXB in grado di impedire il contatto con le parti conduttrici medesime.

Per i componenti in Classe II la protezione contro i contatti indiretti sarà garantita come previsto dalla norma CEI 64-8/4 art. 413.2.

6. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI

Su tutte le parti dell'impianto elettrico bisognerà garantire la protezione contro i contatti diretti.

La protezione contro i contatti diretti verrà realizzata mediante segregazione delle parti attive.

Le parti attive dovranno essere totalmente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione. L'isolamento deve essere in grado di resistere alle influenze meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere soggetto durante l'esercizio.

Le parti attive dovranno essere contenute in involucri o barriere tali da assicurare un grado di protezione minimo pari a IPXXB, salvo le eccezioni previste dalle norme (es.: portalampada). Le superfici orizzontali degli involucri o barriere, qualora risultino a portata di mano, devono avere un grado di protezione non inferiore a IPXXD. Gli involucri o barriere dovranno essere saldamente fissati.

Gli involucri dovranno avere caratteristiche tali da garantire nel tempo il mantenimento del grado di protezione e la separazione elettrica dalle parti attive nelle condizioni di esercizio prevedibili.

La rimozione delle barriere o di parte degli involucri o l'apertura di questi ultimi deve essere possibile solo:

- utilizzando una chiave o un attrezzo;
- interrompendo l'alimentazione alle parti attive contro le quali gli involucri o le barriere offrono protezione e consentendone il ripristino solo dopo la sostituzione o la richiusura degli involucri o delle barriere stesse;
- prevedendo una barriera intermedia di protezione dal contatto con le parti attive, con grado di protezione non inferiore a IPXXB, rimovibile solo con chiave o attrezzo.

7. DIMENSIONAMENTO DELLE CONDUTTURE (PRESCRIZIONI GENERICHE)

7.1. CARATTERISTICHE DELLE CONDUTTURE

Le condutture elettriche dovranno essere realizzate impiegando componenti conformi alle Norme CEI e contrassegnati con il Marchio di Qualità (IMQ) o con certificazione equivalente.

I conduttori dovranno avere il rivestimento isolante di colore appropriato in base alla funzione svolta, scelto tra quelli ammessi dalla tabella CEI – UNEL 00722. In particolare i conduttori di neutro dovranno essere contrassegnati dal colore blu chiaro mentre i conduttori di protezione ed equipotenziali dal colore giallo/verde.

In una condotta è ammesso posare conduttori di sistemi di tensione diversi purché tutti i conduttori siano isolati per la tensione nominale più elevata. Se questa condizione non è soddisfatta bisogna separare i conduttori caratterizzati da tensioni nominali diverse: per le scatole si possono utilizzare allo scopo dei diaframmi isolanti purché compatibili con il tipo di scatola impiegato. Nei circuiti a corrente alternata i conduttori installati in involucri ferromagnetici (es.: tubi metallici) devono essere disposti con tutte le fasi e l'eventuale neutro nello stesso involucro per evitare fenomeni di riscaldamento per effetto induttivo.

Nei tubi è vietato eseguire giunzioni di conduttori, le quali verranno realizzate esclusivamente entro le scatole di derivazione ispezionabili, impiegando appositi morsetti in grado di sopportare le stesse sollecitazioni provocate dalle correnti ammissibili nelle condutture in servizio ordinario, dalle correnti di cortocircuito determinate sulla base delle caratteristiche dei dispositivi di protezione e dalle vibrazioni previste nelle condizioni ordinarie di servizio. Nei canali o passerelle le giunzioni o derivazioni devono unire cavi delle stesse caratteristiche e dello stesso colore delle anime ed avere resistenza meccanica ed isolamento elettrico almeno equivalenti a quelli richiesti per i cavi. Le giunzioni tra parti attive devono essere eseguite garantendo un grado di protezione non inferiore a IPXXB nei canali e comunque adatto al luogo di installazione nelle passerelle.

I cavi senza guaina potranno essere posati: entro tubi protettivi di forma circolare e non circolare, entro canali (inclusi i canali incassati nel pavimento) e su isolatori mentre non potranno essere posati: senza fissaggio, mediante fissaggio diretto su parete, su passerelle e su mensole, mediante fissaggio ad un filo o ad una corda di supporto. I cavi con guaina (compresi i cavi provvisti di armatura ed i cavi con isolamento minerale) potranno essere posati: senza fissaggio (metodo comunemente non usato per i cavi unipolari), mediante fissaggio diretto su parete, entro tubi protettivi di forma circolare e non circolare, entro canali (inclusi i canali incassati nel pavimento), su passerelle e su mensole, su isolatori (metodo comunemente non usato), mediante fissaggio ad un filo o ad una corda di supporto.

Le condutture dovranno essere sufficientemente distanziate da fonti di calore (es.: tubazioni dell'acqua calda, ecc.), protette in modo che acqua, sostanze corrosive od inquinanti, corpi solidi, sollecitazioni meccaniche e vibrazioni non possano arrecare danno. I tubi, le scatole ed i relativi accessori devono essere scelti e posati in modo che i conduttori possano essere estratti. Il diametro interno di ogni tubo dovrà essere pari almeno a 1,3 volte² il diametro del cerchio circoscritto al fascio di conduttori contenuti nel tubo; non dovranno essere utilizzati tubi con diametro esterno inferiore a 20mm. Nei canali o passerelle di sezione non circolare, il rapporto tra la sezione del canale o della passerella e la sezione retta occupata dai cavi non deve essere inferiore a 2. I raggi di curvatura delle condutture devono essere tali che i conduttori non risultino danneggiati. I tubi protettivi di tipo plastico (rigido o flessibile) installati sotto pavimento sono considerati idonei se di tipo pesante o di tipo medio e conformi alle rispettive norme. Le condutture fissate internamente alle pareti devono avere, per quanto possibile, percorrenza orizzontale o verticale; i percorsi obliqui sono ammessi solo per brevi tratti. I tubi annegati nelle strutture prefabbricate dovranno essere pieghevoli, autorinvenenti, di materiale termoplastico, conformi alla Norma CEI 23-17.

7.2. PORTATA DELLE CONDUTTURE

La portata delle linee è stata determinata impiegando la tabella CEI – UNEL 35024/1 verificando che la temperatura massima di funzionamento non superi i valori ammessi della Norma CEI 64-8 (tenuto conto anche del luogo di installazione), considerando il tipo di posa ed il numero di conduttori presenti per ciascun condotto. Ogni linea è stata dimensionata affinché non vengano superati i limiti di caduta di tensione prescritti. La protezione contro le sovracorrenti è stata realizzata utilizzando i dispositivi riportati in dettaglio negli schemi elettrici, scelti conformemente a quanto specificato ai punti 7.2.1.1 e 7.2.1.2.

Per i conduttori di rame la sezione minima ammessa corrisponde a 1,5mmq per i circuiti di potenza e 0,5mmq per i circuiti di comando e segnalazione (è ammesso impiegare sezioni corrispondenti a 0,1mmq per i circuiti di comando e segnalazione destinati ad apparecchiature elettroniche). Nei circuiti trifase in cui

²1,5 volte nel caso di cavidotti.

il conduttore di fase (di rame) abbia sezione inferiore a 16mm² e in tutti i circuiti monofase, il conduttore di neutro dovrà avere la medesima sezione del conduttore di fase. Nei circuiti trifase in cui il conduttore di fase (di rame) abbia sezione superiore a 16mm², il conduttore di neutro può avere una sezione inferiore purché la corrente massima (comprese le armoniche), che possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile per la sezione ridotta del neutro e quest'ultimo non abbia sezione inferiore a 16mm² (per i conduttori di rame).

7.2.1. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

Tutti i conduttori attivi dovranno essere protetti contro le sovracorrenti ovvero contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti. Allo scopo potranno essere impiegati interruttori automatici e fusibili. Per la protezione contro i sovraccarichi potranno essere utilizzati: interruttori automatici con sganciatori a caratteristica inversa e/o fusibili di tipo gG; per la protezione contro il cortocircuito potranno essere utilizzati: interruttori automatici con sganciatori di sovracorrente e/o fusibili di tipo gG e aM.

7.2.1.1. PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO

I conduttori non dovranno essere danneggiati a causa di effetti dovuti a surriscaldamento e non dovranno altresì causare danni all'ambiente circostante. I dispositivi di protezione contro i sovraccarichi dovranno rispondere alle seguenti due condizioni:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_f \leq 1,45 \times I_Z$$

nelle quali si pone:

- I_B** corrente di impiego della linea calcolata in funzione del carico da alimentare. Il valore è espresso in ampère;
- I_n** corrente nominale del dispositivo di protezione (o la corrente di regolazione scelta per i dispositivi di protezione regolabili). Il valore è espresso in ampère;
- I_Z** portata in regime permanente della conduttura. Il valore è espresso in ampère;
- I_f** corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite. Il valore è espresso in ampère.

7.2.1.2. PROTEZIONE CONTRO IL CORTOCIRCUITO

Le correnti provocate da un cortocircuito che possa manifestarsi in qualsiasi punto del circuito devono essere interrotte in un tempo inferiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile. Per evitare danni ai conduttori ed alle connessioni, per effetti termici e meccanici, occorrerà installare idonei dispositivi di protezione. I fusibili e/o gli interruttori automatici dovranno avere un potere di interruzione superiore alla corrente di cortocircuito calcolata nel punto ove sono installati. In alternativa è possibile installare un solo dispositivo di interruzione automatico rispondente a tali caratteristiche purché siano verificate le seguenti condizioni:

- sia posto a monte di tutte le altre apparecchiature di protezione;
- non consenta il passaggio di un'energia superiore a quella sopportabile dalle apparecchiature di protezione e dalle linee elettriche poste a valle di esso.

Il coordinamento tra dispositivo di protezione automatico e conduttura elettrica verrà eseguito in modo che sia verificata anche la seguente relazione:

$$(I^2 \times t) \leq K^2 \times S^2$$

nella quale si pone:

- I²·t** integrale di Joule per la durata del cortocircuito, espresso in A²s; tale valore è indicato dal Costruttore del dispositivo di protezione;
- K** costante fissata dalle Norme CEI 64-8;
- S** sezione della conduttura. Il valore è espresso in mm².

Tipo conduttore	Tipo isolante	Temperatura in servizio ordinario [°C]	Temperatura in cortocircuito [°C]	K
Rame	PVC	70	160	115
Rame	Gomma etilpropilenica EPR	90	250	143

Tabella 1 - Temperature in servizio ordinario ed in cortocircuito e coefficienti K di alcuni tipi di cavi

I poteri di interruzione e le restanti caratteristiche dei dispositivi di protezione automatici, impiegati per gli impianti descritti nella presente relazione, sono indicati negli schemi elettrici. Qualora un dispositivo dovesse essere sostituito per guasto o manutenzione, il nuovo componente dovrà avere caratteristiche identiche a quelle specificate nei presenti elaborati di progetto.

7.2.1.3. PROTEZIONE DI CONDUTTORI IN PARALLELO

Qualora nei restanti elaborati di progetto sia previsto l'impiego di conduttori in parallelo, si rammenta che quando lo stesso dispositivo di protezione protegge due o più conduttori in parallelo, si assume per I_Z la somma delle portate dei singoli conduttori, a condizione che i conduttori siano disposti in modo da portare correnti sostanzialmente uguali. Un unico dispositivo può proteggere contro i corto circuiti più conduttori in parallelo a condizione che le caratteristiche di funzionamento del dispositivo ed il modo di posa dei conduttori in parallelo siano coordinati in modo appropriato. Se due o più conduttori sono collegati in parallelo sulla stessa fase o sulla stessa polarità è necessario assicurarsi che la corrente si ripartisca in modo sostanzialmente uguale tra di essi. Si considera soddisfatta questa prescrizione se i conduttori in parallelo:

- sono costruiti dello stesso materiale;
- hanno la stessa sezione;
- hanno la stessa lunghezza;
- non hanno circuiti in derivazione lungo il loro percorso;
- fanno parte dello stesso cavo multipolare oppure sono cavi unipolari disposti a spirale.

Qualora i conduttori in parallelo siano unipolari e non disposti a spirale è necessario prendere disposizioni particolari caso per caso quando la sezione sia superiore a 50mm² per cavi in rame o a 70mm² per cavi in alluminio. Tali disposizioni particolari consistono in genere nel posare i conduttori delle diverse fasi con opportune trasposizioni e nel prevedere raccordi identici e montati allo stesso modo.

8. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO L'INCENDIO

I componenti elettrici installati dovranno essere scelti e posati in opera in modo da non costituire in alcun modo pericolo di innesco o di propagazione di incendio per i materiali adiacenti. Bisognerà inoltre avere cura che non possano insorgere pericoli di ustione. In ogni caso andranno tassativamente rispettate tutte le indicazioni fornite dal Costruttore.

I materiali impiegati dovranno essere conformi alle prove di comportamento previste dal CEI in materia di prevenzione del pericolo di innesco o propagazione dell'incendio; in carenza di dette norme i componenti costruiti con materiali isolanti provvisoriamente potranno essere provati secondo i criteri enunciati nella Tabella riportata nel Commento all'art. 422 del Capitolo 42 della Norma CEI 64-8.

Le apparecchiature, che nel funzionamento possano raggiungere temperature superficiali pericolose, devono essere installate su o entro elementi in grado di sopportare tali temperature senza deteriorarsi e senza propagare il calore, oppure dietro schermi termicamente isolanti o ad una distanza sufficiente a garantire una dissipazione del calore, affinché non insorga pericolo di incendio.

I cavi elettrici dovranno essere posati in modo che la temperatura massima (a regime ed in condizione di guasto) che possono raggiungere non costituisca pericolo d'innesco d'incendio o pericolo di ustione per le persone.

9. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI

Secondo quanto previsto a progetto, verranno installati limitatori di sovratensione (completi di contatto in commutazione per il telecontrollo dello stato di funzionamento) sulle linee di energia in corrispondenza dell'ingresso nei vari quadri elettrici.

Per il collegamento ed il montaggio di tali apparecchiature ci si dovrà attenere scrupolosamente alle istruzioni fornite dal Costruttore. In particolare, al fine di non compromettere l'efficacia dei limitatori il collegamento dovrà essere il più breve possibile.

In aggiunta ogni apparecchio illuminante previsto a progetto dovrà essere equipaggiato (di fabbrica) di protezione contro le sovratensioni: 10kV (singolo impulso) e 8kV (multiimpulso) in modalità comune; 6kV (multiimpulso) in modalità differenziale.

10. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E SCELTA DEI COMPONENTI ELETTRICI

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono:

- essere adatti all'ambiente in cui sono installati;
- avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio;
- disporre della caratteristica di "autoestinguenza" verificata attraverso le prove previste dalle Norme vigenti;
- essere esenti da difetti di fabbricazione o di assemblaggio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono inoltre essere rispondenti alle norme CEI ed alle Tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano e soddisfare i requisiti imposti dalla Legge n. 791 del 18.10.1977 e dal DLgs n. 626 del 25.11.1996.

L'apposizione del marchio IMQ o di una certificazione legalmente riconosciuta, è garanzia di qualità e sicurezza. I materiali e gli apparecchi, per i quali sussiste il regime di concessione del contrassegno CE, dovranno essere muniti di tale contrassegno.

Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

Le caratteristiche tecniche dei principali componenti impiegati sono deducibili dagli schemi elettrici e dagli elaborati planimetrici. Sarà compito della D.L. fornire eventuali informazioni aggiuntive, attenendosi alle prescrizioni generali del presente progetto.

11. CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO IN PROGETTO

11.1. CLASSIFICAZIONE DEL TRACCIATO VIARIO

Secondo la norma UNI 11248 le diverse tipologie di tracciati viari della SS.415 "Paullese" presenti nel progetto, che verranno illuminate, sono classificabili come segue:

Raccordi all'asse principale su piste di accelerazione/decelerazione	Classe B	Strade extraurbane principali	ME2	1,5 cd/mq
Rampe di accesso/uscita nello svincolo	Classe B	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	ME3b	1 cd/mq
Viabilità esterna di accesso	Classe F	Strade locali extraurbane	ME3b	1 cd/mq
Viabilità di quartiere complanare in corrispondenza dello svincolo di Cerca	Classe F	Strade locali urbane	ME3b	0,75 cd/mq
Centri di pericolo su viabilità esterna (rotatorie/incroci a raso)	Classe F	Strade locali extraurbane con luminanza maggiorata in corrispondenza di aree di conflitto	CE2	20lux

11.2. PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE

Le diverse tipologie di tracciati così come classificate al punto 11.1 dovranno soddisfare i seguenti requisiti illuminotecnici:

Indice di categoria illuminotecnica	Valore minimo della luminanza media mantenuta (cd/mq)	Uniformità minima		Valore massimo dell'indice di abbagliamento debilitante
		Uo%	UI%	TI%
ME2	1,5	40	70	10
ME3b	1	40	60	15
ME3b	0,75	40	60	15
CE2	20lux	40	X	10

11.3. APPARECCHI ILLUMINANTI

Le tipologie e le caratteristiche dei corpi illuminanti e dei punti luce sono descritte negli elaborati progettuali e dovranno essere in grado di rispettare sia le norme tecniche relative all'illuminazione stradale, sia le prescrizioni della Legge Regione Lombardia n. 31/2015 in ordine al risparmio energetico e di lotta all'inquinamento luminoso e sue successive modificazioni.

11.4. MODALITA' DI COMANDO E RISPARMIO ENERGETICO

L'impianto di illuminazione sarà comandato automaticamente mediante interruttore crepuscolare avente regolazione della soglia di intervento compresa tra 1÷35lux.

Tutti gli apparecchi illuminanti previsti a progetto saranno equipaggiati di dispositivo automatico di riduzione della potenza "BPS", il quale attuerà una riduzione di potenza pari al 50% del valore nominale, con attivazione 3 ore prima e 5 ore dopo la mezzanotte calcolata. Tale dispositivo all'occorrenza può essere disattivato tramite uno switch interno.

11.5. ALIMENTAZIONE SEGNALETICA STRADALE

Nei diversi punti previsti a progetto, così come indicato sugli elaborati planimetrici, verranno realizzate le alimentazioni per la segnaletica stradale luminosa e/o a messaggio variabile. Le linee di alimentazione per la segnaletica stradale verranno sottese ad interruttori dedicati installati nei rispettivi quadri di alimentazione.

11.6. ALIMENTAZIONE QUADRI BORDO MACCHINA VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Nelle piazzole di sosta presenti lungo il tracciato viario in progetto, così come indicato sugli elaborati planimetrici, verranno realizzate le alimentazioni per i quadri bordo macchina a servizio delle pompe delle vasche di prima pioggia. I suddetti quadri bordo macchina saranno dotati delle apparecchiature e della sensoristica necessaria a garantire il corretto funzionamento delle pompe sia in modalità automatica che in modalità manuale.

11.7. PREDISPOSIZIONE IMPIANTO DI SEGNALAZIONE IN CASO DI NEBBIA

Il progetto prevede la predisposizione per la futura realizzazione di un impianto completo di segnalazione in caso di nebbia. In particolare, così come indicato sugli elaborati planimetrici, verranno predisposte le vie cavi (cavidotti e pozzetti) per consentire l'installazione di:

- centraline di alimentazione, comando e sincronizzazione;
- segnalatori del limite del ciglio stradale lungo le piste di svincolo;
- delineatori di carreggiata per guida ottica lungo l'asse di percorrenza per i due sensi di marcia.

11.8. PREDISPOSIZIONE PER L'IMPIANTO DI TELEGESTIONE

11.8.1. QUADRI ELETTRICI

Tutte le apparecchiature in dotazione ai quadri di bassa tensione saranno dotate di doppio contatto di stato e contatto di scattato per ogni interruttore con riporto in apposita morsettiera per la predisposizione per un futuro sistema di supervisione in grado di gestire l'intero tracciato.

Ogni quadro di bassa tensione sarà dotato di strumenti multifunzione completi di porta seriale RS485 per il rilevamento a distanza di:

- valore della tensioni concatenate + tre tensioni di fase;
- valore delle correnti di fase;
- frequenza;
- cosfi;
- potenza attiva, reattiva, apparente;
- energia attiva;
- energia reattiva;
- potenza media e valore massimo potenza media.

Gli strumenti sono corredati di ingressi digitali ed uscita ad impulsi per il rilevamento a distanza dei consumi con riporto in morsettiera.

Per tutti i contattori e per tutti i selettori A-0-M è previsto il doppio contatto di stato con riporto in morsettiera.

Tutti i limitatori di sovratensione sono corredati di contatto ausiliario in commutazione per il rinvio del loro stato di funzionamento e/o guasto.

Il quadro sarà fornito cablato nei comandi, oltre che dei circuiti di potenza, anche dei circuiti ausiliari attestati su una morsettiera secondaria in modo da consentire il futuro comando da locale-remoto attraverso il sistema di telecontrollo.

Per completare il sistema di telegestione sarà sufficiente installare nei quadri elettrici un apposito gateway il quale sarà in grado di acquisire stati, comandi, misure, allarmi e comunicarli mediante collegamento filare (con linea RS485 in cavo twistato e schermato da posarsi all'interno delle vie cavi a servizio delle linee f.m.) o tramite rete cellulare/APN (con accessorio modem GPRS) ad una centrale di controllo.

11.8.2. APPARECCHI ILLUMINANTI

Ogni apparecchio illuminante previsto a progetto è predisposto per alloggiare al suo interno un controller RF il quale oltre a fare da bridge per gli altri controller sarà in grado di comunicare con un Gateway GSM/GPRS/TCP-IP da installarsi all'interno di ogni quadro elettrico.

Mediante un server esterno ubicato in una centrale di controllo sarà così possibile la completa telegestione (dimming, spegnimento, acquisizione stato di funzionamento, ecc.) degli apparecchi illuminanti (singolarmente o per gruppi).

12. DISTRIBUZIONE ELETTRICA

12.1. QUADRI ELETTRICI

Sulla parte frontale del quadro (sui pannelli) dovranno essere poste delle etichette indelebili e di facile lettura, indicanti in maniera inequivocabile la funzione svolta dalle varie apparecchiature manovrabili dall'operatore.

Il cablaggio interno verrà eseguito impiegando i conduttori indicati negli schemi elettrici, muniti alle estremità di capocorda adeguato in relazione alla sezione e numerati con appositi accessori per numerazione; in alternativa potranno essere utilizzati opportuni sistemi per cablaggio rapido, idonei in relazione alle apparecchiature di protezione e alla carpenteria impiegati. I conduttori saranno collocati entro canaline di PVC largamente dimensionate, preforate lateralmente, dotate di coperchio con fissaggio a scatto e le linee in partenza dal quadro saranno derivate da una apposita morsettiera, adeguatamente dimensionata e fissata su guida EN50022. Nei quadri con isolamento di Classe I si avrà cura di eseguire il cablaggio interno mantenendo un isolamento equivalente a quello previsto per la Classe II (doppio isolamento) nei tratti a monte degli interruttori differenziali.

Gli schemi dei collegamenti circuitali del quadro dovranno essere conservati in copia aggiornata (disegni as built) in prossimità del quadro, opportunamente protetti.

Non sarà permesso adattare artigianalmente componenti facenti parte del quadro, il quale dovrà essere integro in ogni sua parte ed assemblato solo con gli accessori compatibili con lo stesso. Per nessun motivo dovranno essere alterate le caratteristiche del grado di protezione che non dovrà essere inferiore a quello riportato sugli elaborati grafici.

Le dimensioni della carpenteria indicate nel presente progetto potranno essere eventualmente aumentate dal quadrista (previa verifica degli ingombri e solo dopo avvenuta autorizzazione della D.L.) per esigenze di cablaggio o per incrementare la potenza dissipabile.

L'Impresa installatrice è responsabile dell'applicazione delle norme d'installazione, cioè della corretta scelta ed installazione dei componenti elettrici indicati dal costruttore.

Sul quadro dovranno essere eseguite le verifiche e fornite le certificazioni previste dalla normativa vigente.

13. MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

13.1. GRADO DI PROTEZIONE DEGLI INVOLUCRI

Tutti i componenti elettrici devono presentare, una volta installati, un grado di protezione minimo IP33, con l'eccezione degli apparecchi di illuminazione, che, se posti a più di 2,50m dal suolo in ambienti non problematici, possono avere un grado IP23. Per i componenti interrati o installati in pozzetti occorre un grado di protezione IPX7 (se è previsto il drenaggio) o IPX8 (funzionamento prevalentemente sommerso).

13.2. MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI

Relativamente alle varie modalità di posa dovranno essere rispettate le prescrizioni riportate a seguire.

13.3. ESECUZIONE DI IMPIANTI IN CAVIDOTTO

Dovranno essere utilizzati cavidotti in polietilene, con resistenza allo schiacciamento non inferiore a 750N, oppure protetti con strutture in calcestruzzo e dovranno avere un diametro non inferiore a 40mm. I cavidotti andranno posati dotando le tubazioni di una protezione o di un sistema supplementare capace di garantirne la facile individuazione. Se non adeguatamente protetti con una protezione in grado di resistere ad un attrezzo di scavo manuale la posa dei cavi dovrà avvenire ad almeno 0,5m di profondità. Durante le operazioni di posa si dovrà fare molta attenzione ai raggi di curvatura dei cavi. Il diametro interno dei tubi dovrà essere maggiore di almeno 1,4 volte il diametro del cavo o del fascio dei cavi in essi contenuti. Particolare cura dovrà essere posta quando si può verificare coesistenza fra cavidotti contenenti cavi di energia ed altre canalizzazioni, opere o strutture interrate.

In particolare si dovranno rispettare le seguenti distanze di rispetto:

- i tubi contenenti cavi per energia devono essere situati a quota inferiore (almeno 0,3m) da quelli contenenti cavi per telecomunicazione e/o comando o segnalamento;
- l'incrocio od il parallelismo di tubi contenenti cavi per energia e tubazioni adibite al trasporto ed alla distribuzione di fluidi (acquedotti, gasdotti, oleodotti e simili) dovranno avvenire ad almeno 0,5m di distanza;
- la distanza fra tubi contenenti cavi per energia e le superfici esterne di serbatoi per liquidi e gas infiammabili deve essere di almeno un metro.

Il riempimento della trincea ed in generale di tutti i tipi di scavo è l'operazione più importante per la posa di tubazioni interrate. Infatti deve essere eseguita correttamente per poter realizzare una perfetta interazione tra il cavidotto e il terreno e permettere quindi al cavidotto di reagire alle deformazioni del terreno causate sia dal suo assestamento che dai carichi che gravano sullo scavo.

Il modo corretto per poter realizzare questo sistema di interazione tra cavidotto e terreno è quello di effettuare un riempimento per strati successivi della trincea, come illustrato nella figura. Il primo strato consiste nel rinfianco del cavidotto con sabbia fino a raggiungere la generatrice superiore del tubo. La costipazione viene eseguita solamente sui fianchi del cavidotto. Il secondo strato di circa 15-20cm, realizzato ancora con lo stesso materiale del primo strato deve essere costipato solo lateralmente al cavidotto, e non sulla verticale dello stesso. In questo modo si evitano inutili sollecitazioni dinamiche al cavidotto. Negli strati successivi di spessore pari a 30cm si utilizza il materiale proveniente dallo scavo, depurato dalle pietre di diametro superiore ai 10cm e dai frammenti vegetali. La compattazione degli strati dovrà essere eseguita sempre con la massima attenzione, avendo cura di eliminare le terre difficilmente comprimibili. Infine va lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale.

IDENTIFICAZIONE DEGLI SCAVI:

- **TRINCEA STRETTA** (consigliata): è la migliore sistemazione nella quale collocare i tubi. Larghezza trincea pari ad almeno a tre volte il diametro esterno del tubo.
- **TRINCEA LARGA**: il carico sul tubo è sempre maggiore di quello relativo alla sistemazione in trincea stretta. Larghezza trincea da tre a dieci volte il diametro esterno del tubo.
- **PROFONDITÀ DELLO SCAVO**: la profondità deve essere maggiore di entrambi i seguenti valori:
 - traffico stradale: $H > 1,0m$;
 - altri casi: $H > 0,8m$.

13.4. ESECUZIONE DI IMPIANTI IN PASSERELLA O CANALE

Le passerelle o i canali portacavi saranno disposti con percorrenza orizzontale e verticale, compatibilmente con gli eventuali intralci dovuti alla posa di tubi o altre parti impiantistiche.

Per consentire di superare eventuali ostacoli sarà consentito, all'occorrenza, il cambio di quota di posa (salite e discese con angolazioni diverse da 90°).

Giunzioni, curve e raccordi verranno realizzati impiegando componenti appropriati, in modo da non pregiudicare in alcun modo il grado di protezione; non sarà ammesso adattare artigianalmente alcun componente.

Nelle passerelle o canali non è ammessa la posa di cavi senza guaina di protezione (es.: FS17). Operando a favore della sicurezza, tale prescrizione restrittiva si applicherà anche per i canali metallici.

13.5. ESECUZIONE DI IMPIANTI IN TUBO A VISTA

Verranno impiegati tubi in acciaio zincato a caldo, con diametro interno tale da non ostacolare l'estrazione e l'eventuale reimmissione di uno o più conduttori. Giunzioni, curve e raccordi, verranno realizzati impiegando componenti appropriati alla serie scelta, in modo da non pregiudicare in alcun modo il grado di protezione, che non dovrà mai essere inferiore a quello previsto per l'ambiente di installazione; non sarà ammesso adattare artigianalmente alcun componente. I tubi dovranno essere posati esclusivamente seguendo percorrenze orizzontali e/o verticali evitando tratti obliqui e dimensionati secondo le specifiche riportate al punto 7.1. Le scatole di derivazione e porta apparecchi saranno fissate mediante tassellatura alla struttura edile.

14. DISPOSIZIONI DI SICUREZZA, OPERATIVE E DI MANUTENZIONE

14.1. REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI

I lavori dovranno essere eseguiti esclusivamente da Ditte autorizzate all'installazione di impianti elettrici, rispettando tutte le norme e leggi vigenti in materia di sicurezza ed antinfortunistica. Dovranno inoltre essere prese tutte le misure precauzionali affinché non possano insorgere situazioni di pericolo per chiunque, addetto ai lavori e non, si trovi a frequentare il luogo sede dei lavori medesimi.

La Ditta incaricata di realizzare gli impianti elettrici dovrà eseguire gli interventi attenendosi alle disposizioni generali contenute nella presente relazione ed in tutti i restanti allegati di progetto.

14.2. ESAME A VISTA

Si dovrà accertare, senza effettuare alcuna prova, che le condizioni di realizzazione dell'impianto siano corrette. L'esame a vista verrà eseguito in assenza di tensione.

Tramite l'esame a vista si accerterà che i componenti siano conformi alle prescrizioni di sicurezza delle relative Norme, che siano stati scelti e montati correttamente, che non abbiano subito danneggiamenti, che, quando previsto, dispongano del marchio IMQ o di certificazioni equivalenti.

Verranno verificati i metodi di protezione dai contatti diretti ed indiretti, la scelta e la taratura dei dispositivi di protezione, la scelta dei conduttori in base alla portata ed alla sezione, l'impiego corretto dei colori distintivi per i conduttori di fase, neutro, protezione ed equipotenziali, il corretto montaggio dei dispositivi di sezionamento e comando, la scelta dei componenti elettrici e l'adeguatezza del loro grado di protezione, in relazione al tipo di ambiente ove sono installati ed alle influenze esterne, l'idoneità delle connessioni dei conduttori e l'identificazione dei circuiti.

14.2.1. PROVE

Ultimato l'esame a vista si procederà all'esecuzione delle prove descritte a seguire.

14.2.1.1. VERIFICA DELLA SFILABILITÀ DEI CAVI

Si controllerà che l'eventuale operazione di sostituzione di un conduttore non risulti ostacolata in alcun modo; inoltre si accerterà che lo stipamento dei conduttori entro le canalizzazioni sia contenuto entro i limiti previsti al punto 7.1.

14.2.1.2. PROVA DELLA CONTINUITÀ DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE ED EQUIPOTENZIALI

La prova verrà effettuata con un apparecchio idoneo, in grado di fornire una corrente uguale o superiore a 0,2A, utilizzando una tensione alternata o continua compresa tra 4V e 24V a vuoto.

14.2.1.3. MISURA DELLA RESISTENZA DI ISOLAMENTO DELL'IMPIANTO ELETTRICO

Si verificherà l'isolamento esistente tra i conduttori attivi (fase e neutro) ed il conduttore di protezione. La tensione di prova dovrà essere di 500V in corrente continua ed il valore di resistenza di isolamento non inferiore a 0,5Mohm per i circuiti fino a 500V con l'esclusione dei circuiti SELV e PELV per i quali i valori sopra riportati si ridurranno a 250V in corrente continua e 0,25Mohm. La misura dovrà essere eseguita con l'impianto non in tensione.

14.2.2. PROVA DI FUNZIONAMENTO

Si verificherà il corretto funzionamento, nonché la corretta taratura e/o regolazione di tutte le apparecchiature ed utilizzatori installati.

14.2.3. VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE

La caduta di tensione massima dovrà rientrare nei limiti esposti al punto 4.4. Nella prova si accerterà che la tensione, in ogni punto ove è distribuita, non subisca diminuzioni che oltrepassino il limite di caduta di tensione fissato.