PROGRAMMA HORIZON 2020

URBAN NATURE LABS – WP5 – T5.3

Attività:

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DELLA EX CASERMA GAVOGLIO PER LA REALIZZAZIONE DEL PARCO URBANO

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo:

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI

Doc. n: I0070\ESE\PARCO\DEF\IMP\R026

Timbro e firma

STIng - Dott. Ing. Attilio Valentini - Studio Tecnico di Ingegneria
Via J. Ruffini, 6/2 - 16128 - Genova (GE - Italy)
Tel.: +39 010 581622
Fax: +39 010 8630917
stingva@gmail.com

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI GENOVA
DOTT. ING. VALENTINI ATTILIO N° 5595

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI GENOVA
Dott. Ing. SIMONA BRUN n. 9104A

Rev.	Data	Sez.	Pag.	Redatto	Controllato	Approvato	Descrizione
1	13/07/18	14	176	VA	FB	SB	Per Emissione

SOMMARIO

SOMMARIO 2
1 PREMESSA 7
1.1 Descrizione del progetto 7
1.2 Tipo e ubicazione dell'immobile 7
1.3 Classificazione degli ambienti 8
2 FORNITURA 8
2.1 Fornitura bassa tensione - sistema TT 8
2.2 Prescrizioni Sistema TT 12
2.2.1 Misure di protezione 12
2.2.2 Impianto di terra 12
2.2.3 Protezione contro le sovracorrenti 21
2.2.4 Protezione contro i contatti indiretti 25
3 CARATTERISTICHE GENERALI DEI QUADRI ELETTRICI 26
3.1 Quadro generale 27
3.1.1 Descrizione generale 28
3.1.2 Alimentazione del quadro 29
3.1.3 Caratteristiche tecniche 29
3.1.4 Protezione di backup degli interruttori 30
3.1.5 Protezione da valle delle condutture 30
3.1.6 Condutture in doppio isolamento 30
3.1.7 Condutture non protette contro i sovraccarichi 30
3.1.8 Condutture non protette contro i cortocircuiti 30
3.1.9 Rapporto tra corrente di carico e corrente nominale 30
3.1.10 Protezione contro le sovratensioni 31
3.1.11 Sistema di rifasamento 31
3.1.12 Modalità di installazione 31
3.2 Quadri Gruppi di Continuita' 31
3.2.1 Armadi e contenitori per quadri SECONDARI 31
3.2.2 Contenitori (centralini) in materiale isolante 32
3.3 Quadro elettrico QUPS 32
3.3.1 Descrizione generale 32

3.3.2 Alimentazione del quadro 32
3.3.3 Caratteristiche tecniche 33
3.3.4 Protezione di backup degli interruttori 33
3.3.5 Protezione da valle delle condutture 33
3.3.6 Condutture in doppio isolamento 33
3.3.7 Condutture non protette contro i sovraccarichi 34
3.3.8 Condutture non protette contro i cortocircuiti 34
3.3.9 Rapporto tra corrente di carico e corrente nominale 34
3.3.10 Protezione contro le sovratensioni 34
3.3.11 Sistema di rifasamento 34
3.3.12 Modalità di installazione 34
3.4 Quadro elettrico QUPS-IS 34
3.4.1 Descrizione generale 35
3.4.2 Alimentazione del quadro 35
3.4.3 Caratteristiche tecniche 35
3.4.4 Protezione di backup degli interruttori 36
3.4.5 Protezione da valle delle condutture 36
3.4.6 Condutture in doppio isolamento 36
3.4.7 Condutture non protette contro i sovraccarichi 36
3.4.8 Condutture non protette contro i cortocircuiti 36
3.4.9 Rapporto tra corrente di carico e corrente nominale 37
3.4.10 Protezione contro le sovratensioni 37
3.4.11 Sistema di rifasamento 37
3.4.12 Modalità di installazione 37
4 GRUPPI STATICI DI CONTINUITA' (UPS) 38
4.1 UPS 5 kVA 38
4.1.1 Descrizione generale 38
4.1.2 Alimentazione del quadro 38
4.1.3 Caratteristiche tecniche 39
4.1.4 Protezione di backup degli interruttori 39
4.1.5 Protezione da valle delle condutture 39
4.1.6 Condutture in doppio isolamento 40
4.1.7 Condutture non protette contro i sovraccarichi 40

4.1.8 Condutture non protette contro i cortocircuiti 40
4.1.9 Rapporto tra corrente di carico e corrente nominale 40
4.1.10 Protezione contro le sovratensioni 40
4.1.11 Sistema di rifasamento 40
4.1.12 Modalità di installazione 41
4.1.13 Dati tecnici 41
4.2 UPS-IS 3 kVA 44
4.2.1 Descrizione generale 45
4.2.2 Alimentazione del quadro 45
4.2.3 Caratteristiche tecniche 45
4.2.4 Protezione di backup degli interruttori 46
4.2.5 Protezione da valle delle condutture 46
4.2.6 Condutture in doppio isolamento 46
4.2.7 Condutture non protette contro i sovraccarichi 46
4.2.8 Condutture non protette contro i cortocircuiti 46
4.2.9 Rapporto tra corrente di carico e corrente nominale 46
4.2.10 Protezione contro le sovratensioni 47
4.2.11 Sistema di rifasamento 47
4.2.12 Modalità di installazione 47
4.2.13 Dati tecnici 47
5 CONDUTTURE ELETTRICHE 50
5.1 Cavi di energia 50
5.2 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche 55
5.3 Cassette di derivazione e giunzione 57
5.4 Morsetti 58
6 DISTRIBUZIONE GENERALE 58
6.1 Alimentazione e linee dei servizi di sicurezza 58
6.2 Protezione contro i contatti diretti ed indiretti 61
6.3 Protezione delle condutture contro le sovracorrenti 65
6.4 Impianto di terra 70
6.5 Condutture Elettriche 78
6.6 Sezioni minime 92
6.7 Coefficienti di utilizzazione - contemporaneità e caduta di tensione 95

6.8 Selettività d'intervento dei dispositivi di protezione 97
7 APPARECCHI DI PROTEZIONE, COMANDO E SEZIONAMENTO 98
7.1 Interruttori differenziali modulari 99
7.2 Interruttori automatici modulari con sganciatori di sovracorrente 100
7.3 Interruttori automatici modulari con sganciatori di sovracorrente (CEI EN 60947-2) 101
7.4 Limitatori di sovratensione (SPD) 102
8 CONTROLLO, VERIFICHE E COLLAUDO 106
8.1 Verifica per la messa in servizio di un impianto elettrico 106
8.2 Collaudo 110
8.3 Obblighi ed oneri generali e speciali 113
8.4 Verifica della sovratemperatura dei quadri 118
9 IMPIANTI SPECIALI ED AUSILIARI 120
9.1 Estrattore d'aria elettrico 120
9.2 Impianto TVCC 121
9.3 Maxischermi 123
9.4 Hotspot Wi-Fi 125
10 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE 127
10.1 Apparecchi di illuminazione per moduli LED 127
10.2 Impianto di illuminazione pubblica 130
10.3 Impianti di illuminazione di emergenza 133
1 APPENDICE 1: TIPOLOGIE DI POSA DEI CAVI 137
2 APPENDICE 2: CARATTERISTICHE TECNICHE DEI CAVI E DELLE CONDUTTURE 138
3 CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM) 140
4 CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM) – PROGETTO ILLUMINOTECNICO 174

ALLEGATI

Allegato 1 - Specifiche tecniche quadri-QEG
Allegato 2 - Specifiche tecniche quadri-QUPS
Allegato 3 - Specifiche tecniche quadri-QUPS-IS
Allegato 4 - Tabella Calcoli e Verifiche-QEG
Allegato 5 - Tabella Calcoli e Verifiche-QUPS
Allegato 6 - Tabella Calcoli e Verifiche-QUPS-IS
Allegato 7 - Verifica termica CEI 17-43-QEG

Allegato 8 - Verifica termica CEI 17-43-QUPS
Allegato 9 - Verifica termica CEI 17-43-QUPS-IS
Allegato 10 - Lighting_Progetto percorsi pedonali tipo
Allegato 11 - Lighting_Progetto campi sportivi
Allegato 12 - DdC ai CAM 2017-Cariboni Kosmos
Allegato 13 - Nr. 7 schede tecniche apparecchi illuminanti.

TAVOLE

I0070-ESE-DEF-IMP-T021: IE&S - Planimetria vie cavi principali e ubicazione equipaggiamenti - (1/2)
I0070-ESE-DEF-IMP-T022: IE&S - Planimetria vie cavi principali e ubicazione equipaggiamenti - (2/2)
I0070-ESE-DEF-IMP-T023: IE&S - Schema a blocchi IE
I0070-ESE-DEF-IMP-T024: IE&S - Quadro Elettrico Generale - Schema unifilare
I0070-ESE-DEF-IMP-T025: IE&S - UPS e Quadro UPS (5 kVA) - Schema unifilare
I0070-ESE-DEF-IMP-T026: IE&S - UPS e Quadro UPS (IS) - Schema unifilare

1 PREMESSA

La presente RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI è parte integrante del Progetto Definitivo del “Progetto di riqualificazione della ex Caserma Gavoglio per la realizzazione del Parco Urbano”

1.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Realizzazione degli impianti elettrici e speciali per il parco urbano.

In sintesi, l’Impianto Elettrico e gl’Impianti Speciali (IE&S) si sviluppano come di seguito descritto.

A partire dal punto di consegna della fornitura d’energia elettrica (Locale Tecnico Elettrico), dove sarà ubicato il contatore, sarà installato il Quadro Elettrico Generale (QEG) da cui partiranno le linee di alimentazione delle utenze previste e costituite principalmente dalla pompa della centrale di pressurizzazione d’acqua, dagli apparecchi illuminanti, dalle centraline d’irrigazione, da un UPS di 5 kVA per l’alimentazione degl’impianti speciali, da un UPS di 3 kVA per l’alimentazione dell’illuminazione di sicurezza, da luce e prese dei locali tecnici e dei servizi igienici. Due linee per apparecchi illuminanti alimentano ciascuna una presa FM CEE per alimentare eventuali proiettori di scena per gli eventi programmati nell’anfiteatro in fondo alla gradonata.

L’UPS 5 kVA alimenta l’impianto di videosorveglianza (TVCC), n. 3 Maxischermi e n. 2 Hotspot Wi-Fi (ved. diss. T21-T22), tramite il quadro QUPS da esso alimentato.

L’UPS-IS alimenta esclusivamente parte degli apparecchi illuminanti denominati IS (ved. diss. suddetti) e gli apparecchi autonomi di segnalazione delle vie d’esodo (US).

E’ prevista un’ulteriore fornitura d’energia elettrica per l’alimentazione dell’impianto ascensore, la cui realizzazione sarà a cura del fornitore. Il punto di fornitura sarà ubicato nei pressi dell’ascensore.

Gl’impianti speciali suindicati (TVCC, Maxischermi e Hotspot Wi-Fi) sono in opzione e saranno soggetti ad approvazione per il loro inserimento nel progetto esecutivo.

1.2 TIPO E UBICAZIONE DELL'IMMOBILE

Lo stabilimento Ex-Caserma Gavoglio - Parco Urbano è ubicato in Via del Lagaccio 41 a Genova.

Il parco urbano si sviluppa all’aperto e non sono previste costruzioni (locali al chiuso) al suo interno, ma solo strutture ludiche, sportive e di intrattenimento.

1.3 CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI

Non sono presenti costruzioni chiuse e gl'impianti sono per luoghi all'aperto.

2 FORNITURA

La fornitura rappresenta il punto di prelievo dell'energia elettrica per gli utenti passivi della rete di distribuzione.

Riferimenti normativi

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.

2.1 FORNITURA BASSA TENSIONE - SISTEMA TT

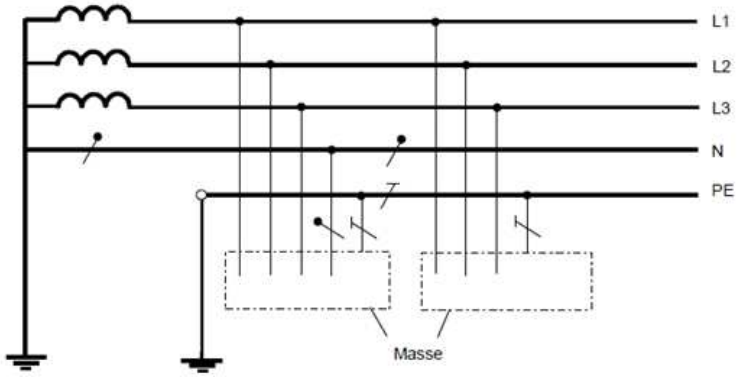
L'impianto sarà alimentato da una fornitura in bassa tensione.

Caratteristiche generali

Denominazione		Fornitura
Potenza contrattuale	[kW]	28 (da confermare)
Tensione di alimentazione	[V]	400
Sistema di alimentazione		TT
Frequenza	[Hz]	50
Polarità		Quadripolare

Riferimento normativo Sistema TT:

- Norma CEI 64-8 Art. 312.2.2.2 - Il sistema TT ha solo un punto direttamente messo a terra e le masse dell'impianto sono collegate elettricamente ai dispersori separati da quelli del sistema di alimentazione.



Correnti di cortocircuito all'origine dell'impianto

I valori delle correnti di cortocircuito nel punto di origine dell'impianto, assunte per l'esecuzione dei calcoli di progetto, sono le seguenti:

Massima corrente di corto circuito trifase	[KA]	10
Fattore di potenza della corrente di cortocircuito trifase		0,5
Massima corrente di corto circuito fase-neutro	[KA]	6
Fattore di potenza della corrente di cortocircuito fase-neutro		0,5

Riferimenti normativi Corrente di cortocircuito massima nel punto di consegna:

- Norma CEI 64-8 - Per gli impianti alimentati in bassa tensione (230/440V) la Norma CEI 0-21 indica i valori delle correnti cortocircuito massime al punto di consegna. Tali valori possono essere impiegati per il dimensionamento dei dispositivi di protezione presenti nell'impianto dell'utente. I valori forniti dalla Norma in funzione del tipo di distribuzione prevista (trifase e/o monofase) e della potenza contrattuale, sono indicati nel seguente prospetto:

Fornitura	**Potenza contrattuale**	**Corrente di cortocircuito**	**Fattore di potenza della corrente di cortocircuito**
Trifase	fino a 33 kW	10 kA	0,5
Trifase	superiore a 33 kW	15 kA	0,3
Monofase (derivato da fornitura trifase)	---	6 kA	0,7
Monofase	---	6 kA	0,7

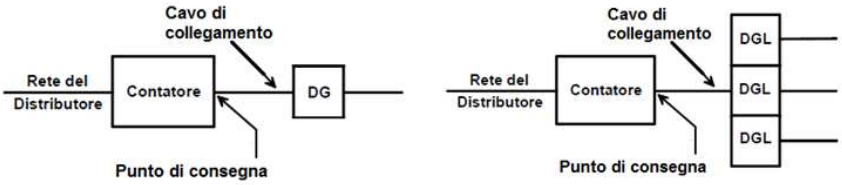
Se il punto di origine dell'impianto in progetto non corrisponde al punto di consegna, ma è collocato a valle di linee di alimentazione, le reali correnti di cortocircuito possono essere valutate in funzione delle caratteristiche delle linee presenti e quindi dalle impedenze che si trovano in serie con quelle di riferimento assunte a monte del punto di consegna.

Cavo di collegamento

Il collegamento tra il punto di consegna dell'energia del fornitore ed il primo dispositivo di protezione è di proprietà dell'utente e dovrà essere realizzato rispettando le prescrizioni normative indicate nella Norma CEI 0-21. Dovrà essere impiegata una conduttura in doppio isolamento di lunghezza non superiore a 3 metri.

Riferimenti normativi Cavo di collegamento:

- Norma CEI 0-21 Tratto di cavo di proprietà e pertinenza dell'Utente che collega il contatore o il sistema di misura con il primo(i) dispositivo(i) di protezione contro le sovracorrenti dell'utente (DG – dispositivo generale o DGL – dispositivo generale di linea).



- Protezione del cavo di collegamento (estratto): Salvo cavi di collegamento posati nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio, la protezione contro sovraccarico può essere svolta dai dispositivi posti a valle del medesimo cavo (DG – dispositivo generale ovvero DGL – dispositivo generale di linea, in numero non superiore a tre)

La protezione contro il cortocircuito del cavo di collegamento può essere omessa se sono verificate contemporaneamente le condizioni di cui all'art. 473.2.2.1 della Norma CEI 64-8; in particolare, il cavo di collegamento:

- deve avere una lunghezza non superiore a 3 m
- deve essere installato in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito
- non deve essere posto in vicinanza di materiale combustibile né in impianti situati in luoghi a maggior rischio in caso di incendio o con pericolo di esplosione

Potenza impiegata dall'impianto

Dall'analisi dei carichi definiti nell'impianto in progetto risultano le seguenti potenze:

Potenza totale dei carichi installati nell'impianto	[kW]	29
Potenza contemporanea stimata erogata dall'impianto	[kW]	28
Fattore di contemporaneità risultante	[%]	0.886

Potenza massima di progetto

Potenza massima erogabile dall'impianto	[kW]	28

Resistenza di terra

La resistenza di terra dell'impianto impiegata per la verifica della protezione contro i contatti indiretti è la seguente:

Resistenza dell'impianto di terra a cui è collegato l'impianto elettrico in progetto	[Ω]	10

Massima caduta di tensione all'interno dell'impianto

I calcoli di progetto sono stati effettuati in modo da garantire in tutto l'impianto un valore massimo della caduta di tensione, calcolata a partire dal punto di origine dell'impianto in progetto, sino a ciascuno dei carichi alimentati.

Caduta di tensione massima ammessa nell'impianto	[%]	4

Riferimenti normativi Caduta di tensione negli impianti utilizzatori:

- Norma CEI 64-8 Si raccomanda che la caduta di tensione non superi, in qualsiasi punto dell'impianto utilizzatore e col relativo carico di progetto, il 4% della tensione nominale solo in mancanza di specifiche indicazioni da parte del committente.

Calcolo della caduta di tensione

Il calcolo della caduta di tensione in ogni punto dell'impianto è stato eseguito applicando la seguente formula:

$$\Delta V = K \times I \times L \times (R_l \cos\varphi + X_l \operatorname{sen}\varphi)$$

Dove:

I = *corrente di impiego I_B (oppure la corrente di taratura I_n espressa in A)*

R_l = *resistenza (alla TR) della linea in Ω/km (valutata in funzione della reale corrente che percorre il conduttore)*

X_l = *reattanza della linea in Ω/km*

K = *2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi*

L = *lunghezza della linea in km*

Temperatura a regime del conduttore

Il conduttore attraversato da corrente dissipa energia che si traduce in un aumento della temperatura del cavo. La temperatura viene calcolata come di seguito indicato:

$$T_R = T_Z \times n^2 - T_A (n^2 - 1)$$

Dove:

T_R = *è la temperatura a regime espressa in °C*

T_Z = *è la temperatura massima di esercizio relativa alla portata espressa in °C*

T_A = *è la temperatura ambiente espressa in °C*

n = *è il rapporto tra la corrente d'impiego I_B e la portata I_Z del cavo, ricavata dalla tabella delle portate adottata per l'esecuzione dei calcoli (UNEL 35024:70, IEC 364-5-523, UNEL 35024/1, UNEL 35026)*

2.2 PRESCRIZIONI SISTEMA TT

2.2.1 MISURE DI PROTEZIONE

Protezione contro i contatti indiretti

Interruzione automatica dell'alimentazione

La protezione contro i contatti indiretti dovrà essere assicurata tramite interruzione automatica dell'alimentazione per mezzo di interruttori differenziali installati sui quadri di distribuzione opportunamente coordinati all'impianto di terra. Tutta la parte di impianto a monte dei primi interruttori differenziali dovrà essere realizzata impiegando il doppio isolamento. Le caratteristiche del collegamento a terra del sistema sono specificate nel capitolo relativo all'impianto di terra.

Componenti di classe II

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata adottando macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione o installazione: apparecchi di Classe II. In uno stesso impianto questo tipo di protezione può coesistere con la protezione mediante messa a terra. È vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II.

Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti dovrà realizzata tramite isolamento delle parti attive tramite involucri con livello di protezione adeguato al luogo di installazione, e tali da non permettere il contatto con le parti attive se non previo smontaggio degli elementi di protezione con l'ausilio di attrezzi. La presenza degli interruttori differenziali all'origine delle linee costituirà una protezione aggiuntiva.

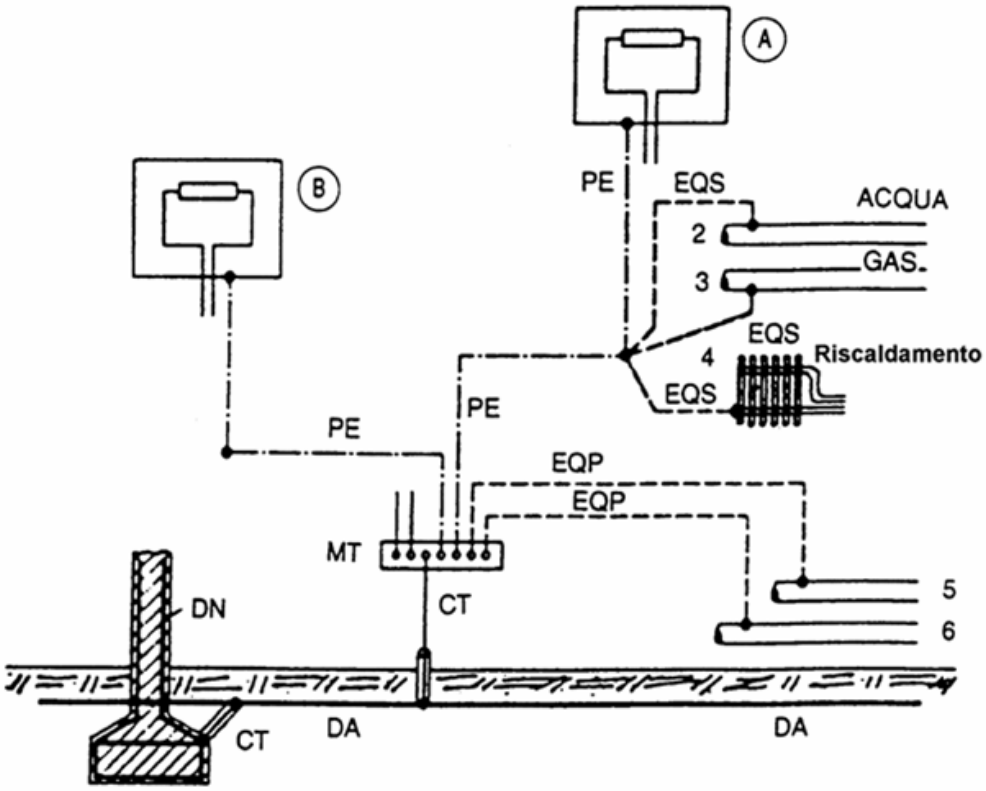
Protezione contro le sovracorrenti

La protezione delle linee contro le sovracorrenti dovrà essere assicurata da interruttori automatici (o da fusibili) installati sui quadri di distribuzione. È generalmente prevista la protezione dai sovraccarichi per tutte le linee di distribuzione o terminali. Eventuali eccezioni, dove permesse dalla norma, sono indicate nella documentazione allegata al progetto.

2.2.2 IMPIANTO DI TERRA

Per impianto di terra si intende l'insieme dei seguenti elementi:

- dispersori
- conduttori di terra
- collettore o nodo principale di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali



DA:	Dispersore intenzionale
DN:	Dispersore naturale (di fatto)
CT:	Conduttore di terra (tratto di conduttore non in contatto elettrico con il terreno)
MT:	Collettore (o nodo) principale di terra
PE:	Conduttore di protezione
EQP:	Conduttori equipotenziali principali
EQS:	Conduttori equipotenziali supplementari (per es. in locale da bagno)
A-B	Masse
2,3,4,5,6	Masse estranee

Impianti a tensione nominale ≤ 1000 V c.a.

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la Norma CEI 64-8, tenendo conto delle raccomandazioni della “Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario” (CEI 64-12); nelle pagine seguenti si riassumono le principali prescrizioni relative agli impianti di bassa tensione.

In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico. A detto impianto devono essere collegate tutte le masse e le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti: centro stella dei trasformatori, impianto contro i fulmini, ecc.).

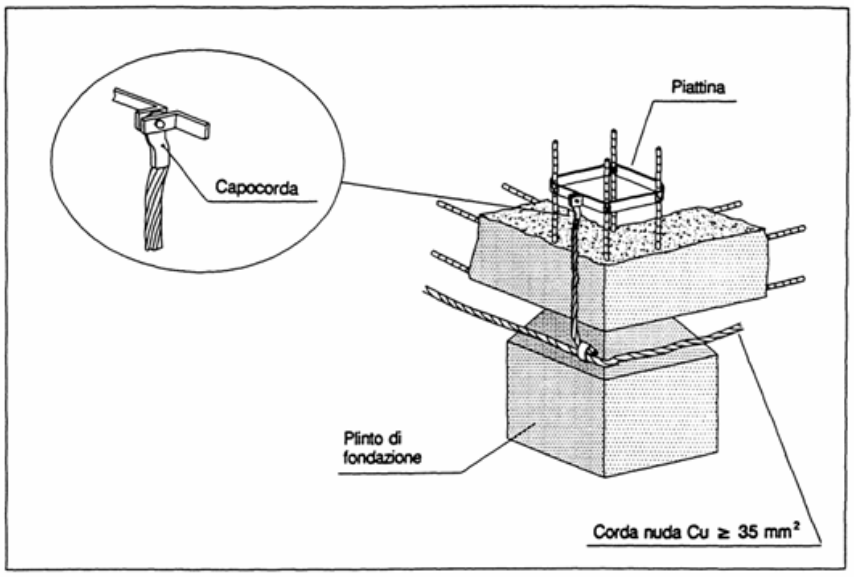
L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi della costruzione e con le dovute caratteristiche. Infatti alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente (ed economicamente) solo durante le

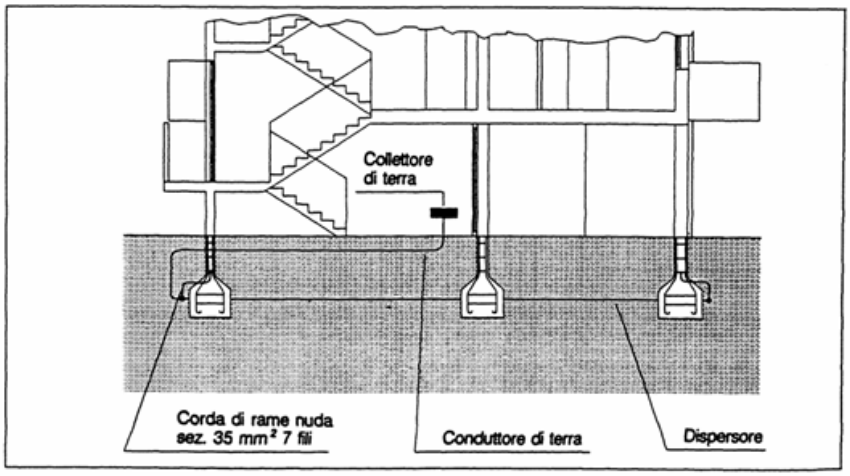
prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione dei dispersori di fatto (ferri del cemento armato, tubazioni metalliche ecc.).

Elementi dell'impianto di terra

Dispersore
Il dispersore è il componente che permette di disperdere le correnti che possono fluire verso terra. È generalmente costituito da elementi metallici, ad esempio: tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre le cui dimensioni e caratteristiche sono specificate dalla Norma CEI 64-8.
È economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori (naturali) i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

Esempio di collegamento dei dispersori naturali:

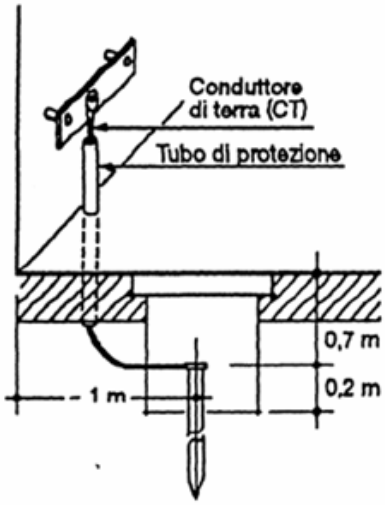




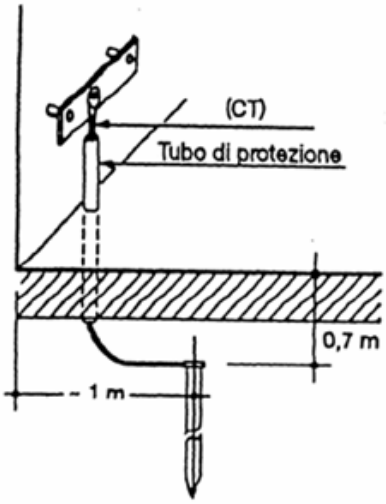
Quando si realizzano dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si deve porre la massima cura all'installazione ed alla profondità

dei dispersori. È preferibile che gli elementi disperdenti siano collocati all'esterno del perimetro dell'edificio.

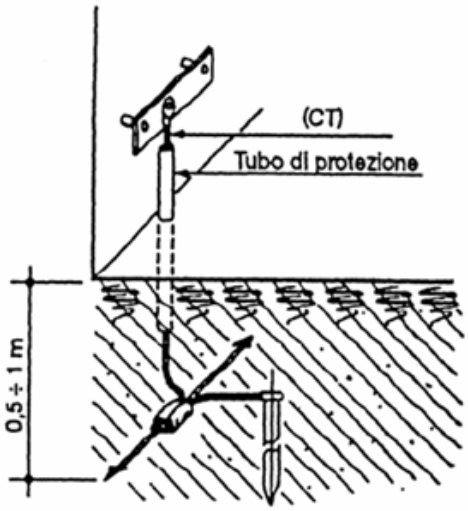
Esempi di dispersori intenzionali:



Picchetto alloggiato in pozzetto con coperchio



Picchetto interrato direttamente (senza pozzetto)



Combinazione di picchetti ed elementi orizzontali. Il collegamento deve essere realizzato mediante morsetto a pressione con viti (evitando il taglio del conduttore)

Conduttori di terra

Sono definiti conduttori i terra i conduttori che collegano i dispersori al collettore (o nodo) principale di terra, oppure i dispersori tra loro. Sono generalmente costituiti da conduttori di rame (o equivalente) o ferro.

I conduttori di terra devono essere affidabili ed avere caratteristiche che ne permettano una buona conservazione ed efficienza nel tempo, devono quindi essere resistenti ed adatti all'impiego.

Per la realizzazione dei conduttori di terra possono essere impiegati:

- corde, piattine
- elementi strutturali metallici inamovibili

I conduttori di terra devono rispettare le seguenti sezioni minime:

Tipo di conduttore	**Sezione minima del conduttore di terra**
Con protezione contro la corrosione ma non meccanica	16 mm^2
Senza protezione contro la corrosione	25 mm^2 in rame 50 mm^2 in ferro
Con protezione contro la corrosione e con protezione meccanica	Sezione del conduttore di protezione

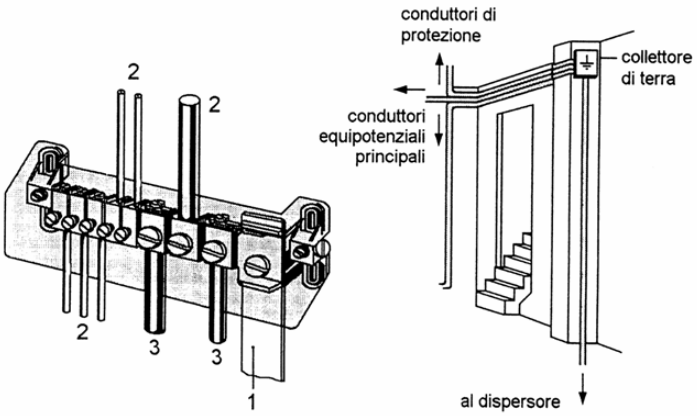
Collettore (o nodo) principale di terra
In ogni impianto deve essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure) almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

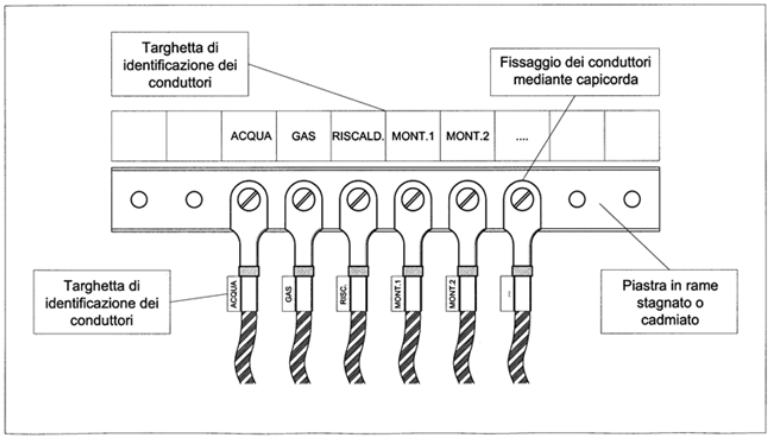
- il conduttore di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali principali
- l'eventuale conduttore di messa a terra di
- un punto del sistema (in genere il neutro)
- le masse dell'impianto MT

Ogni conduttore deve avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

Esempi di nodo principale di terra:



1 - Conduttore di terra proveniente dal dispersore
2 - Conduttori di protezione
3 - Conduttori equipotenziali principali

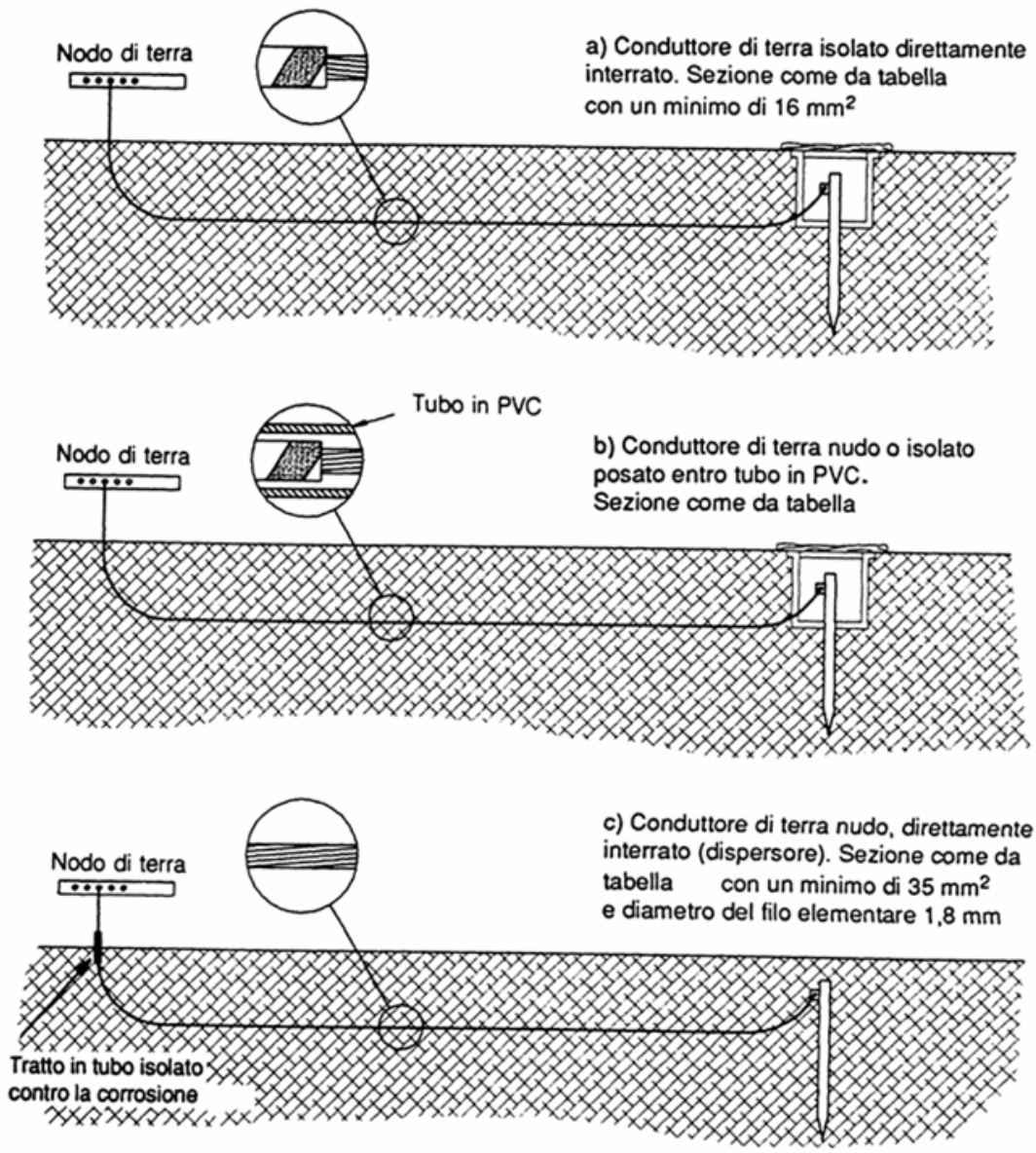


Conduttori di protezione

I conduttori di protezione devono essere distribuiti, insieme ai conduttori attivi, a tutte le masse ed ai poli di terra delle prese di corrente. Le sezioni dei conduttori di protezione dovranno avere una sezione coordinata con i conduttori di fase ad essi associati secondo la seguente tabella:

Sezione del conduttore di fase S (mm^2)	***Sezione minima del conduttore di protezione Spe (mm^2)***
$S \leq 16$	*Spe = S*
$16 < S \leq 35$	*Spe = 16*
$S > 35$	*Spe = S/2*

Sezione minima dei conduttori di terra interrati:



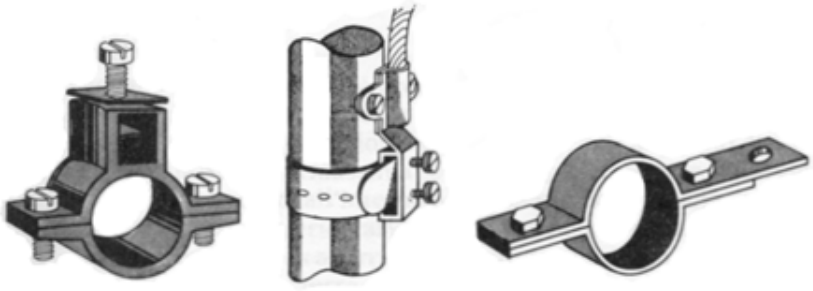
Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali principali e supplementari devono avere le sezioni indicate nelle tabelle che seguono.

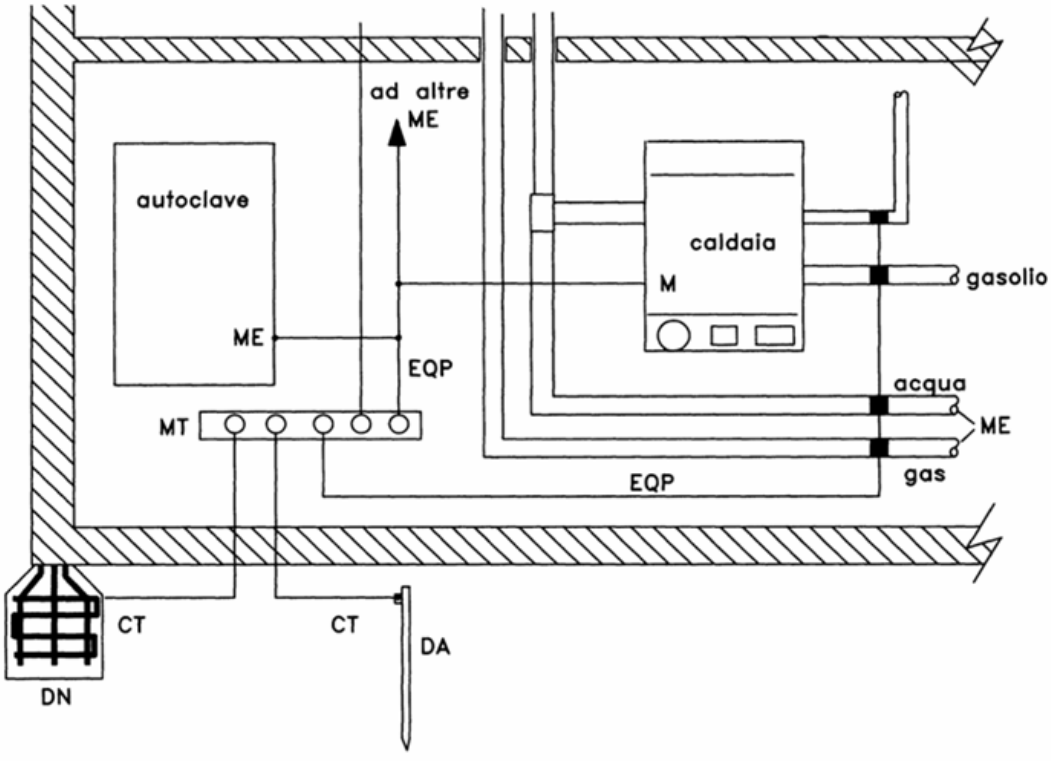
Sezione del conduttore di protezione (mm^2)	***Sezione del conduttore equipotenziale principale (mm^2)***
S	*Minimo 6 mm^2*

Tipo di connessione	*Sezione del conduttore di protezione (mm^2)*	*Sezione minima del conduttore equipotenziale supplementare S_b*
Tra due masse (M1 ed M2)	*S_{PE1} ed S_{PE2} (con $S_{PE1} \leq S_{PE2}$)*	*$S_b \geq S_{PE1}$*
Tra massa e massa estranea	*S_{PE}*	*$S_{PE}/2$*
Tra due masse estranee	*2.5 mm^2 con protezione meccanica*	
Tra massa estranea e impianto di terra	*4 mm^2 senza protezione meccanica*	

Collegamento equipotenziale principale
Alla base dell'edificio tutte le masse estranee (tubazioni metalliche) devono essere connesse al nodo principale di terra mediante cavi in rame, realizzando in tal modo il collegamento equipotenziale principale
Esempi di morsetti per la connessione delle tubazioni:

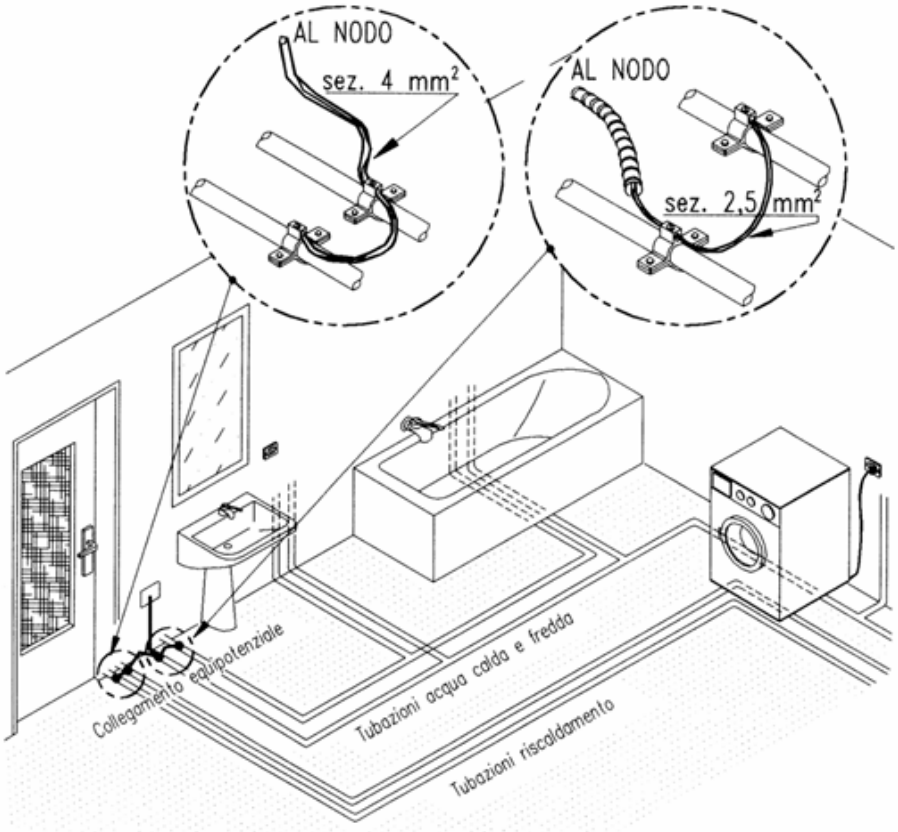


Schema generale dei collegamenti:



ME:	*Massa estranea*
MT:	*Collettore o nodo principale di terra*
CT:	*Conduttore di terra*
DN:	*Dispersore naturale*
DA:	*Dispersore artificiale*
M:	*Massa*
EQP:	*Conduttore equipotenziale principale*

Collegamento equipotenziale supplementare nel locale bagno-doccia:



Prescrizioni generali
L'impianto di terra deve essere collegato a tutte le utenze alimentate per le quali è previsto il sistema di protezione per interruzione dell'alimentazione. Viceversa è vietato collegare a terra le utenze alimentate per separazione elettrica o a bassissima tensione di sicurezza. ***L'intero complesso edilizio deve essere dotato di un sistema di dispersione unico***.

Definizioni
Massa *- Parte conduttrice facente parte dell'impianto elettrico che non è in tensione in condizioni ordinarie di isolamento ma che può andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale e che può essere toccata (Ad es. scalda-acqua, quadro elettrico metallico, carcasse di elettrodomestici, ecc.)*
Massa estranea *- Parte conduttrice, non facente parte dell'impianto elettrico, suscettibile di introdurre il potenziale di terra (Ad es. acquedotto, gronde, ecc.)*

Resistenza dell'impianto di terra
Negli impianti alimentati con sistema TT, la resistenza dell'impianto di terra dovrà risultare idonea al coordinamento con gli interruttori differenziali installati, secondo la relazione:

$R_T \leq 50/Idn$

Ad esempio $R_T \leq 1666\ \Omega$ quando è installato un interruttore differenziale da 30 mA.
Nel caso di ambienti particolari, come i locali medici, le piscine o le stalle, la relazione è la seguente:

$R_T \leq 25/Idn$

Dove:
***R_T** è la resistenza dell'impianto di terra*
***I_{dn}** è la corrente nominale di intervento dell'interruttore differenziale*

È comunque consigliabile di predisporre l'impianto di terra in modo da ottenere valori di resistenza inferiori al limite teorico calcolabile con la formula riportata sopra.
Nota: Si ricorda che il limite di 20 Ω (previsto dal DPR 547/55) è superato dalle prescrizioni normative riportate sopra.

2.2.3 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

Il progetto delle misure di protezione contro le sovracorrenti è stato eseguito considerando le possibili condizioni di sovraccarico e cortocircuito.

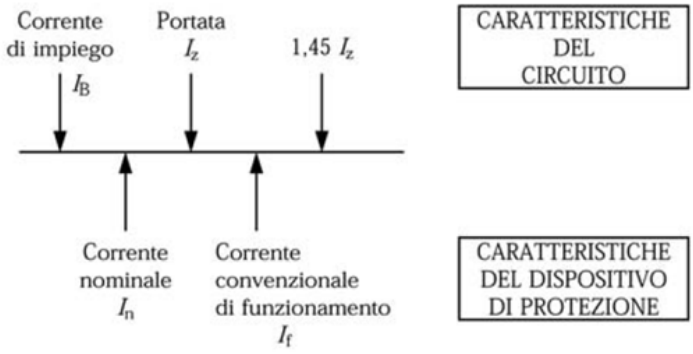
Protezione contro i sovraccarichi

Riferimenti normativi:
- Norma CEI 64-8 Art. 433.2 - Coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione

La verifica della protezione contro i sovraccarichi è stata effettuata secondo i seguenti criteri:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad I_f \leq 1{,}45\ I_z$$

Dove:
I_b = *Corrente di impiego del circuito*
I_n = *Corrente nominale del dispositivo di protezione*
I_z = *Portata in regime permanente della conduttura in funzione del tipo di cavo e del tipo di posa del cavo*
I_f = *Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione*



Protezione contro i cortocircuiti

Riferimenti normativi:

- Norma CEI 64-8 Art. 434.3 - Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti

La verifica della protezione contro i cortocircuiti nell'impianto in è stata effettuata secondo i seguenti criteri:

$I_{CC}Max \leq p.d.i.$ $\quad\quad$ $I^2t \leq K^2S^2$

Dove:

$I_{cc}Max$= *Corrente di corto circuito massima*
p.d.i. = *Potere di interruzione apparecchiatura di protezione*

I^2t = *Integrale di Joule dalla corrente di corto circuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)*
K = *Coefficiente della conduttura utilizzata*
115 per cavi isolati in PVC
135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica
143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato
S = *Sezione della conduttura*

Correnti di cortocircuito all'interno dell'impianto
Nei vari punti dell'impianto le correnti di cortocircuito sono calcolate considerando le impedenze delle condutture, in accordo a quanto prescritto dalla norma CEI 11-25 e dalla guida CEI 11-28.

Riferimenti normativi

- Norma CEI 11-25, Guida CEI 11-28

Corrente di cortocircuito trifase

$$I_{k\ 3F} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove:

U_n = *tensione concatenata*
C = *fattore di tensione*
K = $\sqrt{3}$
Z_{cc} = $\sqrt{\sum R_{fase}^{\ 2} + \sum X_{fase}^{\ 2}}$

Corrente di cortocircuito fase-fase

$$I_{k\ FF} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove:
U_n = *tensione concatenata*
C = *fattore di tensione*
K = *2*
Z_{cc} = $\sqrt{\sum R_{fase}^{\ 2} + \sum X_{fase}^{\ 2}}$

Corrente di cortocircuito fase-neutro

Dove:
U_n = *tensione concatenata*
C = *fattore di tensione*
K = $\sqrt{3}$
Z_{cc} = $\sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{neutro})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{neutro})^2}$

Fattore di tensione e resistenza dei conduttori

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti a seconda del tipo di corrente di cortocircuito che si intende calcolare. In funzione di questi parametri si ottengono pertanto i valori massimo (Ik MAX) e minimo (Ik min), per ciascun tipo di corrente di guasto calcolata (trifase, fase-fase, fase-neutro).

I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente:

	$I_{k\ MAX}$	$I_{k\ min}$
C Fattore di tensione	1	0.95
R Resistenza	$R_{20^\circ C}$	$R = \left[1 + 0.004 \frac{1}{^\circ C}(\theta_e - 20^\circ C)\right] R_{20^\circ C}$ (Guida CEI 11-28 Pag. 11 formula (7))

dove la $R_{20°C}$ è la resistenza dei conduttori a 20°C e Θ_e è la temperatura scelta per stimare l'effetto termico della corrente di cortocircuito. Il valore di riferimento è 145°C (come indicato nell'esempio di calcolo della guida CEI 11-28)

Correnti di cortocircuito con il contributo dei motori

Il calcolo viene effettuato in funzione delle utenze identificate come Utenze motore e in funzione dei coefficienti di contemporaneità impostati.

$$Z_{mot} = 0.25 * \left(\frac{U^2}{kVA_{mot}} \right)$$

$$R_{mot} = Z_{mot} * 0.6$$

$$X_{mot} = \sqrt{Z_{mot}^{\ 2} - R_{mot}^{\ 2}}$$

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_{fase}} + \frac{1}{R_{mot}}}$$

$$X_t = \frac{1}{\frac{1}{X_{fase}} + \frac{1}{X_{mot}}}$$

$$Z_t = \sqrt{R_t^{\ 2} + X_t^{\ 2}}$$

$$I_k = \frac{U}{\sqrt{3} * Z_t}$$

Dove:
Z_{mot} *= è l'impedenza in funzione dei motori predefiniti*
R_{mot} *= è la resistenza in funzione dei motori predefiniti*
X_{mot} *= è la reattanza in funzione dei motori predefiniti*

Verifica del potere di chiusura in cortocircuito
(Norme CEI EN 60947-2)

$$I_P \leq I_{CM}$$

Dove:
I_P *= è il valore di cresta della corrente di cortocircuito (massimo valore possibile della corrente presunta di cortocircuito)*
I_{CM} *= è il valore del potere di chiusura nominale in cortocircuito*

Valore di cresta Ip della corrente di cortocircuito
Il valore di cresta I_P è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_P = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K^{\ II}$$

Dove:
I_K^{II} *= è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito*

***K_{CR}** = è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:*

$$K_{CR} = 1{,}02+0{,}98\, e^{-3*Rcc/Xcc}$$

Il valore di I_P può tuttavia essere limitato da apparecchiature installate a monte che abbiano una caratteristica di limitazione del picco (valore letto dall'archivio apparecchaiture).
Il valore di I_{CM} è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.1 da:

$$I_{CM} = I_{CU} * n$$

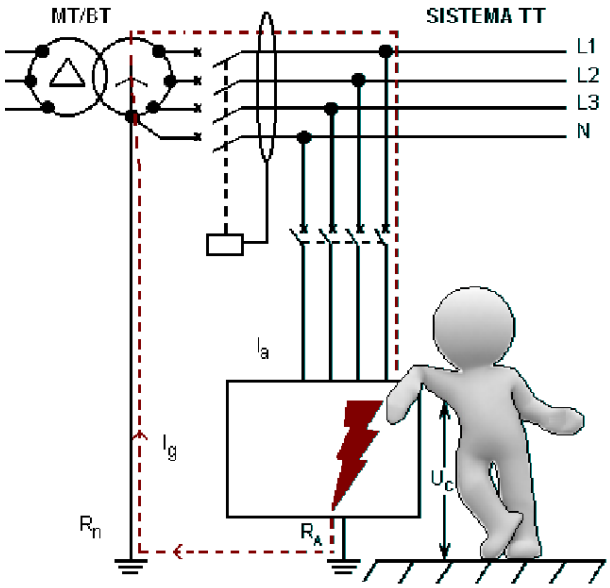
Dove:
***I_{CU}** = è il valore del potere di interruzione estremo in cortocircuito*
***n** = coefficiente da utilizzare in funzione della tabella normativa di seguito riportata*

Estratto dalla Tabella 2 – Rapporto *n* tra potere di chiusura e potere di interruzione in cortocircuito e fattore di potenza relativo (interruttori per corrente alternata):

Potere di interruzione in cortocircuito kA valore efficace	**Fattore di potenza**	**Valore minimo del fattore *n*** $n = \frac{\text{potere di chiusura in cortocircuito}}{\text{potere di interruzione in corto circuito}}$
4,5 < I ≤ 6	0,7	1,5
6 < I ≤ 10	0,5	1,7
10 < I ≤ 20	0,3	2,0
20 < I ≤ 50	0,25	2,1
50 < I	0,2	2,2

2.2.4 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Nei vari punti dell'impianto le condizioni di protezione contro i contatti indiretti sono state verificate secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8 Art. 413.1.4.2



Riferimenti normativi

- Norma CEI 64-8 – Art. 413.1.4.2

La protezione contro i contatti indiretti è verificata positivamente quando è soddisfatta la condizione:

$RE \times I_{dn} \leq U_L$

Dove:
***RE** = è la resistenza del dispersore in ohm;*
***I_{dn}** = è la corrente nominale differenziale in ampere;*
***U_L** = tensione di contatto limite convenzionale (50V per ambienti ordinari; 25V per ambienti particolari)*

Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

3 CARATTERISTICHE GENERALI DEI QUADRI ELETTRICI

Nei quadri elettrici sono contenute e concentrate le apparecchiature elettriche di sezionamento, comando, protezione e controllo dei circuiti di un determinato locale, zona, reparto, piano, area, ecc.
In generale i quadri elettrici vengono realizzati sulla base di uno schema o elenco delle apparecchiature con indicate le caratteristiche elettriche dei singoli componenti con particolare riferimento alle caratteristiche nominali, alle sezioni delle linee di partenza e alla loro identificazione sui morsetti della morsettiera principale.
La costruzione di un quadro elettrico che consiste nell'assemblaggio delle strutture e nel montaggio e cablaggio delle apparecchiature elettriche all'interno di involucri o contenitori di protezione, deve essere sempre fatta seguendo le prescrizioni delle normative specifiche.

Grado di protezione dell'involucro
Il grado di protezione degli involucri dei quadri elettrici è da scegliersi in funzione delle condizioni ambientali alle quali il quadro è sottoposto. Detta classificazione è regolata dalla Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1) che identifica nella prima cifra la protezione contro l'ingresso di corpi solidi estranei e nella seconda la protezione contro l'ingresso di liquidi.
Si ricorda che comunque il grado di protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

Forme di segregazione
Nei quadri di rilevante potenza e in genere dove sono presenti sistemi di sbarre, in funzione delle particolari esigenze gestionali dell'impianto (es. manutenzione), la protezione contro i contatti con parti attive può essere realizzata con particolari forme di segregazione dei diversi componenti interni come descritto di seguito:

- Forma 1 = nessuna segregazione; per sostituire un componente bisogna togliere tensione all'intero quadro.
- Forma 2 = segregazione delle sbarre principali dalle unità funzionali. Nella forma 2a i terminali per i conduttori esterni non sono separati dalle sbarre, mentre nella forma 2b i terminali sono separati; per sostituire un componente bisogna togliere tensione all'intero quadro.
- Forma 3 = segregazione delle sbarre principali dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra, con l'eccezione dei loro terminali di uscita.

Nella forma 3a i terminali per i conduttori esterni non sono separati dalle sbarre, mentre nella forma 3b i terminali sono separati. Con questa forma è possibile sostituire un'unità funzionale (se estraibile o rimovibile) senza togliere tensione al quadro.

- Forma 4 = segregazione delle sbarre dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra, compresi i terminali di collegamento per i conduttori esterni che sono parte integrante dell'unità funzionale. Nella forma 4a i terminali sono compresi nella stessa cella dell'unità funzionale associata, mentre nella forma 4b i terminali non sono nella stessa cella dell'unità funzionale associata, ma in spazi protetti da involucro o celle separati. Oltre a quanto previsto per la forma 3, con questa forma è possibile sostituire una linea in partenza senza togliere tensione all'intero quadro

Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione
I cavi e le sbarre in entrata e uscita dal quadro possono attestarsi direttamente sui morsetti degli interruttori. E' comunque preferibile nei quadri elettrici con notevole sviluppo di circuiti, disporre all'interno del quadro stesso di apposite morsettiere per facilitarne l'allacciamento e l'individuazione.

Targhe
Ogni quadro elettrico deve essere munito di apposita targa, nella quale sia riportato almeno il nome o il marchio di fabbrica del costruttore, un identificatore (numero o tipo), che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni indispensabili, la data di costruzione e la norma di riferimento (es. CEI EN 61439-2).

Identificazioni
Ogni quadro elettrico deve essere munito di proprio schema elettrico nel quale sia possibile identificare i singoli circuiti, i dispositivi di protezione e comando, in funzione del tipo di quadro, le caratteristiche previste dalle relative Norme.
Ogni apparecchiatura di sezionamento, comando e protezione dei circuiti deve essere munita di targhetta indicatrice del circuito alimentato con la stessa dicitura di quella riportata sugli schemi elettrici.

Predisposizione per ampliamenti futuri
Per i quadri elettrici è bene prevedere la possibilità di ampliamenti futuri, predisponendo una riserva di spazio aggiuntivo pari a circa il 20% del totale installato.

Caratteristiche elettriche
Le caratteristiche degli apparecchi installati nei quadri elettrici dipendono dallo sviluppo progettuale degli impianti e devono essere determinate solo dopo aver definito il numero delle condutture (linee) e dei circuiti derivati, la potenza impegnata per ciascuno di essi e le particolari esigenze relative alla manutenzione degli impianti.

3.1 QUADRO GENERALE

E' il quadro che si trova all'inizio dell'impianto e precisamente a valle del punto di consegna dell'energia. Le caratteristiche degli involucri per i quadri generali di BT devono essere conformi a quelle descritte nel paragrafo sottostante "Armadi e involucri per quadri generali".
I quadri generali, in particolare quelli con potenze rilevanti, devono essere installati in locali dedicati accessibili solo al personale autorizzato. Per quelli che gestiscono piccole potenze e per i quali si utilizzano gli involucri descritti nei paragrafi sottostanti "Armadi e contenitori per quadri secondari" è sufficiente assicurarsi che l'accesso alle singole parti attive interne sia adeguatamente protetto contro i contatti diretti e indiretti e gli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc. siano accessibili solo con l'apertura di portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente.

ARMADI E INVOLUCRI PER QUADRI GENERALI
Gli armadi e gli involucri devono essere costruiti in lamiera e devono permettere la realizzazione di quadri aventi le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali.
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza.

ARMADI E CONTENITORI PER QUADRI SECONDARI
Gli armadi e i contenitori devono permettere la realizzazione di quadri secondari (o sottoquadri) per piccola distribuzione, aventi le seguenti caratteristiche.

Riferimenti normativi:

- CEI 23-49 - Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile.
- CEI EN 62208 - Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali.
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali.
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza.
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD).
- CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

I quadri saranno realizzati secondo gli schemi unifilari di progetto (ved. Allegati).
Il quadro generale e quelli secondari saranno ubicati nel Locale Tecnico Elettrico, chiuso a chiave ed accessibile solo al personale addetto. Comunque, i quadri avranno le portelle dotate di chiave.

3.1.1 DESCRIZIONE GENERALE

È prevista la fornitura in opera del quadro individuato dalle seguenti caratteristiche, completo di apparecchiature come indicato negli schemi allegati alla presente RT:

Prefisso	QEG
Denominazione	QEG - Quadro Elettrico Generale
Schema unifilare	IL1801E001
Numero di condutture in uscita dal quadro	22

3.1.2 ALIMENTAZIONE DEL QUADRO

Prefisso e descrizione del quadro a monte	Fornitura Enel

3.1.3 CARATTERISTICHE TECNICHE

I parametri di riferimento per la progettazione e realizzazione del quadro sono i seguenti:

Sistema di distribuzione		TT
Frequenza	[Hz]	50
Tensione di esercizio	[V]	400
Tensione di isolamento	[V]	
Corrente nominale	[A]	59.7
Massima corrente di cortocircuito nel punto di installazione del quadro	[kA]	10
Corrente cortocircuito trifase sulle sbarre	[kA]	9,581
Valore della corrente di picco trifase sulle sbarre	[kA]	7,783
Corrente cortocircuito fase-neutro sulle sbarre	[kA]	5,698
Valore della corrente di picco fase-neutro sulle sbarre	[kA]	5,575
Materiale		
Forma di segregazione		Forma 1
Grado di protezione		IP 40
Temperatura ambiente (luogo di installazione)	[°C]	35

3.1.4 PROTEZIONE DI BACKUP DEGLI INTERRUTTORI

Numero di dispositivi che impiegano la protezione di backup	0

3.1.5 PROTEZIONE DA VALLE DELLE CONDUTTURE

Numero di condutture in uscita dal quadro che sono protette contro il sovraccarico da valle	0

3.1.6 CONDUTTURE IN DOPPIO ISOLAMENTO

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali è richiesto il doppio isolamento	22

3.1.7 CONDUTTURE NON PROTETTE CONTRO I SOVRACCARICHI

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i sovraccarichi	0

3.1.8 CONDUTTURE NON PROTETTE CONTRO I CORTOCIRCUITI

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i cortocircuiti	0

3.1.9 RAPPORTO TRA CORRENTE DI CARICO E CORRENTE NOMINALE

La Norma CEI EN 61439 stabilisce che l'esecuzione di verifiche per i quadri impiegando metodi di calcolo, la corrente di carico di una linea I_B non superi 80% della corrente nominale I_n del dispositivo di protezione.

Numero di dispositivi di protezione per i quali $I_B > 80\% I_n$	1

3.1.10 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI

Nel quadro è presente almeno un dispositivo di protezione contro le sovratensioni	SI'

3.1.11 SISTEMA DI RIFASAMENTO

Nel quadro è presente un apparato di rifasamento	NO

3.1.12 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE

Tipo di installazione	Quadro addossato a parete
Denominazione	Involucro separato, a muro
Posizione	Far riferimento ai disegni planimetrici

3.2 QUADRI GRUPPI DI CONTINUITA'

Installati a valle del quadro generale (ved. schema a blocchi di progetto), i quadri dei due UPS previsti alimentano le utenze indicate nel paragrafo relativo a ciascuno di essi. Per la realizzazione di questi quadri devono essere utilizzati gli involucri descritti nei paragrafi sottostanti "Armadi, contenitori per quadri di distribuzione di piano, di zona o generali per BT" e "Contenitori (centralini) in materiale isolante per unità abitativa".
L'accesso alle singole parti attive interne deve essere protetto contro i contatti diretti e indiretti, e l'accesso agli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc., mediante portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente, deve essere valutato in funzione delle specifiche esigenze.

3.2.1 ARMADI E CONTENITORI PER QUADRI SECONDARI

Gli armadi e i contenitori devono permettere la realizzazione di quadri secondari per piccola distribuzione aventi le seguenti caratteristiche.
Riferimenti normativi:

- CEI 23-49 - Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile.
- CEI EN 62208 - Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali.
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali.
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza.

- CEI EN 61439-3 (CEI 17-116) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO).

Si ricorda che comunque il grado di protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

3.2.2 CONTENITORI (CENTRALINI) IN MATERIALE ISOLANTE

I contenitori (centralini) sono realizzati in materiale isolante, in esecuzione da parete e provvisti di portello con chiave, ed aventi le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

Il quadro deve poter contenere apparecchi modulari con unità modulari da 17,5 mm e suoi multipli.

3.3 QUADRO ELETTRICO QUPS

3.3.1 DESCRIZIONE GENERALE

È prevista la fornitura in opera del quadro individuato dalle seguenti caratteristiche, completo di apparecchiature come indicato negli schemi di riferimento:

Prefisso	QUPS
Denominazione	Quadro UPS 5 kVA
Schema unifilare	IL1801E002
Numero di condutture in uscita dal quadro	10

3.3.2 ALIMENTAZIONE DEL QUADRO

Prefisso e descrizione del quadro a monte	UPS - UPS 5 kVA
Sigla e descrizione dell'interruttore da cui parte la linea di alimentazione	Uscita UPS 5 kVA
Sezione della linea di alimentazione	1(2x6)+(1PE6)
Lunghezza della linea di alimentazione	3 m
Caratteristiche della linea di alimentazione (*)	143/2M_3A/30/0.8

(*) La descrizione è composta da quattro elementi:

1) Valore K (per determinazione K^2S^2), in funzione del tipo di isolamento
2) Tipo di posa – Secondo Norma CEI 64-8

3) Temperatura dell'ambiente in cui è posata la conduttura
4) Coefficiente di riduzione della portata per condutture adiacenti

3.3.3 CARATTERISTICHE TECNICHE

I parametri di riferimento per la progettazione e realizzazione del quadro sono i seguenti:

Sistema di distribuzione		TT
Frequenza	[Hz]	50
Tensione di esercizio	[V]	230
Tensione di isolamento	[V]	
Corrente nominale	[A]	21.5
Massima corrente di cortocircuito nel punto di installazione del quadro	[kA]	2,749
Corrente cortocircuito trifase sulle sbarre	[A]	---
Valore della corrente di picco trifase sulle sbarre	[kA]	---
Corrente cortocircuito fase-neutro sulle sbarre	[kA]	2,601
Valore della corrente di picco fase-neutro sulle sbarre	[kA]	2,27
Materiale		
Forma di segregazione		Forma 1
Grado di protezione		IP 40
Temperatura ambiente (luogo di installazione)	[°C]	35

3.3.4 PROTEZIONE DI BACKUP DEGLI INTERRUTTORI

Numero di dispositivi che impiegano la protezione di backup	0

3.3.5 PROTEZIONE DA VALLE DELLE CONDUTTURE

Numero di condutture in uscita dal quadro che sono protette contro il sovraccarico da valle	0

3.3.6 CONDUTTURE IN DOPPIO ISOLAMENTO

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali è richiesto il doppio isolamento	10

3.3.7 CONDUTTURE NON PROTETTE CONTRO I SOVRACCARICHI

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i sovraccarichi	0

3.3.8 CONDUTTURE NON PROTETTE CONTRO I CORTOCIRCUITI

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i cortocircuiti	0

3.3.9 RAPPORTO TRA CORRENTE DI CARICO E CORRENTE NOMINALE

La Norma CEI EN 61439 stabilisce che l'esecuzione di verifiche per i quadri impiegando metodi di calcolo, la corrente di carico di una linea I_B non superi 80% della corrente nominale I_n del dispositivo di protezione.

Numero di dispositivi di protezione per i quali $I_B > 80\% I_n$	0

3.3.10 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI

Nel quadro è presente almeno un dispositivo di protezione contro le sovratensioni	NO

3.3.11 SISTEMA DI RIFASAMENTO

Nel quadro è presente un apparato di rifasamento	NO

3.3.12 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE

Tipo di installazione	Quadro addossato a parete
Denominazione	Involucro separato, a muro
Posizione	Far riferimento agli schemi planimetrici

3.4 QUADRO ELETTRICO QUPS-IS

3.4.1 DESCRIZIONE GENERALE

È prevista la fornitura in opera del quadro individuato dalle seguenti caratteristiche, completo di apparecchiature come indicato negli schemi di riferimento:

Prefisso	QUPS-IS
Denominazione	Quadro UPS-IS
Schema unifilare	IL1801E003
Numero di condutture in uscita dal quadro	11

3.4.2 ALIMENTAZIONE DEL QUADRO

Prefisso e descrizione del quadro a monte	UPS-IS
Sigla e descrizione dell'interruttore da cui parte la linea di alimentazione	Uscita UPS-IS
Sezione della linea di alimentazione	1(2x4)+(1PE4)
Lunghezza della linea di alimentazione	3 m
Caratteristiche della linea di alimentazione (*)	143/2M_3A/30/0.8

(*) La descrizione è composta da quattro elementi:
1) Valore K (per determinazione K^2S^2), in funzione del tipo di isolamento
2) Tipo di posa – Secondo Norma CEI 64-8
3) Temperatura dell'ambiente in cui è posata la conduttura
4) Coefficiente di riduzione della portata per condutture adiacenti

3.4.3 CARATTERISTICHE TECNICHE

I parametri di riferimento per la progettazione e realizzazione del quadro sono i seguenti:

Sistema di distribuzione		TT
Frequenza	[Hz]	50
Tensione di esercizio	[V]	230
Tensione di isolamento	[V]	
Corrente nominale	[A]	7.6
Massima corrente di cortocircuito nel punto di installazione del quadro	[kA]	2,076
Corrente cortocircuito trifase sulle sbarre	[A]	---
Valore della corrente di picco trifase sulle sbarre	[kA]	---

Corrente cortocircuito fase-neutro sulle sbarre	[A]	1,918
Valore della corrente di picco fase-neutro sulle sbarre	[kA]	1,609
Materiale		
Forma di segregazione		Forma 1
Grado di protezione		IP 40
Temperatura ambiente (luogo di installazione)	[°C]	35

3.4.4 PROTEZIONE DI BACKUP DEGLI INTERRUTTORI

Numero di dispositivi che impiegano la protezione di backup	0

3.4.5 PROTEZIONE DA VALLE DELLE CONDUTTURE

Numero di condutture in uscita dal quadro che sono protette contro il sovraccarico da valle	0

3.4.6 CONDUTTURE IN DOPPIO ISOLAMENTO

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali è richiesto il doppio isolamento	11

3.4.7 CONDUTTURE NON PROTETTE CONTRO I SOVRACCARICHI

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i sovraccarichi	0

3.4.8 CONDUTTURE NON PROTETTE CONTRO I CORTOCIRCUITI

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è	0

richiesta la protezione contro i cortocircuiti	

3.4.9 RAPPORTO TRA CORRENTE DI CARICO E CORRENTE NOMINALE

La Norma CEI EN 61439 stabilisce che l'esecuzione di verifiche per i quadri impiegando metodi di calcolo, la corrente di carico di una linea I_B non superi 80% della corrente nominale I_n del dispositivo di protezione.

Numero di dispositivi di protezione per i quali $I_B > 80\% I_n$	0

3.4.10 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI

Nel quadro è presente almeno un dispositivo di protezione contro le sovratensioni	NO

3.4.11 SISTEMA DI RIFASAMENTO

Nel quadro è presente un apparato di rifasamento	NO

3.4.12 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE

Tipo di installazione	Quadro addossato a parete
Denominazione	Involucro separato, a muro
Posizione	Far riferimento agli schemi planimetrici

4 GRUPPI STATICI DI CONTINUITA' (UPS)

Apparecchiatura detta comunemente "Gruppo Statico di Continuità", per distinguerla dai generatori rotanti e costituita da batteria, raddrizzatore, invertitore e commutatore; essa è in grado di fornire energia in assenza della rete e, nella tipologia principale, di "rigenerare" la forma d'onda in uscita e quindi migliorare la qualità della sorgente di alimentazione riportandola entro le caratteristiche nominali.

Riferimenti normativi:

- CEI EN 62040-1 (CEI 22-32) - Sistemi statici di continuità (UPS) - Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza.
- CEI EN 62040-2 (CEI 22-29) - Sistemi statici di continuità (UPS) - Parte 2: Requisiti di compatibilità elettromagnetica (EMC).
- CEI EN 62040-3 (CEI 22-24) - Sistemi statici di continuità (UPS) - Metodi di specifica delle prestazioni e prescrizioni di prova.
- CEI EN 62310-1 (CEI 22-28) - Sistemi statici di trasferimento (STS) - Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza.
- CEI EN 62310-2 (CEI 22-31) - Sistemi di trasferimento statici (STS) - Parte 2: Requisiti di compatibilità elettromagnetica (EMC).
- CEI EN 50171 (CEI 34-102) - Sistemi di alimentazione centralizzata.
- CEI 11-20 - Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
- CEI 64-14 (CEI 64-14) - Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
- CEI 0-10 - Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.
- UNI 11222:2006 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo.

4.1 UPS 5 KVA

4.1.1 DESCRIZIONE GENERALE

È prevista la fornitura in opera dell'UPS di 5 kVA dalle seguenti caratteristiche:

Prefisso	UPS
Denominazione	UPS 5 kVA
Schema unifilare	IL1801E002
Numero di condutture in uscita dal quadro	1

4.1.2 ALIMENTAZIONE DEL QUADRO

Prefisso e descrizione del quadro a monte	QEG - Quadro Elettrico Generale
Sigla e descrizione dell'interruttore da cui parte la linea di	QEG C-23 - UPS

alimentazione	
Sezione della linea di alimentazione	1(3G6)
Lunghezza della linea di alimentazione	5 m
Caratteristiche della linea di alimentazione (*)	143/8M61_/30/0.744

(*) La descrizione è composta da quattro elementi:
1) Valore K (per determinazione K^2S^2), in funzione del tipo di isolamento
2) Tipo di posa – Secondo Norma CEI 64-8
3) Temperatura dell'ambiente in cui è posata la conduttura
4) Coefficiente di riduzione della portata per condutture adiacenti

4.1.3 CARATTERISTICHE TECNICHE

I parametri di riferimento dell'UPS sono i seguenti:

Sistema di distribuzione		TT
Frequenza	[Hz]	50
Tensione di esercizio	[V]	230
Tensione di isolamento	[V]	
Corrente nominale	[A]	21,5
Massima corrente di cortocircuito nel punto di installazione del quadro	[kA]	3,422
Corrente cortocircuito trifase sulle sbarre	[A]	---
Valore della corrente di picco trifase sulle sbarre	[kA]	---
Corrente cortocircuito fase-neutro sulle sbarre	[A]	3,422
Valore della corrente di picco fase-neutro sulle sbarre	[kA]	2,717
Materiale		
Forma di segregazione		Forma 1
Grado di protezione		IP 40
Temperatura ambiente (luogo di installazione)	[°C]	35

4.1.4 PROTEZIONE DI BACKUP DEGLI INTERRUTTORI

Numero di dispositivi che impiegano la protezione di backup	0

4.1.5 PROTEZIONE DA VALLE DELLE CONDUTTURE

Numero di condutture in uscita dal quadro che sono protette contro il sovraccarico da valle	0

4.1.6 CONDUTTURE IN DOPPIO ISOLAMENTO

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali è richiesto il doppio isolamento	1

4.1.7 CONDUTTURE NON PROTETTE CONTRO I SOVRACCARICHI

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i sovraccarichi	0

4.1.8 CONDUTTURE NON PROTETTE CONTRO I CORTOCIRCUITI

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i cortocircuiti	0

4.1.9 RAPPORTO TRA CORRENTE DI CARICO E CORRENTE NOMINALE

La Norma CEI EN 61439 stabilisce che l'esecuzione di verifiche per i quadri impiegando metodi di calcolo, la corrente di carico di una linea I_B non superi 80% della corrente nominale I_n del dispositivo di protezione.

Numero di dispositivi di protezione per i quali $I_B > 80\% I_n$	0

4.1.10 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI

Nel quadro è presente almeno un dispositivo di protezione contro le sovratensioni	NO

4.1.11 SISTEMA DI RIFASAMENTO

Nel quadro è presente un apparato di rifasamento	NO

4.1.12 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE

Tipo di installazione	Quadro addossato a parete
Denominazione	---
Posizione	Far riferimento agli schemi planimetrici

L'UPS 5 kVA di riferimento (o similare) è il Socomec NeTYS RT 5000 VA / 4500 W, 230V, 50/60Hz, on-line double conversion (VFI), built-in web/SNMP, 1xRS232, batteria inclusa + Batteria aggiuntiva per raggiungere l'autonomia di 13 minuti e 30" a 4 kW (EBM) + Bypass manuale esterno (per manutenzione) NeTYS RT Manual Bypass for single unit 5 kVA.

4.1.13 DATI TECNICI

Power	1100 VA / 900 W	1700 VA / 1350 W	2200 VA / 1800 W	3300 VA / 2700 W	5000 VA / 4500 W	7000 VA / 5400 W	9000 VA / 7200 W	11000 VA / 9000 W
Architettura	VFI online a doppia conversione con PFC in ingresso e bypass automatico							
Ridondanza in parallelo	-	-	-	-	1+1	1+1	1+1	1+1
Ingresso								
Tensione	230 V (1 fase) 160~275 V fino a 130 V al 70% del carico				230 V (1 fase) 181~280 V fino a 100 V al 50% del carico			
Frequenza	50/60 Hz +/-10% (autoselezionabile)							
Fattore di potenza/THDI	>0,98 / <6%				>0,99 / <5%			
Uscita								

Tensione	230 V (1 fase) selezionabile 200/208/220/240V - 50 o 60 Hz + /- 2 % (+/- 0,05 Hz da batteria)							
Efficienza	fino al 93% modalità on line							
Capacità di sovraccarico	fino al 105% continuo; 125% x 3 min; 150% x 30 sec				fino al 105% continuo; 125% x 5 min; 150% x 30 sec			
Connessioni di uscita	6 x IEC 320-C13 (10 A)		6 x IEC 320-C13 (10 A) + 1 x IEC 320-C20 (16 A)		Morsetti			
Batteria								
Autonomia standard*	8	12	8	10	8	6	8	6
Tensione	24 Vdc	48 Vdc	48 Vdc	72 Vdc	192 Vdc	192 Vdc	240 Vdc	240 Vdc
Tempo di ricarica	< 6 ore per recuperare il 90% della capacità				< 6 ore per recuperare il 90% della capacità			
Comunicazione								
Sinottico	LED				LCD in 6 lingue			
RS232 (porta DB9) protocollo JBUS	•	•	•	•	•	•	•	•
USB protocollo HID	•	•	•	•	-	-	-	-
WEB/SNMP	in	in	in	in	•	•	•	•

(porta Ethernet RJ45)	opzione	opzione	opzione	opzione				
COMM Slot	•	•	•	•	•	•	•	•
Scheda a contatti puliti	in opzione	in opzione	in opzione	in opzione	in opzione	in opzione	in opzione	in opzione
Ingresso EPO (porta RJ11)	•	•	•	•	•	•	•	•
Protezione da sovratensioni modem/ADSL	•	•	•	•	-	-	-	-
Porta parallela	-	-	-	-	•	•	•	•

Standard	
Sicurezza	IEC/EN 62040-1, AS 62040.1.1, AS 62040.1.2
EMC	IEC/EN 62040-1 (certificato da TÜV SÜD), EN 62040-2, AS 62040.1.1, AS 62040.1.2, AS 62040.2
Prestazioni	IEC/EN 62040-3 (rendimento testato da un organismo indipendente accreditato)
Dichiarazione prodotto	CE, RCM (E2376)

Ambiente	
Temperatura ambiente di funzionamento	da 0 °C a +40 °C (da 15 °C a 25 °C per la massima durata di esercizio delle batterie)

temperature di stoccaggio	esercizio delle batterie)							
Umidità relativa	0%-90% senza condensa							
Livello sonoro (ISO 3746)	< 45 dB				< 55 dB			
Dimensioni e pesi								
Dimensioni UPS std (L x P x H mm)	88.7 x 332 x 440 mm	88.7x 430 x 440 mm	88.7 x 430 x 440 mm	88.7 x 608 x 440 mm	177.4 x 670 x 440 mm	177.4 x 670 x 440 mm	261.2 x 623 x440 mm	261.2 x 623 x 440 mm
Dimensioni UPS RACK	2U	2U	2U	2U	2U+2U	2U+2U	3U+3U	3U+3U
Peso UPS std	13 kg	21 kg	22 kg	31 kg	15.5+40 kg	16+40 kg	19.5+66 kg	20+66 kg
Grado IP	IP20							
Dimensioni modulo EBM (L x P x H)	88.7 x 332 x 440 mm	88.7x 430 x 440 mm	88.7x 430 x 440 mm	88.7 x 608 x 440 mm	88.7 x 608 x 440 mm	88.7 x 608 x 440 mm	130.6 x 623 x 440 mm	130.6 x 623 x 440 mm
Modulo EBM RACK	2U	2U	2U	2U	2U	2U	3U	3U
Peso modulo EBM	16 kg	29 kg	29 kg	43 kg	40 kg	40 kg	66 kg	66 kg

* al 75% del carico nominale (fattore di potenza 0,7).

4.2 UPS-IS 3 KVA

4.2.1 DESCRIZIONE GENERALE

È prevista la fornitura in opera dell'UPS-IS di 3 kVA dalle seguenti caratteristiche:

Prefisso	UPS-IS
Denominazione	UPS-IS
Schema unifilare	IL1801E003
Numero di condutture in uscita dal quadro	1

4.2.2 ALIMENTAZIONE DEL QUADRO

Prefisso e descrizione del quadro a monte	QEG - Quadro Elettrico Generale
Sigla e descrizione dell'interruttore da cui parte la linea di alimentazione	QEG C-24 - UPS-IS
Sezione della linea di alimentazione	1(3G4)
Lunghezza della linea di alimentazione	5 m
Caratteristiche della linea di alimentazione (*)	143/2M_3A/30/0.8

(*) La descrizione è composta da quattro elementi:
1) Valore K (per determinazione K^2S^2), in funzione del tipo di isolamento
2) Tipo di posa – Secondo Norma CEI 64-8
3) Temperatura dell'ambiente in cui è posata la conduttura
4) Coefficiente di riduzione della portata per condutture adiacenti

4.2.3 CARATTERISTICHE TECNICHE

I parametri di riferimento per la progettazione e realizzazione del quadro sono i seguenti:

Sistema di distribuzione		TT
Frequenza	[Hz]	50
Tensione di esercizio	[V]	230
Tensione di isolamento	[V]	
Corrente nominale	[A]	7.6
Massima corrente di cortocircuito nel punto di installazione del quadro	[kA]	2,706
Corrente cortocircuito trifase sulle sbarre	[A]	---
Valore della corrente di picco trifase sulle sbarre	[kA]	0

Corrente cortocircuito fase-neutro sulle sbarre	[A]	2,706
Valore della corrente di picco fase-neutro sulle sbarre	[kA]	2,161
Materiale		
Forma di segregazione		Forma 1
Grado di protezione		IP 40
Temperatura ambiente (luogo di installazione)	[°C]	35

4.2.4 PROTEZIONE DI BACKUP DEGLI INTERRUTTORI

Numero di dispositivi che impiegano la protezione di backup	0

4.2.5 PROTEZIONE DA VALLE DELLE CONDUTTURE

Numero di condutture in uscita dal quadro che sono protette contro il sovraccarico da valle	0

4.2.6 CONDUTTURE IN DOPPIO ISOLAMENTO

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali è richiesto il doppio isolamento	1

4.2.7 CONDUTTURE NON PROTETTE CONTRO I SOVRACCARICHI

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i sovraccarichi	0

4.2.8 CONDUTTURE NON PROTETTE CONTRO I CORTOCIRCUITI

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i cortocircuiti	0

4.2.9 RAPPORTO TRA CORRENTE DI CARICO E CORRENTE NOMINALE

La Norma CEI EN 61439 stabilisce che l'esecuzione di verifiche per i quadri impiegando metodi di calcolo, la corrente di carico di una linea I_B non superi 80% della corrente nominale I_n del dispositivo di protezione.

Numero di dispositivi di protezione per i quali I_B > 80% I_n	0

4.2.10 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI

Nel quadro è presente almeno un dispositivo di protezione contro le sovratensioni	NO

4.2.11 SISTEMA DI RIFASAMENTO

Nel quadro è presente un apparato di rifasamento	NO

4.2.12 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE

Tipo di installazione	Quadro addossato a parete
Denominazione	---
Posizione	Far riferimento agli schemi planimetrici

L'UPS 3 kVA di riferimento (o similare) è il Socomec MODULYS EM CPSS 3000VA / 2100W / (1800W - Compliance EN50171), on-line VFI, battery long-life included emergency + Batteria aggiuntiva per raggiungere l'autonomia di 1 h (EBM) + Bypass manuale esterno (per manutenzione).

4.2.13 DATI TECNICI

- **Raddrizzatore / Convertitore CC-CC** raddrizzatore per rete monofase (in qualsiasi configurazione e potenza)

- controllo del fattore di potenza di ingresso (PFC);
- assenza di corrente di spunto (inrush current) Iin ≤ Inom;
- bassa distorsione armonica della corrente d'ingresso (conforme EN1000-3-2) ;

- **Carica Batterie**;caricabatteria in grado di ricaricare le batterie di accumulatori utilizzate in tempi inferiori alle 12ore
- I**nverter** monofase«NR_PHASE_OUT» utilizzante IGBT come dispositivi di potenza pilotati operanti in modulazione ad ampiezza di impulso (PWM) ed un filtro di uscita e regolazione di tipo digitale ,
- **By-pass automatico interno (configurabile)**;

- **Batterie** e loro armadio di contenimento se necessario;

Cabinet per il CPS dotato di ruote per favorire la movimentazione durante le operazioni di installazione e manutenzione. La struttura dell'involucro dovrà essere metallica per soddisfare sia i requisiti di robustezza meccanica e resistenza alle temperature come richiesti dalla **EN 61032** ed **EN 60958-1**.
La batteria di accumulatori stazionari sarà costituita da monoblocchi al piombo regolati a valvola a ricombinazione interna (VRLA) con almeno **10** anni di vita attesa.
La batteria di accumulatori dovrà garantire l'erogazione della potenza attiva nominale del CPS secondo la normativa EN50171, in caso di mancanza totale della rete di alimentazione principale e di emergenza, per un'autonomia minima di **1 h** ad inizio, durante e alla fine della vita delle batterie (80% della capacità nominale).
Dovrà essere dotato di una protezione contro l'inversione di polarità nel circuito batterie.
Il CPS sarà predisposto per essere collegato (con l'ausilio di una scheda opzionale) tramite internet ad un centro di assistenza autorizzato.
Il Sistema sarà dotato di una modalità di auto-diagnosi in grado di individuare eventuali anomalie attraverso l'analisi del funzionamento del CPS e delle condizioni dell'alimentazione elettrica o ambientali (come temperatura, sovraccarico) , prevenendo il rischio di arresto dell'apparato.
Le procedure di auto-diagnosi del CPS garantiranno il controllo continuo e automatico delle condizioni di funzionamento. In caso di anomalia il sistema provvederà all'invio tempestivo di un report diagnostico tramite e-mail o direttamente al centro assistenza. La ricezione tramite internet del report al Centro Assistenza Locale consentirà al personale tecnico l'individuazione dell'anomalia in modo da organizzare una risoluzione rapida e certa del problema per riportare il CPS in condizioni di piena funzionalità.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione nominale rete alimentazione	230V
Tolleranza sulla tensione	±20% +20%/-30% al 70% della potenza nominale
Frequenza nominale	50/60Hz selezionabile
Tolleranza sulla frequenza	± 10%
Fattore di potenza di ingresso	≥ 0,99 (pieno carico e a tensione nominale)
Distorsione armonica totale di corrente (THDi)	5% (fino alla 50° armonica)
Massima corrente di spunto all'accensione	<In (nessuna sovracorrente)
Velocità di variazione della frequenza di by-pass	< 1 Hz/s ÷ 3Hz/s
Tensione nominale by-pass	Tensione nominale di uscita ±15%
Frequenza nominale by-pass (selezionabile)	50/60Hz selezionabile
Tolleranza sulla frequenza di by-pass	± 2% da ± 1% a ± 8% in funzionamento con gruppo elettrogeno
Sovraccarico ammesso dal by-pass	115% x 2 min / 150% x 30 sec / 180% x 20 sec.
Tensione nominale di uscita (selezionabile)	230 (220/240 selezionabili)

Tolleranza sulla tensione di uscita	Statica: ±1%
Frequenza nominale di uscita (selezionabile)	50 o 60Hz
Tolleranza sulla frequenza di uscita	±0.1% con rete presente ±0.01% in mancanza rete
Fattore di cresta del carico	3:1
Distorsione armonica di tensione	3% su carico lineare Conforme alla EN62040-3
Sovraccarico ammesso dall'inverter (con rete presente)	110% x 1 min 130% x 10 sec
Rendimento doppia conversione (modo normale)	>90% a carico nominale
Temperatura di stoccaggio	-5 +50°C (23-122°F)
Temperatura di funzionamento	0 +40°C (32-104°F)
Massima umidità relativa (non condensata)	95%
Massima altitudine senza de-rating	1.000m (3.300ft)
Grado di protezione	IP20
Trasportabilità	IEC 60068-2

5 CONDUTTURE ELETTRICHE

5.1 CAVI DI ENERGIA

I cavi per la rete di alimentazione degli impianti utilizzatori devono avere, a seconda del loro tipo di impiego, adeguato tipo di posa, valore di tensione, comportamento al fuoco e resistenza alle sollecitazioni esterne, e devono essere selezionati in accordo alle seguenti normative:

Requisiti generali - Riferimenti normativi:

- CEI-UNEL 00722 - Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U_0/U non superiori a 0,6/1 kV.
- CEI UNEL 00721 - Colori di guaina dei cavi elettrici.
- CEI UNEL 00725 - (EN 50334) - Marcatura mediante inscrizione per l'identificazione delle anime dei cavi elettrici.
- CEI-UNEL 35024/1 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”.
- CEI-UNEL 35024/2 - “Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”.
- CEI-UNEL 35026 - “Cavi di energia per tensione nominale U sino ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico - Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata - o elastomerico o termoplastico - Portate di corrente in regime permanente - Generalità per la posa in aria ed interrata”.
- CEI 16-1 - Individuazione dei conduttori isolati.
- CEI 20-21 (serie) Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente.
- CEI 11-17 - (Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo).
- CEI 20-40 (HD 516) - (Guida per l'uso di cavi a bassa tensione).
- CEI 20-67 - (Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV).
- CEI 20-89 - (Guida all’uso e all’installazione dei cavi elettrici e degli accessori di Media Tensione).

Cavo tipo A (I Categoria) = Cavi con guaina per tensioni nominali U_0/U = 300/500, 450/750 e 0,6/1 kV - Riferimenti normativi:

- CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV.
- CEI-UNEL 35375 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l’incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa – Tensione nominale U_0/U: 0,6/1 kV.
- CEI-UNEL 35376 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l’incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi – Tensione nominale U_0/U: 0,6/1 kV.
- CEI-UNEL 35377 - Cavi per comandi e segnalazioni isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti

l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo - Tensione nominale U_0/U: 0,6/1 kV.

- CEI UNEL 35382 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale U_0/U: 0,6/1 kV – LSOH.
- CEI UNEL 35383 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi - Tensione nominale U_0/U: 0,6/1 kV – LSOH.
- CEI UNEL 35384 - Cavi per comandi e segnalamento in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale U_0/U: 0,6/1 kV – LSOH.
- CEI 20-14 - Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 a 3 kV.
- CEI-UNEL 35754 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari rigidi con o senza schermo, sotto guaina di PVC – Tensione nominale U_0/U: 0,6/1 kV.
- CEI-UNEL 35755 - Cavi per comandi e segnalamento isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC - Tensione nominale U_0/U: 0,6/1 kV.
- CEI-UNEL 35756 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC - Tensione nominale U_0/U: 0,6/1 kV.
- CEI-UNEL 35757 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi unipolari per posa fissa con conduttori flessibili, sotto guaina di PVC - Tensione nominale U_0/U: 0,6/1 kV.
- CEI 20-19 - Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 20-20 - Cavi isolati in PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 20-38 - Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi - LSOH.
- CEI-UNEL 35369 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale 0,6/1 kV – LSOH.
- CEI-UNEL 35370 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi con conduttori rigidi. Tensione nominale 0,6/1 kV – LSOH.
- CEI-UNEL 35371 - Cavi per comandi e segnalazioni, isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale 0,6/1 kV – LSOH.
- IMQ CPT 007 - Cavi elettrici per energia e per segnalamento e controllo isolati in PVC, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogenidrici. Tensione nominale di esercizio 450/750 e 300/500 V – FROR 450/750 V.

- IMQ CPT 049 - Cavi per energia e segnalamento e controllo isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e esenti da alogeni (LSOH) – Tensione Nominale U_0/U non superiore a 450/750 V – FM9OZ1 - 450/750 V – LSOH.

Cavo tipo B= Cavi senza guaina per tensione nominale U_0/U = 450/750V -Riferimenti normativi:

- CEI 20-20/3 - Cavi isolati con PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Cavi senza guaina per posa fissa.
- CEI-UNEL 35752 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio – Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili - Tensione nominale U_0/U: 450/750 V.
- CEI-UNEL 35753 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio – Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi- Tensione nominale U_0/U: 450/750 V.
- CEI-UNEL 35368 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili - Tensione nominale U_0/U: 450/750 V.
- IMQ CPT 035 - Cavi per energia isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Tensione nominale U_0/U non superiore a 450/750 V.

Cavo tipo C = Cavi resistenti al fuoco - Riferimenti normativi

- CEI 20-39 - Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V.
- CEI 20-45 - Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U_0/U di 0,6/1 kV – LSOH.

Cavo tipo D (II Categoria) = Cavi con tensioni nominali U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 -18/30 - 26/45 kV - Riferimenti normativi:

- CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV.
- IEC 60502 - IEC 60502-1, Ed. 2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (U_m = 1,2 kV) up to 30 kV (U_m = 36 kV)

Tipo di impiego

I cavi delle linee di energia devono essere del tipo indicato nella seguente tabella:

UTILIZZATORI	CAVO TIPO
Morsetti lato BT del trasformatore Sistema TN	A
Morsetti del contatore (a valle) Sistema TT	A o B
Montanti	A o B
Distribuzione principale (dal quadro generale)	A o B
Distribuzione secondaria (dai quadri derivati)	A e B
Utilizzatori: a) interni b) esterni c) centrali tecnologiche	 B/C AA o B o C

Cavo tipo A = Cavi con guaina per tensioni nominali con U_0/U = 300/500, 450/750 e 0,6/1 kV.

I cavi con tensione U_0/U inferiore a 0,6/1 kV sono adatti per la posa in tubo, in canaletta, canale o condotto non interrato (es.: centrale di riscaldamento, illuminazione esterna, elevatori, cucine, ecc.). I cavi con tensione U_0/U = 0,6/1 kV sono adatti per essere utilizzati oltre che per le installazioni sopraindicate **anche per la posa interrata**.

L'unico cavo con tensione inferiore a 0,6/1 kV che può essere interrato è il tipo H07RN8-F (U_0/U 450/750 V) appositamente studiato per posa con presenza d' acqua.

Cavo tipo B = Cavi senza guaina per tensione nominale U_0/U = 450/750 V.
Questi tipi di cavo sono adatti solo per la posa in tubo, in canaletta, canale o condotto non interrato.

Cavo tipo C = Cavi con guaina resistenti al fuoco.
Questi tipi di cavo sono adatti per quelle condizioni in cui sia necessario garantire che l'impianto elettrico rimanga in servizio anche se coinvolto da un incendio (es. scale mobili, pompe antincendio, evacuatori di fumo, segnali di allarme, ecc.).

Cavo tipo D = Cavi con tensioni nominali U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45 kV.
Questi tipi di cavo sono adatti per posa fissa ed utilizzati nelle reti per la distribuzione di energia elettrica.

Comportamento al fuoco - Riferimenti normativi:

- CEI UNEL 35016 – Classi di Reazione al fuoco dei cavi elettrici in relazione al Regolamento UE prodotti da costruzione (305/2011).
- CEI EN 50267-2-3 (CEI 20-37/2-3) Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi - Parte 2-3: Procedura di prova – Determinazione del grado di acidità (corrosività) dei gas dei cavi mediante il calcolo della media ponderata del pH e della conduttività.
- CEI EN 50399 (CEI 20-108) - 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 50575 (CEI 20-115) - 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 (CEI 20-35/1-2) - Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato.
- CEI EN 60332-3 (CEI 20-22) - Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio.
- CEI EN 60754-2 (CEI 20-37/2) - 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 (CEI 20-37/3-1) - Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite - Parte 2: Procedura di prova e prescrizioni.
- CEI EN 13501-6 (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.

Circa il comportamento al fuoco, i cavi elettrici possono essere distinti in 4 grandi famiglie secondo quanto riportato:

a) Cavi non propaganti la fiamma, rispondenti alla Norma CEI 20 -35 (EN 60332-1), la quale verifica la non propagazione della fiamma di un cavo singolo in posizione verticale.

b) Cavi non propaganti l'incendio, rispondenti alla Norma CEI 20-22 (EN 60332-3), la quale verifica la non propagazione dell'incendio di più cavi raggruppati a fascio ed in posizione verticale in accordo alla quantità minima di materiale non metallico combustibile prescritta dalla parte 2 (10 Kg/m oppure 5 Kg/m) o dalla parte 3 (1,5 l/m).
c) Cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi LS0H rispondenti alla Norma CEI 20-22 (EN 60332-3) per la non propagazione dell'incendio e alle Norme CEI 20-37 (EN 50267 e EN 61034-2) per quanto riguarda l'opacità dei fumi e le emissioni di gas tossici e corrosivi.
d) Cavi LSOH resistenti al fuoco rispondenti alle Norme (serie) CEI 20-36 (EN 50200-50362), la quale verifica la capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio. I cavi resistenti al fuoco sono anche non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi.

TIPI DI CAVO DA UTILIZZARE: FG16(O)R16 e FS17, 0,6/1 kV, non propaganti l'incendio ed a bassa emissione di gas nocivi (Regolamento EU CPR, CEI UNEL 35016).

Distinzione dei cavi

I cavi per energia sono distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.

a) La Norma CEI UNEL 00722 (HD 308) fornisce la sequenza dei colori delle anime (fino ad un massimo di 5) dei cavi multipolari flessibili e rigidi rispettivamente con e senza conduttore di protezione. Si applica indistintamente a cavi di tipo armonizzato (es. H07RN-F, H05VV-F) e a cavi di tipo nazionale (es. FG7OM1, ecc.).
   Per tutti i cavi unipolari senza guaina "cordine" sono ammessi i seguenti monocolori: nero, marrone, rosso, arancione, giallo, verde, blu, viola, grigio, bianco, rosa, turchese.
   Per i cavi unipolari con e senza guaina deve essere utilizzata la combinazione bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione mentre il colore blu deve essere utilizzato per il conduttore di neutro.
   Per i circuiti a corrente continua si devono utilizzare i colori rosso (polo positivo), bianco (polo negativo).
b) La Norma CEI UNEL 00721 specifica la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro tensione nominale e dell'applicazione. Si applica a cavi unipolari e multipolari flessibili e rigidi con e senza conduttori di protezione. Questa colorazione è applicabile esclusivamente ai cavi rispondenti a norme Nazionali (es. FG7OR, FG7OM1, ecc.).

Indicazioni di sicurezza

Quando si fa uso dei colori si applicano le seguenti regole:

a) il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e di equipotenzialità.
b) il colore blu deve essere riservato al conduttore di neutro; quando il neutro non è distribuito, l'anima di colore blu di un cavo multipolare può essere usata come conduttore di fase, in tal caso detta anima deve essere contraddistinta, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o marrone.
c) sono vietati i singoli colori verde e giallo.

Per i cavi aventi un numero di anime superiore a 5 si utilizza il sistema della marcatura delle singole anime mediante iscrizione numerica in accordo alla Norma CEI UNEL 00725.

Questa marcatura consiste nel marcare, con un colore contrastante rispetto all'isolante, ogni anime del cavo - L'unica anima che non deve essere marcata è quella Giallo Verde.

Condizioni ambientali e di posa
Per la scelta del tipo di cavo in relazione alle condizioni ambientali e di posa, ai fini di una corretta installazione si rimanda alle indicazioni della Norma CEI 11-17, CEI 20-40, CEI 20-67 e 20-89.

Portate di corrente
Indicazioni sulle portate di corrente dei cavi sono fornite dalle seguenti Norme CEI-UNEL 35024/1, CEI-UNEL 35024/2, CEI-UNEL 35026, CEI UNEL 35027 e Norme CEI 20-21.

5.2 SISTEMI DI TUBI ED ACCESSORI PER INSTALLAZIONI ELETTRICHE

I sistemi di tubi di protezione dei cavi devono essere scelti in base a criteri di resistenza meccanica e alle sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa o l'esercizio, ed avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:
- CEI EN 61386-1 (Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Prescrizioni generali).
- CEI EN 61386-21 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori).
- CEI EN 61386-22 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori).
- CEI EN 61386-23 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori).
- CEI EN 61386-24 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati).

TIPO DI INSTALLAZIONE E CARATTERISTICHE

Tipo di installazione o posa:
- Locali tecnici e servizi igienici: tubi rigidi e pieghevoli, fissati a parete.
- Muri laterali della gradonata: tubi flessibili sottotraccia.
- Muraglione: tubi rigidi e pieghevoli, fissati a parete.
- Rete interrata: tubi in polietilene corrugati, Ø 50 – 110.

Classificazione normativa dei tubi
Le prestazioni dei tubi nelle suddette norme sono classificate con un sistema a 12 cifre. Ad ogni modo nella pratica ordinaria si utilizzano correntemente soltanto le prime 4 cifre (ad es. 3321), come indicato nei cataloghi dei costruttori.

Di seguito le prestazioni considerate dalla norma:
1. Prima cifra – resistenza alla compressione
2. Seconda cifra – resistenza all'urto
3. Terza cifra – campo di bassa temperatura
4. Quarta cifra – campo di alta temperatura
5. Quinta cifra – resistenza alla curvatura
6. Sesta cifra – caratteristiche elettriche
7. Settima cifra – protezione contro la penetrazione di corpi solidi (grado IP)
8. Ottava cifra – protezione contro la penetrazione dell'acqua (grado IP)
9. Nona cifra – resistenza alla corrosione
10. Decima cifra – resistenza alla trazione

11. Undicesima cifra – resistenza alla propagazione della fiamma
12. Dodicesima cifra – resistenza al carico sospeso

Grado di protezione: da IP44 a IP68.

TIPOLOGIA DI TUBI DA PREVEDERE NELLE VARIE CONDIZIONI IMPIANTISTICHE

Sistema di tubi posati a vista (ambienti ordinari):

- ❑ 3321 – Rigido, isolante e non propagante la fiamma
- x 4321 – Rigido, isolante e non propagante la fiamma
- ❑ 3321 – Rigido, isolante e non propagante la fiamma (privo di alogeni)
- ❑ 4422 – Rigido, isolante e non propagante la fiamma (privo di alogeni)
- ❑ 5557 – Rigido e con continuità elettrica
- x 3331 – Pieghevole, con continuità elettrica e non propagante la fiamma
- x 2311 – Flessibile, isolante e non propagante la fiamma
- ❑ 2223 – Flessibile, isolante e non propagante la fiamma
- ❑ 2222 – Flessibile, isolante e non propagante la fiamma
- ❑ 1311 – Flessibile, isolante e non propagante la fiamma
- ❑ _____

Sistemi di tubi da installare sottotraccia (pareti o soffitto) o sottopavimento (massetto):

- x 3321 – Pieghevole, isolante e non propagante la fiamma
- ❑ 3422 – Pieghevole/autorinvenente, isolante e non propagante la fiamma
- ❑ _____

Nota: prestare particolare attenzione al grado IP minimo richiesto per il sistema di tubi.

Sistemi di tubi interrati:
Tubi in polietilene diam. 50 – 110 mm.

Scorta di Numero e sezione dei tubi:

- x nelle dorsali principali;
- x nelle dorsali secondarie.

INDICAZIONI DI BUONA TECNICA

- Negli ambienti ordinari il diametro interno dei tubi deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 10 mm (6 mm solo per i tubi flessibili).
- Negli ambienti residenziali il diametro interno dei tubi deve essere almeno 1,5 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16 mm. Inoltre è richiesta la sfilabilità dei cavi.
- Negli ambienti speciali il diametro interno deve essere almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16 mm.
- Indipendentemente dai calcoli di cui sopra, è opportuno che il diametro interno sia maggiorato per consentire utilizzi futuri.

5.3 CASSETTE DI DERIVAZIONE E GIUNZIONE

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60670-1 - Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI EN 60670-22 - Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 22: Prescrizioni particolari per scatole e involucri di derivazione.

Indicazioni per la sicurezza

- *I coperchi devono essere rimossi solo con attrezzo; sono esclusi i coperchi con chiusura a pressione, per la cui rimozione si debba applicare una forza "normalizzata".*
- *Tutte le cassette devono poter contenere i morsetti di giunzione e di derivazione.*
- *Per cassette destinate a contenere circuiti appartenenti a sistemi diversi devono essere previsti opportuni setti separatori.*

Indicazioni di buona tecnica

Nelle cassette di derivazione lo spazio occupato dai morsetti e dai cablaggi non deve essere superiore al 50% del massimo disponibile. Tale requisito è obbligatorio nel caso di impianti elettrici situati in unità immobiliari ad uso residenziale situate all'interno dei condomini o di unità abitative mono o plurifamiliari.

Le cassette devono avere caratteristiche adeguate alle condizioni di impiego, e costruite in materiale isolante o metallico.
In particolare le cassette destinate ad essere installate in pareti cave, soffitti cavi, pavimenti cavi o mobilio devono essere costruite con un materiale in grado di resistere alla prova del filo incandescente realizzata ad una temperatura di 850°C.
Devono poter essere installate a parete o ad incasso (sia in pareti piene che a doppia lastra con intercapedine) con sistema che consenta planarità e parallelismi.
Nella versione da parete, le scatole devono avere grado di protezione di IP55 – IP68.

L'installazione al loro interno di altri componenti elettrici che normalmente dissipano una potenza non trascurabile **è ammessa solo se:**

- Le cassette sono dichiarate conformi alla Norma CEI 23-49.
- La potenza totale dissipata all'interno della cassetta moltiplicata per 1,2 è minore di quella dissipabile dalla cassetta stessa.
- Le cassette sono dotate di dispositivo di supporto adatto a sostenere i componenti (es. barra DIN).

5.4 MORSETTI

Le giunzioni e le derivazioni devono essere effettuate solo ed esclusivamente all'interno di quadri elettrici, cassette di derivazione o di canali e passerelle a mezzo di apposite morsettiere e morsetti aventi le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normative (per industria):

- CEI EN 60947-1 (Apparecchiature a bassa tensione).
- CEI EN 60947-7-1 (Morsetti componibili per conduttori di rame).
- CEI EN 60947-7-2 (Morsetti componibili per conduttori di protezione in rame).
- CEI EN 60947-7-3 (Prescrizioni di sicurezza per morsetti componibili con fusibili).

Riferimenti normative (per usi domestici e similari):

- CEI EN 60998-1 (Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari – Prescrizioni generali).
- CEI EN 60998-2-1 (Dispositivi di connessione con unità di serraggio di tipo a vite - IEC 60998-2-1).
- CEI EN 60998-2-2 (Dispositivi di connessione con unità di serraggio senza vite - IEC 60998-2-2).
- CEI EN 60998-2-3 (Dispositivi di connessione con unità di serraggio a perforazione d'isolante -IEC 60998-2-3).
- CEI EN 60998-2-4 (Dispositivi di connessione a cappuccio - IEC 60998-2-4).

Guide per Morsetti componibili:

- EN 60715 (Guida TH 35-7,5)
- EN 60715 (Guida TH 35-15)
- EN 60715 (Guida G32)

Morsetti componibili su guida:

- EN 50022 (guida a "Ω")
- EN 50035 (guida a "C")

Morsetti per derivazione volanti:

- ❑ a vite
- ❑ senza vite
- ❑ a cappuccio
- ❑ a perforazione di isolante

6 DISTRIBUZIONE GENERALE

6.1 ALIMENTAZIONE E LINEE DEI SERVIZI DI SICUREZZA

Riferimenti normativi:

- CEI EN 50171 Sistemi di alimentazione centralizzata.
- CEI EN 50172 Sistemi di illuminazione di sicurezza.
- CEI EN 62034 Sistemi di verifica automatica per l'illuminazione di sicurezza.
- UNI EN 1838 Illuminazione di emergenza.
- UNI CEI 11222 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza degli edifici - Procedure per la verifica e la manutenzione periodica.
- CEI 64-8 / 56 Alimentazione dei servizi di sicurezza.

La Norma CEI 64-8 precisa le prescrizioni relative alle alimentazioni di sicurezza; di seguito si riassumono le principali.

Alimentazione dei servizi di emergenza
Per alimentazione di emergenza si intende un'alimentazione di sicurezza o di riserva (non prevista).

Alimentazione dei servizi di sicurezza
Sistema elettrico inteso a garantire l'alimentazione di apparecchi utilizzatori o di parti dell'impianto necessari per la sicurezza delle persone. Il sistema include la sorgente, i circuiti e gli altri componenti elettrici.

Servizi di sicurezza previsti:
- illuminazione delle vie d'esodo e per l'evacuazione;
- illuminazione di ambienti aperti al pubblico.

Gl'impianti speciali previsti (TVCC – Maxischermi – Hotspot Wi-Fi) non competono alle attività che investono la sicurezza delle persone (safety), ma comunque contribuiscono ad essa, anche se debbano essere considerate come appartenenti alla security.
Per tale ragione sono previsti n. 2 UPS:

- n. 1 UPS 5 kVA per l'alimentazione degl'impianti speciali suddetti.
- N. 1 UPS-IS 3 kVA per l'alimentazione dell'illuminazione di sicurezza (parte degli apparecchi illuminanti ed i complessi autonomi di segnalazione delle vie d'esodo).

ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI DI SICUREZZA:

L'alimentazione dei servizi di sicurezza può essere:
- ❑ automatica (messa in servizio senza intervento di un operatore)
- ❑ non automatica (messa in servizio con intervento di un operatore)

L'opzione "non automatica" può essere scelta solamente dove non sussiste pericolo per le persone.

ALIMENTAZIONE AUTOMATICA:

È classificata in base ai tempi entro cui è disponibile, come segue:
- X 1 tempo zero (di continuità)
- ❑ 2 tempo brevissimo (entro 0,15 s)
- ❑ 3 tempo breve (entro 0,5 s)
- ❑ 4 tempo medio (entro 15 s)
- ❑ 5 tempo lungo (oltre 15 s)

Sorgenti:

- ❑ batterie di accumulatori
- ❑ gruppo elettrogeno
- X gruppo di continuità
- ❑ pile
- ❑ altri generatori indipendenti dall'alimentazione ordinaria

La sorgente deve essere a posa fissa e situata in luogo, locale e ambiente a costruzione antincendio e convenientemente ventilato, accessibile, salvo quelle incorporate negli apparecchi, solo a persone addestrate.
La sorgente di alimentazione di sicurezza non deve essere utilizzata per altri scopi salvo che per l'alimentazione di riserva purché abbia potenza sufficiente per i due servizi.
In caso di sovraccarico deve essere comunque privilegiata l'alimentazione di sicurezza.
Nei circuiti di alimentazione di sicurezza le protezioni contro i sovraccarichi possono essere omesse; in questo caso, se per la protezione contro le sovracorrenti (cortocircuiti) vengono usati interruttori automatici provvisti di relè termico, questo deve avere una corrente nominale pari ad almeno 2 volte la corrente di carico, nel qual caso il circuito deve essere di conseguenza adeguatamente sovradimensionato.

I circuiti di alimentazione dei servizi di sicurezza non devono attraversare luoghi a maggior rischio in caso di incendio, a meno che non siano resistenti al fuoco per costruzione o per installazione (compartimentati).

NOTA: Si raccomanda di evitare, per quanto possibile, che i circuiti attraversino luoghi con maggior rischio in caso di incendio. I circuiti non devono in ogni caso attraversare luoghi con pericolo di esplosione.

La protezione contro i corto circuiti e contro le tensioni di contatto deve essere idonea nei confronti delle due alimentazioni (ordinaria e di sicurezza) singole o, se previsto, in parallelo.

Nota: le Autorità competenti e prescrizioni particolari stabiliscono dove prevedere i servizi di sicurezza e quali prestazioni devono fornire.

Ove presenti, devono essere considerate le seguenti linee dei servizi di sicurezza (alimentate da una propria sorgente):

Luce: Vie d'esodo.
Energia: Locale Tecnico Impianto Elettrico con presidio TVCC.
Impianti ausiliari: TVCC – Maxischermi per messaggi di allerta – Hotspot Wi-Fi.

I circuiti ed i carichi previsti per il funzionamento da sorgente di sicurezza devono essere alimentati con sorgenti che garantiscono un tempo di intervento breve (≤0,5s) o medio (≤15s) in funzione della loro tipologia. Previsti con alimentazione costante da UPS.

L'ALIMENTAZIONE E LA DISTRIBUZIONE DEI SERVIZI DI SICUREZZA DEVE ESSERE REALIZZATA NEL MODO SEGUENTE:

SICUREZZA

Sorgenti e Utilizzatori:

n° 2 gruppi statici di continuità UPS per l'alimentazione di Illuminazione di Sicurezza delle vie d'esodo, Sistema di presidio e supervisione TVCC, TVCC, Maxischermi e Hotspot Wi-Fi.

Parte dell'impianto alimentata:

n° 15 apparecchi autonomi per l'illuminazione di locale tecnico e servizi per disabili (n.3) e per le segnalazioni delle vie d'esodo (n.12).

Nei circuiti di sicurezza le protezioni da sovracorrente devono essere realizzate nel modo seguente:

- ❑ a mezzo interruttori automatici solo magnetici
- ❑ a mezzo interruttori automatici magnetotermici con taratura dei relè termici pari ad almeno 2 volte la corrente di carico
- ❑ a mezzo interruttori con fusibili di corrente nominale almeno 2 volte la corrente di carico

Sezionamento e comando

La Norma CEI 64-8 contiene nel Capitolo IV, le prescrizioni relative al sezionamento e comando.
Deve essere previsto un interruttore su ogni circuito salvo casi particolari.
Nel sistema TT l'interruttore deve poter sempre sezionare anche il conduttore di neutro.
Quando il dispositivo di sezionamento non è sotto il controllo dell'operatore si deve ad esempio ottemperare ad una delle seguenti prescrizioni:

- sistemazione in involucro chiuso a chiave
- sistemazione in involucro in locale chiuso a chiave

Provvedimento contro la manovra intempestiva del dispositivo di sezionamento:

- sistemazione in involucro chiuso a chiave
- sistemazione in locale chiuso a chiave

6.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI

La Norma CEI 64-8 prevede varie misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti.
Per quanto riguarda gli impianti elettrici si rammentano le disposizioni dell'articolo 6 del DM 37/08.

Protezione contro i contatti diretti:

- mediante involucri o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IP2X o IPXXB;
- per superfici superiori orizzontali, mediante involucri o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IP4X o IPXXD;
- con isolamento corrispondente alla tensione minima di prova richiesta per il circuito primario

PROTEZIONE TOTALE

Protezione mediante isolamento delle parti attive:

- tutte le parti attive devono essere adeguatamente isolate
- l'isolamento deve essere rimosso solo mediante distruzione
- l'isolamento dei quadri elettrici deve soddisfare le relative Norme

Protezione mediante involucri o barriere

- gli involucri o le barriere devono assicurare un grado di protezione IP2X o IPXXB e per le superfici orizzontali superiori, a portata di mano, devono assicurare il grado IP4X o IPXXD

Quando è necessario aprire un involucro o rimuovere una barriera, ciò deve essere possibile solo:

a) con uso di chiave o attrezzo
b) 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
c) se, quando una barriera intermedia con grado di protezione non inferiore a IP2X o IPXXB protegge dal contatto con parti attive, tale barriera possa essere rimossa solo con l'uso di una chiave o attrezzo

PROTEZIONE PARZIALE

Protezione mediante ostacoli:
Possono essere rimossi senza l'uso di chiave o attrezzo ma devono essere fissati in modo tale da impedire la rimozione accidentale.
Gli ostacoli devono impedire:

- l'avvicinamento non intenzionale a parti attive
- il contatto non intenzionale con parti attive durante lavori sotto tensione

Protezione mediante distanziamento:
Parti simultaneamente accessibili a tensione diversa non devono essere a portata di mano.

PROTEZIONE ADDIZIONALE

L'uso di interruttori differenziali, con corrente differenziale nominale di intervento non superiore a 30 mA, è riconosciuto come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione o di incuria da parte degli utilizzatori.
La protezione a mezzo di interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 30$ mA è comunque richiesta nei seguenti impianti:

- domestici per circuiti di prese a spina fino a 20 A
- nel caso di circuiti che alimentano prese a spina fino a 32 A destinate ad apparecchi mobili usati all'esterno

devono essere considerati come protezione addizionale contro i contatti diretti e da impiegare unitamente ad una delle altre misure di protezione totale o parziale.

PROTEZIONE CON IMPIEGO DI COMPONENTI DI CLASSE II O CON ISOLAMENTO EQUIVALENTE (isolamento doppio o rinforzato)

Questa misura si basa sulla scarsa probabilità che si verifichi una situazione di pericolo nell'impianto elettrico, con due cedimenti contemporanei dell'isolamento.

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI NEI SISTEMI DI I CATEGORIA SENZA PROPRIA CABINA DI TRASFORMAZIONE "SISTEMA TT"

PROTEZIONE CON INTERRUZIONE AUTOMATICA DEL CIRCUITO

Per i sistemi di I categoria, senza propria cabina di trasformazione, sistema TT, la protezione contro i contatti indiretti deve essere attuata mediante impianto di terra locale, coordinato esclusivamente con interruttori automatici differenziali.
Tale condizione si ritiene soddisfatta con l'applicazione della seguente formula:

$$R_E \times I_{dn} < U_L$$

Dove:
***R_E** è la resistenza del dispersore*
***I_{dn}** è la corrente differenziale nominale in ampere*
***U_L** è la tensione di sicurezza o di contatto limite (50 V per ambienti ordinari; 25 V per ambienti particolari) Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.*

Per la protezione contro i contatti indiretti di apparecchiature trifasi con la sezione raddrizzatrice connessa direttamente alla linea di alimentazione si utilizzano interruttori differenziali, ove è richiesto che gli interruttori differenziali siano in grado di rilevare anche guasti verso terra in corrente continua.
Esempi di queste apparecchiature trifasi sono: UPS, TAC, RM, impianti fotovoltaici azionamenti a velocità variabile, convertitori c.a./c.c. ecc…
In presenza di correnti di guasto non alternate devono essere utilizzati solo differenziali di tipo A o di tipo B.
Nel caso in cui si ritenga opportuno ottenere una più efficace protezione addizionale contro i contatti diretti è possibile installare un interruttore automatico differenziale ad altissima sensibilità I_{dn} = 0,01 A.

Va tenuto presente che gli interruttori differenziali ad altissima sensibilità possono determinare interventi intempestivi e vanno pertanto usati solo per circuiti finali.
L'impiego di questa protezione addizionale può essere previsto soprattutto a protezione dei locali ove le persone sono più vulnerabili dai contatti con le parti conduttrici (esempio bagni, lavanderie, camere bambini, ….).

Nel caso di più dispositivi di protezione si considera la corrente di intervento più elevata.
Inoltre:

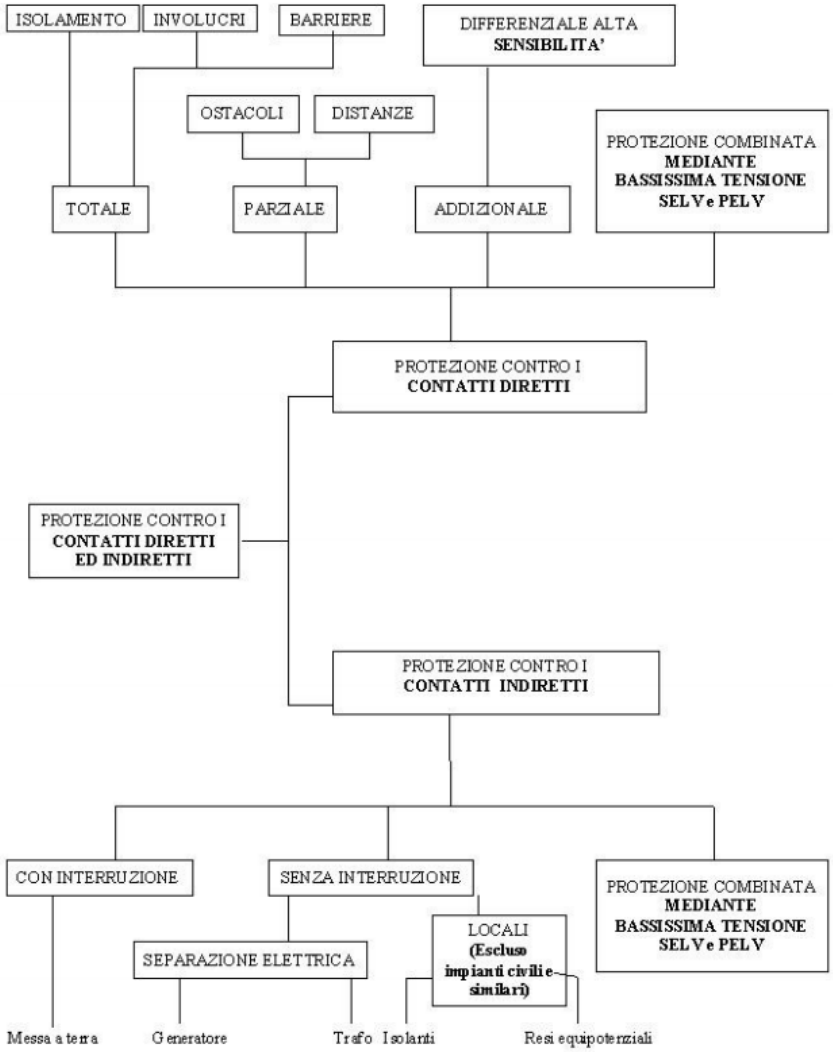
- Le masse dell'impianto utilizzatore devono essere collegate all'impianto di terra locale a mezzo apposito conduttore di protezione.
- Ove necessario le masse estranee devono anch'esse essere collegate all'impianto di terra mediante conduttori equipotenziali principali o supplementari (es. bagni, piscine), o supplementari.
- Tutte le prese a spina di apparecchi utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante collegamento a terra delle masse, devono avere il polo di terra collegato al conduttore di protezione.

RIEPILOGO MISURE DI PROTEZIONE

Contro i contatti diretti ed indiretti:

Con interruzione automatica del circuito nei sistemi di I categoria senza propria cabina di trasformazione, sistema TT, QEG – Quadro Elettrico Generale.

Panoramica dei sistemi di protezione contro i contatti diretti/indiretti


ISOLAMENTO
INVOLUCRI
BARRIERE
DIFFERENZIALE ALTA SENSIBILITA'
OSTACOLI
DISTANZE
PROTEZIONE COMBINATA MEDIANTE BASSISSIMA TENSIONE SELV e PELV
TOTALE
PARZIALE
ADDIZIONALE
PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI
PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI
PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI
CON INTERRUZIONE
SENZA INTERRUZIONE
PROTEZIONE COMBINATA MEDIANTE BASSISSIMA TENSIONE SELV e PELV
LOCALI (Escluso impianti civili e similari)
SEPARAZIONE ELETTRICA
Messa a terra
Generatore
Trafo
Isolanti
Resi equipotenziali

6.3 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACORRENTI

La Norma CEI 64-8 da le prescrizioni riguardanti la protezione contro i sovraccarichi ed i corto circuiti delle condutture. Nella scelta dei dispositivi di protezione si devono osservare le seguenti condizioni:

Protezione contro i sovraccarichi:

$I_B \leq I_n \leq I_Z$

$I_f \leq 1{,}45\ I_Z$

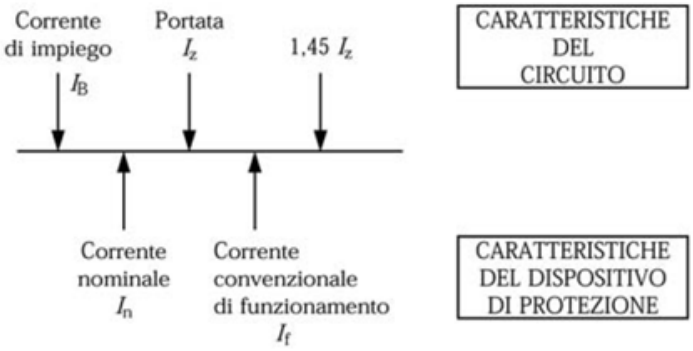
Dove:

***I_f** = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione*

***I_N** = corrente nominale del dispositivo di protezione*

***I_Z** = portata delle condutture*

***I_B** = corrente di impiego del circuito*



La protezione contro i sovraccarichi può essere prevista:

1. all'inizio della conduttura
2. alla fine della conduttura
3. in un punto qualsiasi della conduttura

Per le condizioni 2-3 ci si deve accertare che non vi siano né derivazioni né prese a spina a monte della protezione e la conduttura risulti protetta contro i corto circuiti.
Nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio e nei luoghi con pericolo d'esplosione, le protezioni contro i sovraccarichi vanno installate all'inizio della conduttura.

Nota: si ricorda che in alcuni casi, come ad esempio le condutture che alimentano utilizzatori termici o apparecchi di illuminazione, le quali non possono dar luogo a sovraccarichi pericolosi, si può omettere la protezione contro i sovraccarichi.

Nei circuiti di sicurezza la protezione contro i sovraccarichi è sconsigliata; se comunque per la protezione contro le sovracorrenti vengono usati interruttori automatici provvisti di relè termico, l'apparecchio deve avere una corrente nominale relativamente elevata (ad esempio indicativamente pari ad almeno due/tre volte la I_B).

Protezione contro i cortocircuiti:

La verifica della protezione contro i cortocircuiti nell'impianto è stata effettuata secondo i seguenti criteri:

$I_{CC}Max \leq$ p.d.i.

$I^2t \leq K^2S^2$ (energia specifica passante)

Dove:
***I_{cc}Max** = Corrente di corto circuito massima nel punto di installazione*
***p.d.i.** = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione*

***I^2t** = Integrale di Joule dalla corrente di corto circuito presunta, quindi è il valore dell'energia specifica passante letto sulla curva I^2t della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)*
***K^2S^2** = Energia specifica passante sopportata dalla conduttura*
***K** = Coefficiente della conduttura utilizzata*
115 per cavi isolati in PVC
135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica
143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato
***S** = Sezione della conduttura*

La protezione contro i cortocircuiti deve essere sempre prevista all'inizio della conduttura.
Sono ammessi 3 m di distanza dall'origine della conduttura purché il tratto non protetto soddisfi contemporaneamente alle due condizioni seguenti (con esclusione degli impianti nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio, o con pericolo di esplosione):

- sia realizzato in modo da ridurre al minimo il pericolo di corto circuito, ad esempio con adeguati ripari contro le influenze esterne
- sia realizzato in modo che anche in caso di corto circuito sia ridotto al minimo il pericolo di incendio o di danno per le persone

È possibile non prevedere la protezione contro i corto circuiti per i circuiti la cui interruzione improvvisa può dar luogo a pericoli, ad esempio per taluni circuiti di misura e per le condutture che collegano batterie di accumulatori, generatori, trasformatori e raddrizzatori con i rispettivi quadri, quando i dispositivi di protezione sono posti su questi quadri.
In tali casi bisogna verificare che sia minimo il pericolo di corto circuito e che le condutture non siano in vicinanza di materiali combustibili.

Nota: le protezioni contro le sovracorrenti sono generalmente assicurate da un unico dispositivo. Nel caso di impiego di dispositivi separati, qualora esista la possibilità di corto circuito nel tratto di conduttura tra i due dispositivi, si consiglia di installare la protezione da sovraccarico a valle di quella da corto circuito.

Le caratteristiche dei dispositivi devono essere coordinate.

Correnti di cortocircuito all'interno dell'impianto

Nei vari punti dell'impianto le correnti di cortocircuito sono calcolate considerando le impedenze delle condutture, in accordo a quanto prescritto dalla norma CEI 11-25 e dalla guida CEI 11-28.

Corrente di cortocircuito trifase

$$I_{k\ 3F} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove:
U_n = *tensione concatenata*
C = *fattore di tensione*
K = $\sqrt{3}$
$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$

Corrente di cortocircuito fase-fase

$$I_{k\ FF} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove:
U_n = *tensione concatenata*
C = *fattore di tensione*
K = *2*
$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$

Corrente di cortocircuito fase-neutro

$$I_{k\ FN} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove:
U_n = *tensione concatenata*
C = *fattore di tensione*
K = $\sqrt{3}$
$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{neutro})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{neutro})^2}$

Corrente di cortocircuito fase-protezione

$$I_{k\ FP} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove:
U_n = *tensione concatenata*
C = *fattore di tensione*
K = $\sqrt{3}$
$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{protez.})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{protez.})^2}$

Fattore di tensione e resistenza dei cavi

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti a seconda del tipo di corrente di cortocircuito calcolata. In funzione di questi parametri si ottengono pertanto i

valori massimo ($I_{k\ MAX}$) e minimo ($I_{k\ min}$), per ciascun tipo di corrente calcolata (trifase, fase-fase, fase-neutro).
I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente:

	$I_{k\ MAX}$	$I_{k\ min}$
C Fattore di tensione	1	0.95
R Resistenza	$R_{20^\circ C}$	$R = \left[1 + 0.004 \frac{1}{^\circ C}(\theta_e - 20^\circ C)\right] R_{20^\circ C}$ (Guida CEI 11-28 Pag. 11 formula (7))

dove la $R_{20°C}$ è la resistenza dei conduttori a 20°C e Θ_e è la temperatura scelta per stimare l'effetto termico della corrente di cortocircuito. Il valore di riferimento è 145°C (come indicato nell'esempio di calcolo della guida CEI 11-28).

Correnti di cortocircuito con il contributo dei motori

Il calcolo viene effettuato in funzione delle utenze identificate come Utenze motore e in funzione dei coefficienti di contemporaneità impostati.

$$Z_{mot} = 0.25 * \left(\frac{U^2}{kVA_{mot}}\right)$$

$$R_{mot} = Z_{mot} * 0.6$$

$$X_{mot} = \sqrt{Z_{mot}^2 - R_{mot}^2}$$

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_{fase}} + \frac{1}{R_{mot}}}$$

$$X_t = \frac{1}{\frac{1}{X_{fase}} + \frac{1}{X_{mot}}}$$

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$$I_k = \frac{U}{\sqrt{3} * Z_t}$$

Dove:

Z_{mot} = *è l'impedenza in funzione dei motori predefiniti*
R_{mot} = *è la resistenza in funzione dei motori predefiniti*
X_{mot} = *è la reattanza in funzione dei motori predefiniti*

Verifica del potere di chiusura in cortocircuito
(Norme CEI EN 60947-2)

$$I_P \leq I_{CM}$$

Dove:
I_P = *è il valore di cresta della corrente di cortocircuito (massimo valore possibile della corrente presunta di cortocircuito)*
I_{CM} = *è il valore del potere di chiusura nominale in cortocircuito*

Valore di cresta I_p della corrente di cortocircuito
Il valore di cresta I_P è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_P = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''$$

Dove:
I_K'' = *è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito*
K_{CR} = *è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:*

$$K_{CR} = 1{,}02+0{,}98\, e^{-3*Rcc/Xcc}$$

Il valore di I_P può tuttavia essere limitato da apparecchiature installate a monte che abbiano una caratteristica di limitazione del picco (valore letto dall'archivio apparecchaiture).
Il valore di I_{CM} è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.1 da:

$$I_{CM} = I_{CU} * n$$

Dove:
I_{CU} = *è il valore del potere di interruzione estremo in cortocircuito*
n = *è un coefficiente da utilizzare in funzione della tabella normativa di seguito riportata*

Estratto dalla Tabella 2 – Rapporto *n* tra potere di chiusura e potere di interruzione in cortocircuito e fattore di potenza relativo (interruttori per corrente alternata)

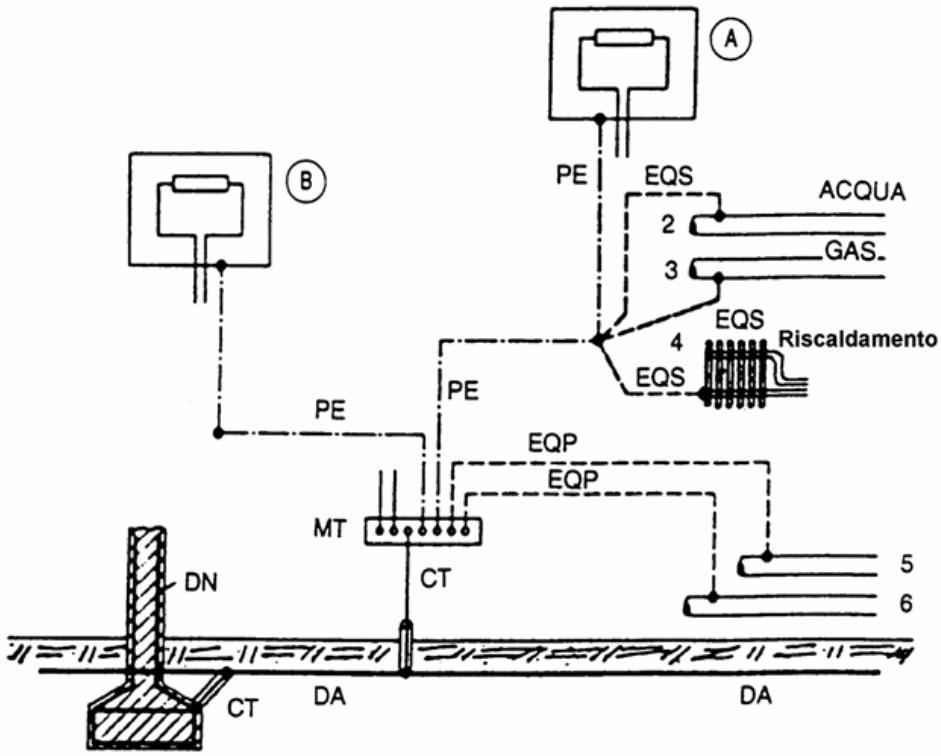
Potere di interruzione in cortocircuito kA valore efficace	Fattore di potenza	n = Valore minimo del fattore *n* potere di chiusura in cortocircuito / potere di interruzione in cortocircuito
4,5 ≤ I ≤ 6	0,7	1,5
6 < I ≤ 10	0,5	1,7
10 < I ≤ 20	0,3	2,0

20 < I ≤ 50 50 < I	0,25 0,2	2,1 2,2

6.4 IMPIANTO DI TERRA

Per impianto di terra si intende l'insieme dei seguenti elementi:

- dispersori
- conduttori di terra
- collettore o nodo principale di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali



DA: Dispersore intenzionale
DN: Dispersore naturale (di fatto)
CT: Conduttore di terra (tratto di conduttore non in contatto elettrico con il terreno)
MT: Collettore (o nodo) principale di terra
PE: Conduttore di protezione
EQP: Conduttori equipotenziali principali
EQS: Conduttori equipotenziali supplementari (per es. in locale da bagno)
A-B Masse
2,3,4,5,6 Masse estranee

In ogni tipologia edilizia è fondamentale realizzare un impianto di messa a terra opportunamente coordinato con dispositivi di protezione (in pratica nel sistema TT sempre interruttori differenziali) posti a monte dell'impianto elettrico, atti ad interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto se la tensione di contatto assume valori pericolosi.

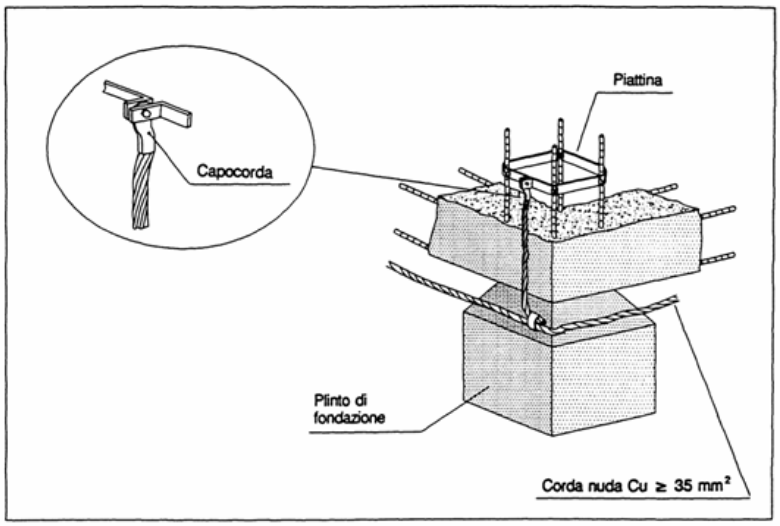
Impianti a tensione nominale ≤ 1000 V c.a.
L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la Norma CEI 64-8, tenendo conto delle raccomandazioni della “Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario” (CEI 64-12); nelle pagine seguenti si riassumono le principali prescrizioni relative agli impianti di bassa tensione.
In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico. A detto impianto devono essere collegate tutte le masse e le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti: centro stella dei trasformatori, impianto contro i fulmini, ecc.).
L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi della costruzione e con le dovute caratteristiche. Infatti alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente (ed economicamente) solo durante le prime fasi della costruzione, con l’utilizzazione dei dispersori di fatto (ferri del cemento armato, tubazioni metalliche ecc.).

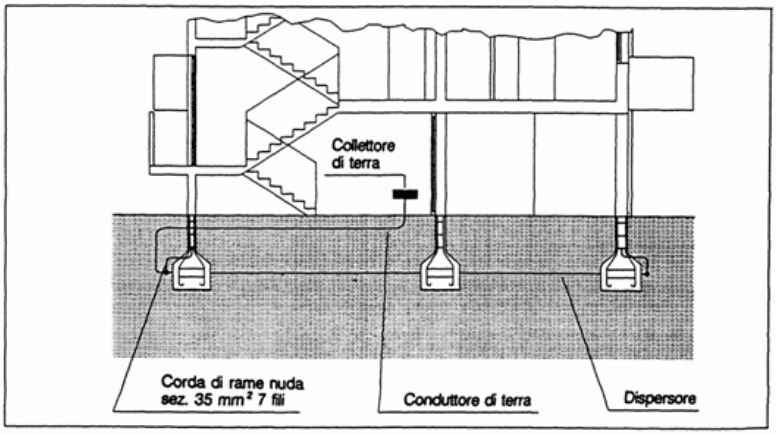
Impianti a tensione nominale > 1000 V c.a.
Per quanto riguarda questi impianti la norma di riferimento è la CEI 11-1.

ELEMENTI DELL’IMPIANTO DI TERRA

Dispersore
Il dispersore è il componente che permette di disperdere le correnti che possono fluire verso terra. E’ generalmente costituito da elementi metallici, ad esempio: tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre le cui dimensioni e caratteristiche sono specificate dalla Norma CEI 64-8.
E’ economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

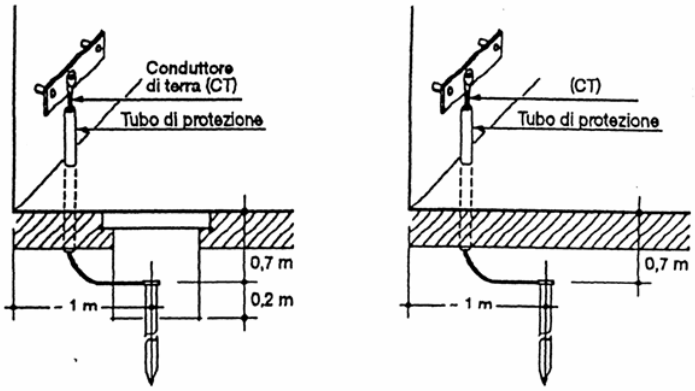
Esempio di collegamento dei dispersori naturale:





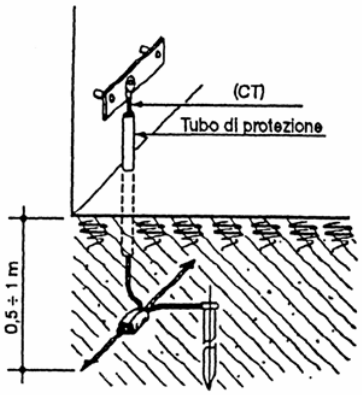
Quando si realizzano dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si deve porre la massima cura all'installazione ed alla profondità dei dispersori. È preferibile che gli elementi disperdenti siano collocati all'esterno del perimetro dell'edificio.
Le giunzioni fra i diversi elementi dei dispersori e fra il dispersore ed il conduttore di terra devono essere effettuate con morsetti a pressione, saldatura alluminotermica, saldatura forte o autogena o con robusti morsetti o manicotti purché assicurino un contatto equivalente.
Le giunzioni devono essere protette contro la corrosione, specialmente in presenza di terreni particolarmente aggressivi.

Esempi di dispersori intenzionali:



Picchetto alloggiato in pozzetto con coperchio

Picchetto interrato direttamente (senza pozzetto)



Combinazione di picchetti ed elementi orizzontali. Il collegamento deve essere realizzato mediante morsetto a pressione con viti (evitando il taglio del conduttore)

Conduttore di terra

Sono definiti conduttori i terra i conduttori che collegano i dispersori al collettore (o nodo) principale di terra, oppure i dispersori tra loro. Sono generalmente costituiti da conduttori di rame (o equivalente) o ferro.

I conduttori di terra devono essere affidabili ed avere caratteristiche che ne permettano una buona conservazione ed efficienza nel tempo, devono quindi essere resistenti ed adatti all'impiego.

Per la realizzazione dei conduttori di terra possono essere impiegati:

- corde, piattine
- elementi strutturali metallici inamovibili

I conduttori di terra devono rispettare le seguenti sezioni minime:

Tipo di conduttore	*Sezione minima del*

	conduttore di terra
Con protezione contro la corrosione ma non meccanica	*16 mm^2*
Senza protezione contro la corrosione	*25 mm^2 in rame* *50 mm^2 in ferro*
Con protezione contro la corrosione e con protezione meccanica	*Sezione del conduttore di protezione*

Collettore (o nodo) principale di terra

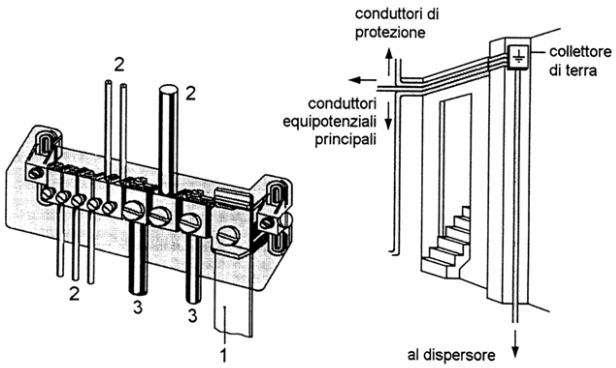
In ogni impianto deve essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure) almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

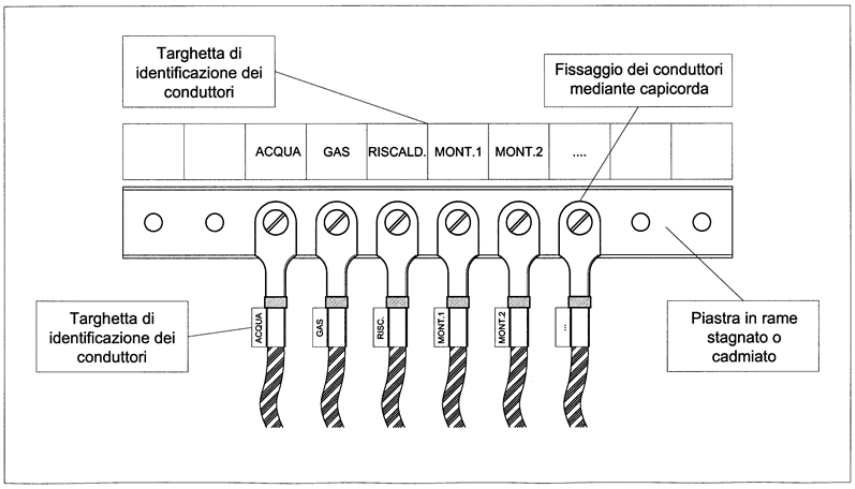
- il conduttore di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali principali
- l'eventuale conduttore di messa a terra di
- un punto del sistema (in genere il neutro)
- le masse dell'impianto MT

Ogni conduttore deve avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

Esempi di nodo principale di terra



1 - Conduttore di terra proveniente dal dispersore
2 - Conduttori di protezione
3 - Conduttori equipotenziali principali

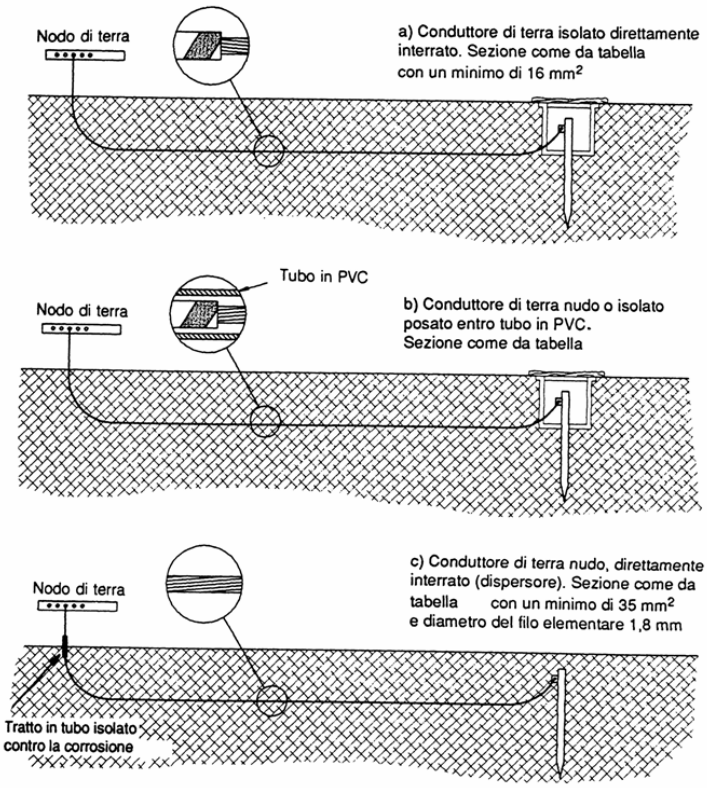


Conduttori di protezione

I conduttori di protezione dovranno essere distribuiti, insieme ai conduttori attivi, a tutte le masse ed ai poli di terra delle prese di corrente. Le sezioni dei conduttori di protezione dovranno avere una sezione coordinata con i conduttori di fase ad essi associati secondo la seguente tabella:

Sezione del conduttore di fase S (mm^2)	***Sezione minima del conduttore di protezione Spe (mm^2)***
$S \leq 16$	*Spe = S*
$16 < S \leq 35$	*Spe = 16*
$S > 35$	*Spe = S/2*

Sezione minima del conduttore di terra interrato:



Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali principali e supplementari devono avere le sezioni indicate nelle tabelle che seguono.

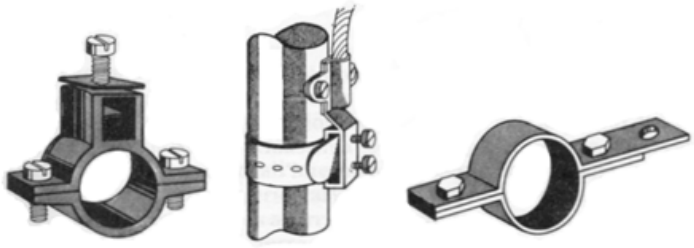
Sezione del conduttore di protezione (mm^2)	***Sezione minima del conduttore equipotenziale principale (mm^2)***
S	*S/2* *Minimo 6 mm^2*

Tipo di connessione	***Sezione del conduttore di protezione (mmq)***	***Sezione minima del conduttore equipotenz. supplementare***
Tra due masse	*S*	*S*
Tra massa e massa estranea	*S*	*S/2*
Tra due masse estranee	*2.5 mm^2 con protezione meccanica* *4 mm^2 senza protezione meccanica*	
Tra massa estranea e impianto di terra		

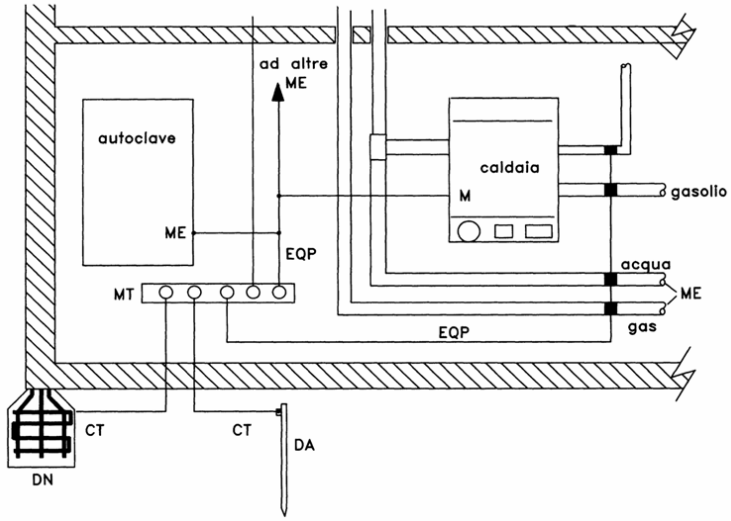
Collegamento equipotenziale principale

Alla base dell'edificio tutte le masse estranee (tubazioni metalliche) devono essere connesse al nodo principale di terra mediante cavi in rame, realizzando in tal modo il collegamento equipotenziale principale

Esempi di morsetti per la connessione delle tubazioni



Schema generale dei collegamenti



ME: *Massa estranea*
MT: *Collettore o nodo principale di terra*
CT: *Conduttore di terra*
DN: *Dispersore naturale*
DA: *Dispersore artificiale*
M: *Massa*
EQP: *Conduttore equipotenziale principale*

Resistenza dell'impianto di terra
Negli impianti alimentati con sistema TT, la resistenza dell'impianto di terra dovrà risultare idonea al coordinamento con gli interruttori differenziali installati, secondo la relazione:

$$R_T \leq 50/I_{dn}$$

Ad esempio $R_T \leq 1666\ \Omega$ quando è installato un interruttore differenziale da 30 mA.
Nel caso di ambienti particolari, come i locali medici, le piscine o le stalle, la relazione è la seguente:

$$R_T \leq 25/I_{dn}$$

R_T *è la resistenza dell'impianto di terra*
I_{dn} *è la corrente nominale di intervento dell'interruttore differenziale*

È comunque consigliabile di predisporre l'impianto di terra in modo da ottenere valori di resistenza inferiori al limite teorico calcolabile con la formula riportata sopra.
Nota: Si ricorda che il limite di 20 Ω (previsto dal DPR 547/55) è superato dalle prescrizioni normative riportate sopra.

Prescrizioni generali
L'impianto di terra deve essere collegato a tutte le utenze alimentate per le quali è previsto il sistema di protezione per interruzione dell'alimentazione. Viceversa è vietato collegare a terra le utenze alimentate per separazione elettrica o a bassissima tensione di sicurezza. ***L'intero complesso edilizio deve essere dotato di un sistema di dispersione unico****.*

Definizioni
Massa *- Parte conduttrice facente parte dell'impianto elettrico che non è in tensione in condizioni ordinarie di isolamento ma che può andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale e che può essere toccata (Ad es. scalda-acqua, quadro elettrico metallico, carcasse di elettrodomestici, ecc.)*
Massa estranea *- Parte conduttrice, non facente parte dell'impianto elettrico, suscettibile di introdurre il potenziale di terra (Ad es. acquedotto, gronde, ecc.)*

6.5 CONDUTTURE ELETTRICHE

Le condutture elettriche per la realizzazione delle reti di alimentazione degli impianti utilizzatori devono essere scelti tenendo conto degli elementi che vengono elencati di seguito.

Riferimenti normativi:
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

Definizioni:
- Condutture: Insieme costituito da uno o più cavi e dagli elementi che ne assicurano il contenimento, il sostegno, il fissaggio e la protezione meccanica.
- Cavo: Il termine cavo è usato per indicare tutti i tipi di cavo con o senza rivestimento protettivo.

Terminologia usata per le modalità di posa:

- **Conduttura in tubo:** Conduttura costituita da cavi contenuti in un tubo protettivo il quale può essere incassato, o in vista o interrato.
- **Conduttura in canale:** Conduttura costituita da cavi contenuti entro un contenitore prefabbricato con coperchio.
- **Conduttura in vista:** Conduttura nella quale i cavi sono fissati a parete o soffitto per mezzo di opportuni elementi (es.: graffette o collari).
- **Conduttura in condotto:** Conduttura costituita da cavi contenuti entro cavità lisce o continue ottenute costruzione delle strutture murarie o entro manufatti di tipo edile prefabbricati o gettati in opera.
- **Conduttura in cunicolo:** Conduttura costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio non praticabile con chiusura mobile.
- **Conduttura su passerelle:** Conduttura costituita da cavi contenuti entro un sistema continuo di elementi di sostegno senza coperchio.
- **Conduttura in galleria:** Conduttura costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio praticabile.

Terminologia usata in relazione al tipo di funzione nella rete di alimentazione:
Le condutture in partenza dal quadro generale B.T. nella rete di distribuzione, si possono suddividere nelle seguenti categorie:

- **Conduttura di distribuzione attraverso montante:** Conduttura a sviluppo prevalentemente verticale.
- **Conduttura di distribuzione attraverso dorsali:** Conduttura a sviluppo prevalentemente orizzontale.
- **Conduttura di distribuzione diretta agli utilizzatori.**

Prescrizioni relative alle condutture:

- La distribuzione deve essere eseguita con i tipi di cavi indicati nelle apposite Tabelle più avanti riportate.
- La posa di cavi direttamente sotto intonaco non è consigliata.
- I cavi installati entro tubi sono generalmente sfilabili e re-infilabili, questo requisito è obbligatorio negli impianti in ambienti residenziali (capitolo 37 CEI 64-8).
- I cavi installati dentro canali, condotti, cunicoli, passerelle, gallerie devono poter essere facilmente posati e rimossi.
- I cavi posati in vista devono essere, ove necessario e secondo quanto prescritto dalle Norme, protetti da danneggiamenti meccanici.

Prescrizioni di sicurezza e di buona tecnica:

- Il percorso deve essere ispezionabile (nel caso di montanti ciò deve essere possibile almeno ad ogni piano) le condutture relative ai circuiti di energia e dei circuiti ausiliari devono essere separati da quelli dei circuiti telefonici.
- Negli ambienti ordinari il diametro interno dei tubi utilizzati per la posa dei conduttori, si raccomanda sia 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 10 mm per assicurare la sfilabilità.
- Negli ambienti residenziali il diametro interno deve essere almeno 1,5 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16 mm.
- Il coefficiente di riempimento deve essere pari al massimo a 0,5 per gli scomparti destinati ai cavi per energia.
- (Si raccomanda di prevedere un tubo protettivo, un canale o scomparto per ogni servizio.).

- I coperchi dei canali e degli accessori devono essere asportabili per mezzo di un attrezzo, quando sono a portata di mano (CEI 64-8).
- Il conduttore di neutro non deve essere comune a più circuiti.
- Il conduttore che svolge la doppia funzione di protezione e neutro (PEN) deve avere la colorazione giallo-verde e fascette terminali blu chiaro, oppure colorazione blu e fascette terminali giallo-verde.
- Le masse dei componenti del sistema devono potersi collegare affidabilmente al conduttore di protezione e deve poter essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema.

Per circuito di segnalamento e comando, si possono usare cavi con tensione nominale ≤ 300/500 V.
Nel dimensionamento dei cavi dei montanti e sulle dorsali, è opportuno tenere conto di maggiorazioni conseguenti ad utilizzi futuri.

Prescrizioni relative a condutture di impianti particolari:

- I cavi di alimentazione dei circuiti di sicurezza devono essere indipendenti da altri circuiti.
- I cavi dei circuiti a SELV devono essere installati conformemente a quanto indicato negli art. 411.1.3.2 e 528.1.1 della CEI 64-8.
- I cavi dei circuiti FELV possono essere installati unitamente ai cavi di energia.
- I cavi di circuiti separati derivati o meno dal trasformatore di isolamento devono essere indipendenti da altri circuiti.

Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/1 e 35026/1
Le tabelle seguenti riportano la corrispondenza esistente tra le tipologie di posa della norma CEI 64-8 tabella 52 C e le tabelle di portata dei cavi delle norme UNEL 35024/1 e UNEL 35026. Le tabelle sono caratterizzate da tre colonne. Il contenuto delle colonne è il seguente:

- **Tipo posa:** riferimento numerico della posa secondo la Tabella 52C.
- **Descrizione:** descrizione della posa secondo la Tabella 52C della norma CEI 64-8/5.
- **Metodo di installazione:** è la tipologia di posa prevista dalla norma UNEL 35024/1 e UNEL 35026 in corrispondenza della quale è possibile ricavare la portata del cavo. Il metodo viene indicato con il riferimento della tabella delle portate e un numero progressivo. Il numero progressivo rappresenta la posizione della metodologia di posa prevista nella tabella.

Esempio: la posa **“1 / senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti / 1U”** corrisponde a:

1 = Tipo di posa secondo la tabella 52C
senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti = Descrizione del tipo di posa
1U = Prima riga della tabella delle portate dei cavi Unipolari

Cavi Unipolari - Pose

Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione delle norme CEI UNEL 35024/1, CEI UNEL 35026 e CEI 20-91:

	UNIPOLARI	
Tipo di posa	**Descrizione**	**Metodo d'installazione**
1	senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti	1U
3	senza guaina in tubi circolari su o distanziati da pareti	2U
4	senza guaina in tubi non circolari su pareti	2U
5	senza guaina in tubi annegati nella muratura	2U
10	per il collegamento dei pannelli fotovoltaici	10U
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	4U
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	4U
13	con o senza armatura su passerelle perforate	5U
14	con o senza armatura su mensole distanziati dalle pareti	5U
14	con guaina a contatto fra loro su mensole	5U, 6U, 7U
15	con o senza armatura fissati da collari	5U, 6U, 7U
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	5U, 6U, 7U
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	5U
18	conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori	3U
21	con guaina in cavità di strutture	4U
22	senza guaina in tubi in cavità di strutture	2U
22A	con guaina in tubi in cavità di strutture	
23	senza guaina in tubi non circolari in cavità di strutture	2U
24	senza guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	2U
24A	con guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	
25	con guaina in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	4U
31	con guaina in canali orizzontali su pareti	2U
32	con guaina in canali verticali su pareti	2U
33	senza guaina in canali incassati nel pavimento	2U
34	senza guaina in canali sospesi	2U
34A	con guaina in canali sospesi	
41	senza guaina in tubi in cunicoli chiusi orizzontali o verticali	2U
42	senza guaina in tubi in cunicoli ventilati in pavimento	2U
43	con guaina in cunicoli aperti o ventilati	4U
51	con guaina entro pareti termicamente isolanti	1U
52	con guaina in muratura senza protezione meccanica	4U
53	con guaina in muratura con protezione meccanica	4U
61	in tubi protettivi interrati a contatto	8U
61	in tubi protettivi interrati	9U
62	Interrati a contatto senza protezione meccanica addizionale	8U
62	Interrati senza protezione meccanica addizionale	9U
63	Interrati a contatto con protezione meccanica addizionale	8U
63	Interrati con protezione meccanica addizionale	9U
71	senza guaina in elementi scanalati	1U
72	senza guaina in canali provvisti di separatori	2U
73	senza/con guaina posati in stipiti di porte	1U
74	senza/con guaina posati in stipiti di finestre	1U

Cavi Multipolari – Pose

Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione delle norme CEI UNEL 35024/1 e CEI UNEL 35026:

	MULTIPOLARI	
Tipo di posa	**Descrizione**	**Metodo d'installazione**
2	in tubi circolari entro muri isolanti	1M
3A	in tubi circolari su o distanziati da pareti	2M
4A	in tubi non circolari su pareti	2M
5A	in tubi annegati nella muratura	2M
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	4M
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	4M
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	
13	con o senza armatura su passerelle perforate	3M
14	con o senza armatura su mensole distanziati da pareti	3M
15	con o senza armatura fissati da collari	3M
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	3M
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	3M
21	in cavità di strutture	2M
22A	in tubi in cavità di strutture	2M
24A	in tubi non circolari annegati in muratura	
25	in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	2M
31	in canali orizzontali su pareti	2M
32	in canali verticali su pareti	2M
33A	in canali incassati nel pavimento	2M
34A	in canali sospesi	2M
43	in cunicoli aperti o ventilati	2M
51	entro pareti termicamente isolanti	1M
52	in muratura senza protezione meccanica	4M
53	in muratura con protezione meccanica	4M
61	in tubi o cunicoli interrati	8M
62	interrati senza protezione meccanica	8M
63	interrati con protezione meccanica	8M
73	posati in stipiti di porte	1M
74	posati in stipiti di finestre	1M
81	immersi in acqua	

Cavi Unipolari - Portate

Tabella delle portate alla temperatura di 30 °C dei cavi unipolari con o senza guaina relative alla tabella della norma CEI-UNEL 35024/1. Di seguito vengono riportate le portate dei cavi con conduttori di rame. La norma non prende in considerazione i seguenti tipi di posa: cavi interrati o posati in acqua, cavi posti all'interno di apparecchi elettrici o quadri e cavi per rotabili o aeromobili.

Cavi unipolari con o senza guaina

Metodo di installazione	Isolante	n° conduttori attivi	Sezione nominale mm²																			
			1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
1U	PVC	2	-	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320	-	-	-	-
		3	-	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286	-	-	-	-
	EPR	2	-	19	26	35	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424	-	-	-	-
		3	-	17	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380	-	-	-	-
2U	PVC	2	13,5	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	-	-	-	-
		3	12	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	275	314	369	-	-	-	-
	EPR	2	17	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	402	472	555	-	-	-	-
		3	15	20	28	37	48	66	88	117	144	175	222	269	312	355	417	490	-	-	-	-
3U	PVC	2	-	19,5	26	35	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	-	-	-	-
		3	-	15,5	21	28	36	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	-	-	-	-
	EPR	2	-	24	33	45	58	80	107	142	175	212	270	327	-	-	-	-	-	-	-	-
		3	-	20	28	37	48	71	96	127	157	190	242	293	-	-	-	-	-	-	-	-
4U	PVC	3	-	19,5	26	35	46	63	85	110	137	167	216	264	308	356	409	485	561	656	749	855
	EPR	3	-	24	33	45	58	80	107	135	169	207	268	328	383	444	510	607	703	823	946	1088
5U	PVC	2	-	22	30	40	52	71	96	131	162	196	251	304	352	406	463	546	629	754	868	1005
		3	-	19,5	26	35	46	63	85	114	143	174	225	275	321	372	427	507	587	689	789	905
	EPR	2	-	27	37	50	64	88	119	161	200	242	310	377	437	504	575	679	783	940	1083	1254
		3	-	24	33	45	58	80	107	141	176	216	279	342	400	464	533	634	736	868	998	1151
6U	PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281	341	396	456	521	615	709	852	982	1138
		3	-	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281	341	396	456	521	615	709	852	982	1138
	EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	182	226	275	353	430	500	577	661	781	902	1085	1253	1454
		3	-	-	-	-	-	-	-	182	226	275	353	430	500	577	661	781	902	1085	1253	1454
7U	PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569	659	795	920	1070
		3	-	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569	659	795	920	1070
	EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362
		3	-	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362

Cavi Multipolari – Portate

Tabella delle portate alla temperatura di 30 °C dei cavi multipolari relative alla tabella della norma CEI-UNEL 35024/1. Di seguito vengono riportate le portate dei cavi con conduttori di rame. La norma non prende in considerazione i seguenti tipi di posa: cavi interrati o posati in acqua, cavi posti all'interno di apparecchi elettrici o quadri e cavi per rotabili o aeromobili.

Cavi multipolari																								
Metodo di installazione	**Isolante**	**n° conduttori attivi**	**Sezione nominale mm²**																					
			1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
1M	PVC	2	-	14	18,5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291	334	-	-	-
		3	-	13	17,5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261	298	-	-	-
	EPR	2	-	18,5	25	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386	442	-	-	-
		3	-	16,5	22	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346	396	-	-	-
2M	PVC	2	13,5	16,5	23	30	38	52	69	90	111	133	168	201	232	258	294	344	394	-	-	-
		3	12	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	179	206	225	255	297	339	-	-	-
	EPR	2	17	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	334	384	459	532	-	-	-
		3	15	19,5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	300	340	398	455	-	-	-
3M	PVC	2	15	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514	593	-	-	-
		3	13,6	18,5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430	497	-	-	-
	EPR	2	19	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641	741	-	-	-
		3	17	23	32	42	54	75	100	127	158	190	246	298	346	399	456	538	621	-	-	-
4M	PVC	2	15	19,5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	530	-	-	-
		3	13,5	17,5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403	464	-	-	-
	EPR	2	19	24	33	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	599	693	-	-	-
		3	17	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424	500	576	-	-	-

Coefficienti di temperatura per pose in aria libera

Tabella dei coefficienti di temperatura (K1) relativa alle pose in aria libera secondo la tabella CEI Unel 35024/1

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 30°C, per le pose in aria libera.

La portata in tal caso è data da: $\mathbf{I_T = I_{30°} * K}$

Dove:

I_T = *è la portata del cavo alla temperatura considerata*

$I_{30°}$ = *è la portata del cavo alla temperatura di 30°C*

K = *è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata.*

Temperatura	PVC	EPR
10	1,22	1,15
15	1.17	1.12
20	1.12	1.08
25	1.06	1.04
30	1.00	1.00

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

Coefficienti di temperatura per pose interrate

Tabella dei coefficienti di correzione per temperature di posa (K1) relative ai cavi interrati secondo la tabella UNEL 35026/1
Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 20°C, per le pose interrate.
La portata in tal caso è data da: $\mathbf{I_T = I_{20°} * K}$

Dove:
$\boldsymbol{I_T}$ = *è la portata del cavo alla temperatura considerata*
$\boldsymbol{I_{20°}}$ = *è la portata del cavo alla temperatura di 20°C*
K = *è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata*

Temperatura	PVC	EPR
10	1,10	1,07
15	1.05	1.04
20	1.00	1.00
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
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

Colori distintivi dei conduttori

Tabella sui colori distintivi dei conduttori (CEI 64-8/5 Art. 524.1)

Blu chiaro	Riservato al Neutro

Giallo - Verde	Riservato esclusivamente ai conduttori di terra, di protezione di collegamenti equipotenziali. I conduttori usati congiuntamente come neutro e conduttore di protezione (PEN), quando sono isolati, devono essere contrassegnati secondo uno dei metodi seguenti: Giallo/verde su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette blu chiaro alle estremità; Blu chiaro su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette giallo/verde alle estremità.
Marrone, Nero, Grigio	Consigliati per i conduttori di Fase.

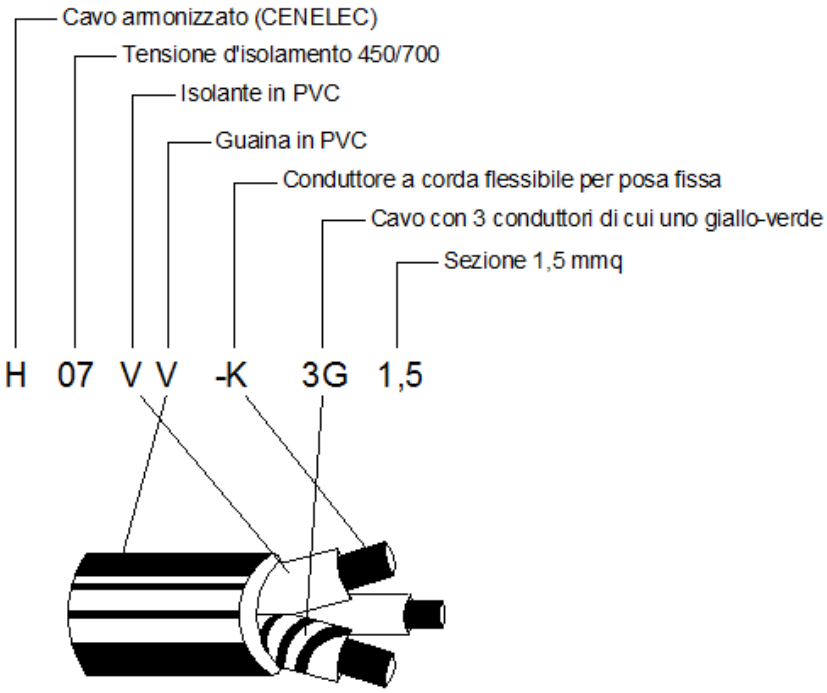
Sigle di designazione dei cavi

Tabella con le sigle di designazione dei cavi (CEI 20-27 e CENELEC HD 361)

Caratteristiche		
Riferim. normativi	Norma armonizzata……..*H* Tipo nazionale autorizzato……..*A* Tipo nazionale……..*N*	A
Tensione nominale	300/300 V……..*03* 300/500 V……..*05* 450/750 V……..*07* 0,6/1 kV……... *1*	
Isolante	PVC……*V* Gomma naturale e/o sintetica……*R* Gomma siliconica……..*S* Gomma etilenpropilenica……*B* Gomma Butilica……*B3* Polietilene……..*E* Polietilene reticolato……..*X*	
Guaina (eventualmente)	PVC……*V* Gomma naturale e/o sintetica……*R* Policloroprene……*N* Treccia di fibra di vetro……..*J* Treccia Tessile……..*T*	B
Particolari costruttivi (eventuali)	Cavo piatto, anime divisibili……*H* Cavo piatto, anime non divisibili…….*H2* Cavo rotondo (nessun simbolo)	
Conduttore	A filo unico rigido……..*U* A corda rigida……*R* A corda flessibile per posa fissa…….*K* A corda flessibile per posa mobile…….*F* A corda flessibilissima……..*H*	
Numero di anime……		C

Senza conduttore di protezione……..*X* Con conduttore di protezione……*G* Sezione del conduttore……..	

Esempio di designazione di un cavo



Dati relativi ai cavi secondo le tabelle IEC 364-5-523-1983
Portate in funzione del tipo di posa
Tabella delle portate in funzione del tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523:

Stralcio da IEC 364-5-523-1983 e da rapporto CENELEC RO 64-001 1991																	
Metodo di installazione	**Isolante**	**n° conduttori attivi**	**Sezione nominale mm²**														
			1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
A	PVC	2	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320
		3	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286
	XPLE EPR	2	19	26	35	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424
		3	17	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380
A2	PVC	2	14	18,5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291
		3	13	17,5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261
	XPLE EPR	2	18,5	25	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386
		3	16,5	22	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346
B	PVC	2	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	-	-	-
		3	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	-	-	-
	XPLE EPR	2	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	-	-	-
		3	20	28	37	48	66	86	117	144	175	222	269	312	-	-	-

B2	PVC	2	16,5	23	30	38	52	69	90	111	135	168	201	232	-	-	-
		3	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	176	206	-	-	-
	XPLE EPR	2	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	-	-	-
		3	19,5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	-	-	-
C	PVC	2	19,5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461
		3	17,5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403
	XPLE EPR	2	24	35	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	599
		3	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424	500
D	PVC	2	22	29	38	47	63	81	104	125	148	183	216	246	278	312	360
		3	18	24	31	39	52	67	86	103	122	151	179	203	230	257	297
	XPLE EPR	2	26	34	44	56	73	95	121	146	173	213	252	287	324	363	419
		3	22	29	37	46	61	79	101	122	144	178	211	240	271	304	351
E	PVC	2	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514
		3	18,5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430
	XPLE EPR	2	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641
		3	23	32	42	54	75	100	127	158	192	246	298	346	399	456	538
F	PVC	2	-	-	-	-	-	-	131	162	196	251	304	352	406	463	546
		3(1)	-	-	-	-	-	-	110	137	167	216	264	308	356	409	485
	XPLE EPR	2	-	-	-	-	-	-	161	200	242	310	377	437	504	575	679
		3(1)	-	-	-	-	-	-	135	169	207	268	328	383	444	510	607
G	PVC	3(2)	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569
	XPLE/EPR	3(2)	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719

Note:
(1) - Disposti a trefolo
(2) - Distanziati di almeno 1 diametro e disposti verticalmente

Cavi Unipolari - Pose

Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa dei cavi unipolari secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Il metodo di installazione permette di stabilire la portata del cavo utilizzato per la conduzione dell'energia.

	UNIPOLARI	
Tipo di posa	**Descrizione**	**Metodo di installazione**
1	senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti	A
3	senza guaina in tubi circolari su o distanziati da pareti	B
4	senza guaina in tubi non circolari su pareti	B
5	senza guaina in tubi annegati nella muratura	A
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	C
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	C
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	C
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	C
13	con o senza armatura su passerelle perforate	E
14	con o senza armatura su mensole distanziati dalle pareti	E
14	con guaina a contatto fra loro su mensole	F
15	con o senza armatura fissati da collari	E
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	E
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	E
18	conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori	G
21	con guaina in cavità di strutture	B2

22	senza guaina in tubi in cavità di strutture	B2
22A	con guaina in tubi in cavità di strutture	B2
23	senza guaina in tubi non circolari in cavità di strutture	B2
24	senza guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	B2
24A	con guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	B2
25	con guaina in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	B2
31	con guaina in canali orizzontali su pareti	B
32	con guaina in canali verticali su pareti	B2
33	senza guaina in canali incassati nel pavimento	B
34	senza guaina in canali sospesi	B
34A	con guaina in canali sospesi	B2
41	senza guaina in tubi in cunicoli chiusi orizzontali o verticali	B2
42	senza guaina in tubi in cunicoli ventilati in pavimento	B
43	con guaina in cunicoli aperti o ventilati	B
51	con guaina entro pareti termicamente isolanti	A
52	con guaina in muratura senza protezione meccanica	C
53	con guaina in muratura con protezione meccanica	C
61	con guaina in tubi o cunicoli interrati	D
62	con guaina interrati senza protezione meccanica	D
63	con guaina interrati con protezione meccanica	D
71	senza guaina in elementi scanalati	A
72	senza guaina in canali provvisti di separatori	B
73	senza/con guaina posati in stipiti di porte	A
74	senza/con guaina posati in stipiti di finestre	A

Cavi Multipolari - Pose

Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa dei cavi multipolari secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Il metodo di installazione permette di stabilire la portata del cavo utilizzato per la conduzione dell'energia.

	MULTIPOLARI	
Tipo di posa	**Descrizione**	**Metodo di installazione**
2	in tubi circolari entro muri isolanti	A2
3A	in tubi circolari su o distanziati da pareti	B2
4A	in tubi non circolari su pareti	B2
5A	in tubi annegati nella muratura	A2
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	C
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	C
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	C
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	C
13	con o senza armatura su passerelle perforate	E
14	con o senza armatura su mensole distanziati da pareti	E
15	con o senza armatura fissati da collari	E
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	E
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	E
21	in cavità di strutture	B2
22A	in tubi in cavità di strutture	B2
24A	in tubi non circolari annegati in muratura	B2

25	in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	B2
31	in canali orizzontali su pareti	B
32	in canali verticali su pareti	B2
33A	in canali incassati nel pavimento	B2
34A	in canali sospesi	B2
43	in cunicoli aperti o ventilati	B
51	entro pareti termicamente isolanti	A
52	in muratura senza protezione meccanica	C
53	in muratura con protezione meccanica	C
61	in tubi o cunicoli interrati	D
62	interrati senza protezione meccanica	D
63	interrati con protezione meccanica	D
73	posati in stipiti di porte	A
74	posati in stipiti di finestre	A
81	immersi in acqua	A

Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/70

Tabella riepilogativa di tipo, posa e portata dei conduttori della tabella UNEL 35024/70 (a 30°C)

modo ⇒	01	02	03	04	05	06	07
tipo conduttore	multipolari	unipolari con o senza guaina	unipolari non distanziati: senza guaina	unipolari non distanziati: con guaina	multipolari distanziati	unipolari distanziati: senza guaina	unipolari distanziati: con guaina
tipo posa	entro tubi o sotto modanature		su passerelle	su passerelle a parete su fune portante	su passerelle a parete	su passerella	su passerella su isolatori

portata⇓ ↓ numero di conduttori	Protezione conduttori: PVC o Gomma G													
01	4													
02		3		4						4				
03	4		2		3		4				3			
04		3		4		2		3		4		2		
05			2		3		4		2		3			2-3-4
06						2		3				2	2-3-4	
07									2					2-3-4
08													2-3-4	

	Protezione conduttori: Gomma G2 o Gomma G5 o EPR							
	01	02	03	04	05	06	07	08
SEZIONE ⇓	PORTATE ⇓							
a 1	10,5	12	13,5	15	17	19	21	23
b 1,5	14	15,5	17,5	19,5	22	24	27	29
c 2,5	19	21	24	26	30	33	37	40
d 4	25	28	32	35	40	45	50	55
e 6	32	36	41	46	52	58	64	70

f	10	44	50	57	63	71	80	88	97
g	16	59	68	76	85	96	107	119	130
h	25	75	89	101	112	127	142	157	172
i	35	97	111	125	138	157	175	194	213
j	50	-	134	151	168	190	212	235	257
k	70	-	171	192	213	242	270	299	327
l	95	-	207	232	258	293	327	362	396
m	120	-	239	269	299	339	379	419	458
n	150	-	275	309	344	390	435	481	527
o	185	-	314	353	392	444	496	549	602
p	240	-	369	415	461	522	584	645	707

Dati tecnici dei cavi

Tabella delle resistenze e delle reattanze dei cavi elettrici secondo la tabella UNEL 35023-70 (a 20°C)

Sezione mm²	**Cavi unipolari**		**Cavi Multipolari**	
	$R_{20\,°C}$	X	$R_{20\,°C}$	X
	mΩ/m	mΩ/m	mΩ/m	mΩ/m
1	17,82	0,176	18,14	0,125
1,5	11,93	0,168	12,17	0,118
2,5	7,18	0,155	7,32	0,109
4	4,49	0,143	4,58	0,101
6	2,99	0,135	3,04	0,0955
10	1,80	0,119	1,83	0,0861
16	1,137	0,112	1,15	0,0817
25	0,717	0,106	0,731	0,0813
35	0,517	0,101	0,527	0,0783
50	0,381	0,101	0,389	0,0779
70	0,264	0,0965	0,269	0,0751
95	0,190	0,0975	0,194	0,0762
120	0,152	0,0939	0,154	0,0740
150	0,123	0,0928	0,126	0,0745
185	0,0992	0,0908	0,100	0,0742
240	0,0760	0,0902	0,0779	0,0752
300	0,0614	0,0895	0,0629	0,0750
400	0,0489	0,0876	0,0504	0,0742
500	0,0400	0,0867	0,0413	0,0744
630	0,0324	0,0865	0,0336	0,0749

N.B.: Le resistenze e le reattanze per i cavi multipolari sono utilizzate per l'eventuale cavo di collegamento tra il trasformatore e il quadro generale di bassa tensione.
Il cavo di collegamento tra il trasformatore e il quadro generale di bassa tensione è possibile inserirlo nei dati di ingresso del quadro generale, però è possibile gestirlo in maniera più efficace creando un quadro fittizio in cui viene identificato solo il collegamento.

Coefficienti di temperatura

Tabella dei coefficienti di temperatura (K1) relativa alla tabella Unel 35024/70
Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 30°C.
La portata in tal caso è data da: $\mathbf{I_T = I_{30°} * K}$

Dove:
$\boldsymbol{I_T}$ = *è la portata del cavo alla temperatura considerata*
$\boldsymbol{I_{30°}}$ = *è la portata del cavo alla temperatura di 30°C*
K = *è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata*

Temperatura	PVC	Gomma (G2)	EPR
15	1.17	1.22	1.13
20	1.12	1.15	1.09
25	1.06	1.06	1.04
30	1.00	1.00	1.00
35	0.94	0.91	0.95
40	0.87	0.82	0.90
45	0.79	0.71	0.85
50	0.71	0.58	0.80

6.6 SEZIONI MINIME

Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti ammessi per caduta di tensione; in ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:

Conduttori di fase
- 1,5 mm^2 (rame) per impianti di energia

Conduttori per impianti di segnalazione
- 0,5 mm^2 (rame)

Conduttore di neutro
Il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase:
- nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori
- nei circuiti trifase quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm^2

Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm^2, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario*, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm^2

Nota: Se si impiegano cavi multipolari (es. 3x95+ N) le Norme sui cavi prevedono la stessa sezione per il neutro e i conduttori attivi, mentre per sezioni maggiori vale la tabella **B1** (per i cavi multipolari) e la tab. **B** (per i cavi unipolari).
La norma CEI 64-8 prevede le sezioni relative ai conduttori dell'impianto di terra.

* La corrente che fluisce nel circuito nelle condizioni di servizio ordinario deve essere praticamente equilibrata tra le fasi.

Conduttore di protezione
Le sezioni del conduttore di protezione devono essere:

- calcolate come indicato nella formula A
- scelte come indicato nella tabella B nel caso di impiego di cavi unipolari
- scelte come indicato nella tabella B1 nel caso di impiego di cavi multipolari
- in ogni caso non devono essere inferiori a quanto indicato nella prescrizione C

Formula A:

$$Sp = \frac{\sqrt{(I^2 t)}}{K}$$

Dove:
***S$_p$** = sezione in mm^2*
***I** = valore efficace in ampere della corrente di guasto franco a massa del conduttore*
***t** = tempo, in secondi, di interruzione del dispositivo di protezione; di protezione*
***K** = coefficiente che varia con il variare del tipo di cavo*

- 115 per cavi isolati in PVC
- 135 per cavi in rame isolati in gomma ordinaria
- 143 per cavi in rame isolati in gomma etilenpropilenica di qualità G7 o in polietilene reticolato

Prescrizione C:
Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:

- 2,5 mm^2 (rame) se protetto meccanicamente
- 4,0 mm^2 (rame) se non protetto meccanicamente

Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali): non inferiore a 6 mm^2

Conduttore di terra

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente, non inferiore a 16 mm^2 in rame o ferro zincato
- non protetto contro la corrosione, non inferiore a 25 mm^2 (rame) oppure 50 mm^2 (ferro)

- protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori dati in Tabella B

Se dall'applicazione di questa Tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.

Conduttore PEN (solo nel sistema TN)

- non inferiore a 10 mm^2 (rame)

Conduttori equipotenziali principali

- non inferiore a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm^2 (rame)
- non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm^2 (rame)

Conduttori equipotenziali supplementari

- fra massa e massa, non inferiore alla sezione del conduttore di protezione minore; fra massa e massa estranea sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione
- fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiore a:
  - 2,5 mm^2 (rame) se protetto meccanicamente
  - 4 mm^2 (rame) se non protetto meccanicamente

Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa e fra massa e massa estranea.

Portata di corrente in regime permanente (tabella CEI-UNEL 35024/1).

Tabella B (cavi unipolari):

SEZIONE DEI CONDUTTORI DI FASE DELL'IMPIANTO **S** (mm^2 rame)	SEZIONE MINIMA DEL CORRISPONDENTE CONDUTTORE DI PROTEZIONE **Sp** (mm^2 rame)
S fino a **16** oltre **16** e fino a **35** oltre **35**	**Sp = S** **16** **Sp = S/2**
I valori della Tabella **B** sono validi soltanto se i conduttori di protezione sono costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase. In caso contrario, la sezione del conduttore di protezione deve venire determinata in modo tale che esso abbia una conduttanza equivalente a quella risultante dall'applicazione della Tabella.	

Tabella B1 (cavi multipolari):

Esempio di dimensionamento delle sezioni minime del conduttore di neutro e di protezione per i cavi multipolari					
Conduttori per la fase S mm²	Conduttore per il neutro Sp mm²	Conduttori per la fase S mm²	Conduttore per il neutro Sp mm²	Conduttori per la fase S mm²	Conduttore per il neutro Sp mm²
1,5	1,5	25	25	150	95
2,5	2,5	35	25	185	95
4	4	50	25	240	120
6	6	70	35	300	150
10	10	95	50	400	240
16	16	120	70	500	300

6.7 COEFFICIENTI DI UTILIZZAZIONE - CONTEMPORANEITÀ E CADUTA DI TENSIONE

Per il calcolo delle potenze elettriche, ai fini del dimensionamento delle linee e della potenza totale impegnata, si possono considerare i seguenti coefficienti salvo diversi valori giustificati da casi o esigenze particolari.

UTENZE	kU	kC	cdt % (1)
Luce	1	1	4
Servizi generali			
– 1 ascensore	1	1	5
– 2 ascensori	1	0,7	5
– 3 ascensori	0,9	0,6	5
– centrale termica	0,8	0,7	4
– centrale idrica	0,9	0,5	4
– centrale di condizionamento	0,7	0,7	4
– cucina, lavanderia	0,7	0,7	4
– eventuale centro di calcolo	1	0,8	4

kU = coefficiente di utilizzazione
kC = coefficiente di contemporaneità
cdt = caduta di tensione
(1) Le linee derivate devono essere dimensionate per il 100% del carico.

Riferimenti normativi:

- Norma CEI 64-8

Caduta di tensione negli impianti utilizzatori

Si raccomanda che la caduta di tensione non superi, in qualsiasi punto dell'impianto utilizzatore e col relativo carico di progetto, il 4% della tensione nominale solo in mancanza di specifiche indicazioni da parte del committente.

Calcolo della caduta di tensione

Il calcolo della caduta di tensione in ogni punto dell'impianto è stato eseguito applicando la seguente formula:

$$\Delta V = K \times I \times L \times (R_l \cos\varphi + X_l \operatorname{sen}\varphi)$$

Dove:
***I** = corrente di impiego IB (oppure la corrente di taratura In espressa in A)*
***R_l** = resistenza (alla TR) della linea in Ω/km (valutata in funzione della reale corrente che percorre il conduttore)*
***X_l** = reattanza della linea in Ω/km*
***K** = 2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi*
***L** = lunghezza della linea in km*

Caduta di tensione secondo CEI UNEL 35023:2009-04
E' possibile considerare le tabelle CEI UNEL 35023:2009-04 per determinare la caduta di tensione.
Tali tabelle forniscono i valori di impedenza dei cavi e i valori di caduta di tensione per corrente e lunghezza unitarie. Rispetto al caso generale, la resistenza è indipendente dalla temperatura raggiunta dal cavo (questa modalità di calcolo restituisce cadute di tensione superiori rispetto al caso generale).

Caduta di tensione con corrente di avviamento/spunto
E' possibile calcolare la caduta di tensione in fase di avviamento/spunto di un'utenza.
In tal caso nella formula generale la corrente **I** viene sostituita dalla corrente I_B x K moltiplicativo (il K moltiplicativo dovrà essere specificato sull'utenza), mentre le impedenze di linea R_l ed X_l sono valutate a 20°C.

Nel caso dei motori, il calcolo viene effettuato sulla corrente di avviamento.

Nel caso di altre utenze, il calcolo viene effettuato sulla corrente di spunto.

Caduta di tensione con carico squilibrato (I_b monofase)
E' possibile calcolare la caduta di tensione in caso di carico fortemente squilibrato (il massimo grado di squilibrio corrisponde ad un carico monofase). In questa condizione si simula che, in una linea trifase con neutro, venga alimentato un unico utilizzatore monofase (caso più gravoso).

Temperatura a regime del conduttore
Il conduttore attraversato da corrente dissipa energia che si traduce in un aumento della temperatura del cavo. La temperatura viene calcolata come di seguito indicato:

$$T_R = T_Z \times n^2 - T_A\left(n^2 - 1\right)$$

Dove:
***T_R** = è la temperatura a regime espressa in °C*
***T_Z** = è la temperatura massima di esercizio relativa alla portata espressa in °C*
***T_A** = è la temperatura ambiente espressa in °C*
***n** = è il rapporto tra la corrente d'impiego I_B e la portata I_Z del cavo, ricavata dalla tabella delle portate adottata per l'esecuzione dei calcoli (UNEL 35024:70, IEC 364-5-523, UNEL 35024/1, UNEL 35026)*

Lunghezza max protetta per guasto a terra

$I_{k\ min}$ a fondo linea > I_{int}

Dove:
***$I_{k\ min}$** = corrente di corto circuito minima tra fase e conduttore di protezione calcolata a fondo linea considerando la sommatoria delle impedenze dei conduttori a monte del tratto in esame.*
***I_{int}** = corrente di corto circuito necessaria per provocare l'intervento della protezione entro 5 secondi o nei tempi previsti dalla Tabella 41A di 413.1.3.3.*
Il valore I_{int} viene rilevato dall'intersezione tra la retta del tempo (a 5s oppure secondo tab.41A) e la curva I^2t della protezione (interruttori e sganciatori termomagnetici) oppure dalla curva tempo-corrente (interruttori elettronici). Se è presente un interruttore differenziale, I_{int} corrisponde al valore di I_d.

Lunghezza massima determinata oltre che dalla lunghezza massima per guasto a terra, anche dalla corrente di corto circuito a fondo linea (se richiesta la verifica) e dalla caduta di tensione a fondo linea.

Potenza di riferimento per prese a spina

- 2 x 10A + T 50W cad
- 2 x 16A + T 200W cad.; nei corridoi, atri, ambienti secondari, per i locali dell'area alberghiera, ecc
- 2 x 16A + T 250W cad.; per i locali dell'area amministrazione
- 2 x 16A + T 350W cad.; nelle camere di degenza ed assimilate
- 2 x 16A + T 500W cad.; laboratori, ambulatori, cucinette, ecc

6.8 SELETTIVITÀ D'INTERVENTO DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60898.
- CEI EN 60947-2.
- CEI EN 61008-1.
- CEI EN 61009-1.

Quando più dispositivi di protezione sono disposti in serie e quando le necessità di esercizio lo giustificano, le loro caratteristiche di funzionamento devono essere scelte in modo da interrompere l'alimentazione solo nella parte dell'impianto nella quale si trova il guasto.

Come realizzare la selettività

- con selettività amperometrica: usando dispositivi di protezione dalle sovracorrenti a diversa taratura
- con selettività cronometrica: usando dispositivi di protezione dalle sovracorrenti aventi ritardo intenzionale
- con dispositivi di protezione differenziale con eventuale possibilità di regolazione dei tempi e delle correnti differenziali di intervento

- con dispositivi di protezione differenziale collegati in serie: con l'apparecchio a monte ritardato (simbolo S in targa) e a valle un apparecchio differenziale di tipo generale, con rapporto tra le correnti differenziali nominali ≥ 3

Caratteristiche dei dispositivi di protezione
Nella scelta del dispositivo di protezione per avere la selettività occorre garantire che le condutture siano sempre protette contro i corto circuiti.
In particolare si ricorda che dalla Norma CEI 64-8: “E' tuttavia ammesso l'utilizzo di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, se a monte è installato un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione. In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia lasciata passare da questi due dispositivi non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo situato a valle e dalle condutture protette da questi dispositivi”.
Quest'ultima protezione, in gergo impiantistico, viene anche chiamata:
“protezione di BACK-UP”.

Scelta per realizzare la selettività:

DESCRIZIONE CIRCUITI	SELET=TIVITA'	REALIZZAZIONE				
	1	2	3	4	5	6
a monte del quadro generale	☐	☐	☐	☐	☐	☐
tra quadro generale e quadri secondari	☐	☐	☐	☐	☐	☐
tra quadri secondari e utenze	☐	☐	☐	☐	☐	☐
_____	☐	☐	☐	☐	☐	☐
_____	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Legenda
- *1= selettività*
- *2= dispositivi di protezione differenziale industriali*
- *3= differenziali selettivi ritardati tipo S*
- *4= interruttori magnetotermici: amperometrica*
- *5= interruttori magnetotermici: cronometrica*
- *6= fusibili*

7 APPARECCHI DI PROTEZIONE, COMANDO E SEZIONAMENTO

Nei circuiti (es: protezione di strumenti, circuiti ausiliari, ecc) ove sia necessario prevedere interruttori di manovra – sezionatori, si devono impiegare apparecchi modulari coordinati con la gamma degli interruttori automatici magnetotermici e differenziali, aventi le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:
- CEI EN 60947-3 (CEI 17-11)

Tensione nominale di impiego 230/400 V a 50 Hz

N° poli: 1, 2, 3, 4

Corrente nominale
63 - 80 A

Fusibili:
- ❑ si
- X no

Possibilità di scelta negli accessori.

Adatti al fissaggio su profilato EN 50022.

Modulo base 17,5 mm.

7.1 INTERRUTTORI DIFFERENZIALI MODULARI

Gli interruttori differenziali modulari, con sganciatori di sovracorrente (RCBO) o senza sganciatori di sovracorrente (RCCB), devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:
- CEI EN 61008-1 (CEI 23-42).
- CEI EN 61008-2-1 (CEI 23-43).
- CEI EN 61009-1 (CEI 23-44).
- CEI EN 61009-2-1 (CEI 23-45).
- CEI EN 62423 (CEI 23-114).

Tensione nominale:
- X monofase 230 V a 50 Hz
- X trifase 230/400V a 50 Hz

Corrente nominale:
63-80 A (fino a 125 A)

Nº poli:
- X 1+N (solo RCBO)
- ❑ 2
- ❑ 3 (solo RCBO)
- X 3+N (solo RCBO)
- ❑ 4

Gli interruttori differenziali puri vanno sempre associati ad adeguati dispositivi di protezione da sovracorrente (vedere schede relative).

Potere d'interruzione I_{cn} in accordo con le norme di riferimento e in funzione del tipo d'impiego (solo per RCBO):
- ❑ 3 kA
- ❑ 4,5 kA
- X 6 kA
- X 10 kA
- ❑ 15 kA
- ❑ 20 kA
- ❑ 25 kA

Caratteristica d'intervento per sovracorrente in accordo con le norme di riferimento e in funzione del tipo d'impiego (solo per RCBO):

- ❑ B
- X C
- ❑ D

Corrente differenziale di intervento I_{dn}:

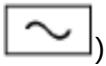
- ❑ 0,01 A
- X 0,03 A
- ❑ 0,1 A
- X 0,3 A
- ❑ 0,5 A
- ❑ _____ Altro

Intervento differenziale:

X senza ritardo (interruttori per uso generale)

X con ritardo intenzionale di tipo S (interruttori selettivi contraddistinti in targa con il simbolo)

Sensibilità alla forma d'onda della corrente differenziale di guasto:

- ❑ tipo AC: solo per corrente alternata (contraddistinti in targa con il simbolo )
- X tipo A :anche per correnti pulsanti unidirezionali e/o pulsanti (contraddistinti in targa con il simbolo)
- ❑ tipo F: anche per correnti composite in presenza di inverter monofase (contraddistinti in targa con il simbolo)
- ❑ tipo B anche per correnti continue e alternate sino alla frequenza di 1000 Hz (di, contraddistinti in targa con il simbolo)

Modulo base 17,5 mm.

Montaggio a scatto su profilato EN 50022.

Possibilità di inserire contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura.

7.2 INTERRUTTORI AUTOMATICI MODULARI CON SGANCIATORI DI SOVRACORRENTE

Gli interruttori automatici modulari con sganciatori di sovracorrente devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60898 (CEI 23-3)

Tensione nominale 230/400 V a 50 Hz

Corrente nominale fino a 125 A

Potere d'interruzione I_{cn} in accordo con le norme di riferimento e in funzione del tipo d'impiego:

- ❑ 3 kA
- ❑ 4,5 kA
- X 6 kA
- X 10 kA
- ❑ 15 kA
- ❑ 20 kA
- ❑ 25 kA

Caratteristica d'intervento in accordo con le norme di riferimento e in funzione del tipo d'impiego: C

Nº poli: 1+N, 2, 4

Modulo base 17,5 mm

Montaggio a scatto su profilato EN 50022

Possibilità di inserire contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura.

7.3 INTERRUTTORI AUTOMATICI MODULARI CON SGANCIATORI DI SOVRACORRENTE (CEI EN 60947-2)

Gli interruttori automatici con sganciatori di sovraccorrente con potere di interruzione > 10 kA, devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5)

Tensione nominale di impiego 230/400 V a 50 Hz

Corrente nominale ≤ 125 A

Funzioni di sezionamento:

- x SI
- ❑ NO

Potere d'interruzione I_{cu}:

- ❑ 15 kA
- ❑ 20 kA
- ❑ 25 kA
- ❑ _____kA

Potere d'interruzione Ics in accordo con le norme di riferimento e in funzione del tipo d'impiego:

_____ % I_{cu}

Nº poli: 1, 1+N, 2, 3, 3+N e 4

Modulo base 17,5 mm

Montaggio a scatto su profilato EN 50022

Possibilità di associare contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura.

7.4 LIMITATORI DI SOVRATENSIONE (SPD)

I limitatori di sovratensione devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:
- CEI EN 61643-11 (CEI 37-8)

Tensione nominale:
- ❑ 230 V c.a.
- X 400 V c.a.
- ❑ _____

Classe d'impiego:
Gli SPD si suddividono in tre classi secondo la loro capacità di scarica, cioè secondo la forma d'onda ed il valore di picco della corrente con la quale sono provati. Le classi di prova previste dalle norme IEC sono tre:

- ❑ **Tipo 1** in classe di prova I (da installare all'origine dell'impianto protetto contro i fulmini mediante LPS)
  - ❑ I_{imp} = 12,5 kA (10/350 µs)
  - ❑ I_{imp} = 20 kA (10/350 µs)
  - ❑ I_{imp} = _____ kA (10/350 µs)
- **X** **Tipo 2** in classe di prova II (da installare all'origine dell'impianto senza LPS e/o su quadri di distribuzione)
  - ❑ I_n = 10 kA (8/20 µs)
  - ❑ I_n = 15 kA (8/20 µs)
  - ❑ I_n = _____ kA (8/20 µs)
- ❑ **Tipo 3** in classe di prova III (da installare sui circuiti terminali)
  - ❑ U_{0c} = 6 kV
  - ❑ U_{0c} = 10 kV
  - ❑ U_{0c} = _____ kV

Gli SPD in commercio sono chiamati di categoria B, C e D, in base alle norme VDE (tedesche). Gli SPD di categoria A sono adatti per l'installazione lungo le linee elettriche aeree esterne.

Norme IEC	***Norme VDE***	**Tipo di impiego degli SPD**
Classe I	**Categoria B**	Devono essere installati nei punti in cui può fluire una parte della corrente di fulmine: In un edificio dotato di LPS, servono per collegare equipotenzialmente le calate alle linee elettriche entranti nell'edificio ed ai corpi metallici che non

		possono essere collegati a terra permanentemente, ad esempio una tubazione con protezione catodica. In un edificio non dotato di LPS, vanno installati all'arrivo di una linea di energia che abbia una frequenza di fulminazione diretta elevata (N_c > 0.1 fulmin/anno).
Classe II	**Categoria C**	Vanno impiegati nei casi in cui non sono impiegati gli SPD di classe I oppure III. Ad esempio all'ingresso di una linea di segnale, o di energia, con frequenza di fulminazione diretta della linea inferiore a 0.1 fulmini/anno.
Classe III	**Categoria D**	Devono essere installati all'ingresso delle apparecchiature da proteggere. La linea a monte deve essere già protetta da SPD di classe I oppure II.

Tensione massima residua:

- ❑ U_p = 0,8 kV
- ❑ U_p = 1 kV
- ❑ U_p = 1,2 kV
- ❑ U_p = 1,8 kV
- X U_p = 2,5 kV
- ❑ U_p = _____ kV

Tipo di protezione:

- X Modo comune (tra conduttore attivo e terra)
- ❑ Modo comune e modo differenziale (anche tra conduttori attivi)

Dispositivo di protezione coordinato:

- ❑ Integrato
- X Separato

Dispositivo di segnalazione di fine vita:

- X Presente
- ❑ Non presente

N° poli:

- ❑ Monofase (fase-terra)
- ❑ Monofase con neutro (fase-terra, neutro-terra, fase-neutro solo per modo differenziale)
- ❑ Trifase
- X Trifase con neutro (fase terra, neutro terra, fase neutro solo per modo differenziale)

Modulo base:

- X 17,5 mm per profilati EN 50022
- ❑ il medesimo della serie civile da incasso (solo per circuiti terminali classe III)
- ❑ Altro

Funzionamento degli SPD

Gli SPD vengono solitamente installati tra fase e terra.

In condizioni ordinarie l'SPD presenta una impedenza verso terra elevatissima, quindi il circuito cui l'SPD è collegato è isolato da terra.
Se l'SPD è sottoposto ad una sovratensione superiore alla sua tensione di innesco entra in conduzione, cioè da isolante diventa conduttore e scarica a terra la corrente associata alla sovratensione. Quando l'SPD conduce non ha una impedenza nulla, sicché ai suoi capi si stabilisce una tensione che prende il nome di tensione residua (U_{res}).
Affinché non avvenga una scarica nell'impianto o nell'apparecchiatura protetta, la tensione applicata all'apparecchiatura deve essere minore della sua tensione di tenuta ad impulso. In mancanza di dati si può assumere 4000 V per gli impianti in bassa tensione.

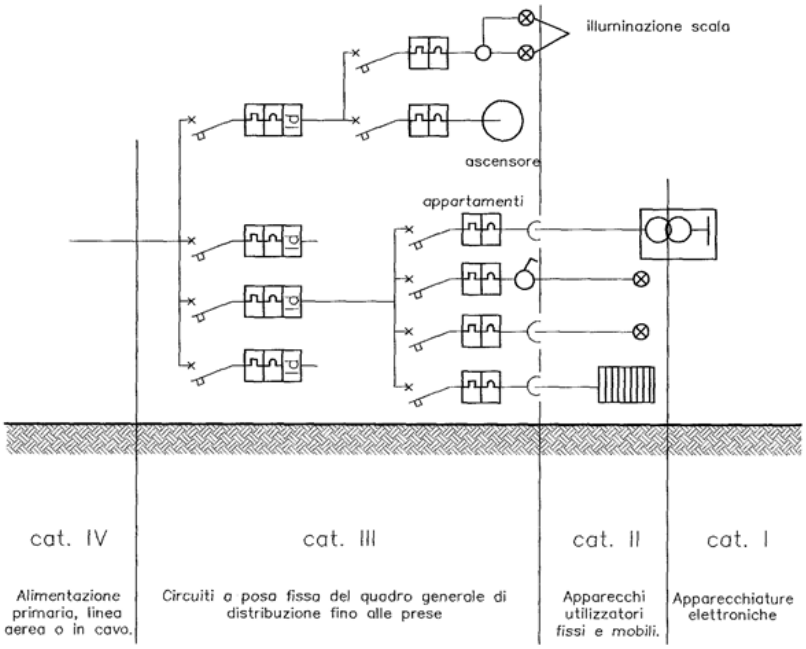
Messa a terra degli SPD
In caso di scarica la tensione applicata all'apparecchiatura protetta dall'SPD è composta di tre termini:

- La caduta di tensione sul conduttore di messa terra dell'SPD (U_1)
- La tensione residua sull'SPD (U_{res})
- La caduta di tensione sul conduttore che collega l'SPD alla fase (U_2)

L'SPD va sempre collegato allo stesso impianto di terra dell'apparecchiatura da proteggere.
In questo modo la massa dell'apparecchiatura assume la tensione U_E che non sollecita più l'apparecchiatura. Viceversa costituirebbe una ulteriore componente di tensione che si sommerebbe alle tre precedenti.
Le tensioni U_1 e U_2 non sono trascurabili (come avverrebbe per correnti a 50 Hz). Nel caso di una corrente impulsiva come quella del fulmine, la caduta di tensione induttiva prevale su quella ohmica ed è tanto maggiore quanto più è ripido il fronte d'onda della corrente: da qualche centinaio di volt al metro sino a 1 kV/m se il fulmine colpisce direttamente la linea elettrica e l'SPD è chiamato a scaricare la corrente di fulmine.
Bisogna quindi ridurre il più possibile le lunghezze dei conduttori di collegamento dell'SPD.
Tenuto conto del livello di isolamento medio delle apparecchiature che si vuole proteggere, la lunghezza totale dei due collegamenti dell'SPD (alla linea ed a terra) non dovrebbe superare il mezzo metro.

Zone dell'impianto e categorie di sovratensioni

Nella figura che segue sono illustrate le zone di un impianto, corrispondenti alle categorie di sovratensione (secondo la norma IEC 664-1).



Tensioni di tenuta ad impulso per le varie zone di un impianto

Massima tensione di impiego verso terra (V)	ZONA			
	I	II	III	IV
	Tensione di tenuta ad impulso (onda 1/50 µs)			
50	330	500	800	1500
100	500	800	1500	2500
150	800	1500	2500	4000
300	1500	2500	4000	6000
600	2500	4000	6000	8000
1000	4000	6000	8000	12000

Tensione nominale (U_c)

La tensione nominale (U_c) di un SPD deve essere più alta della tensione nominale del circuito da proteggere. In genere si assume un margine del 10%.

Sistema	Tensione nominale del sistema	Tensione U_c minima
TT oppure TN	127	140
	230	253
IT	230	242
	400	440

Sovratensione temporanea (U_t)
La sovratensione temporanea (U_t) è il livello di tensione che l'SPD può tollerare senza intervenire, in modo da evitare interventi intempestivi per sovratensioni che si possono verificare in condizioni normali del sistema elettrico.
La sovratensione temporanea di un SPD deve essere superiore a quella indicata nella seguente tabella.

Tensione nominale del sistema	TT		IT
	Durata della tensione temporanea		
	0.2 s	1 s	3600 s
127	250	170	250
230	440	300	440

Livello di protezione (U_p)
La tensione limite di un SPD è la tensione che si verifica ai capi dell'SPD quando questo è attraversato da un scarica. Può coincidere con la tensione di innesco (nel caso di spinterometri) o con la tensione residua (nel caso di varistori).
Il livello di protezione (U_p) di un SPD deve essere inferiore alla tensione di tenuta dei circuiti da proteggere.

Tensione nominale di impiego del sistema (V)	ZONA			
	I	II	III	IV
	Livello di protezione (V)			
127	600	1100	1800	3000
230	1100	1800	3000	4400

8 CONTROLLO, VERIFICHE E COLLAUDO

8.1 VERIFICA PER LA MESSA IN SERVIZIO DI UN IMPIANTO ELETTRICO

Durante la realizzazione e in ogni caso prima di essere messo in servizio, ogni impianto deve essere verificato a vista e provato dall'installatore secondo la Norma CEI 64-8 parte 6 e le raccomandazioni riportate nella Guida CEI 64-14.

L'esame a vista (art. 61.2 della Norma 64-8) di un impianto elettrico consiste nell'accertare che i componenti elettrici siano:

- conformi alle prescrizioni di sicurezza delle relative Norme (questo può essere accertato dalla presenza di marchi o di certificazioni)
- scelti correttamente e messi in opera in accordo con le prescrizioni della Norma 64-8 e con le istruzioni dei relativi costruttori
- non siano visibilmente danneggiati in modo tale da compromettere la sicurezza

Le prove (art.61.3 della Norma 64-8) su un impianto elettrico consistono nell'effettuazione di misure o altre operazioni atte ad accertare l'efficienza dello stesso.

La sopra citata Norma CEI prescrive, per quanto applicabili, le seguenti prove preferibilmente nell'ordine indicato:

a) continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari
b) resistenza di isolamento dell'impianto elettrico

c) protezione per separazione dei circuiti nel caso di sistemi SELV e PELV e nel caso di separazione elettrica
d) resistenza di isolamento dei pavimenti e delle pareti
e) protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione
f) protezione addizionale
g) prove di polarità
h) prova dell'ordine delle fasi
i) prove di funzionamento
j) caduta di tensione

Nel caso in cui qualche prova indichi la presenza di un difetto, tale prova (e ogni altra prova precedente) che possa essere stata influenzata dal difetto segnalato devono essere ripetute dopo l'eliminazione del difetto stesso.

Le verifiche devono essere effettuate da persona esperta, competente in lavori di verifica.

A verifica completata deve essere redatto il seguente "Rapporto di verifica" che riporta il controllo di tutti i principali aspetti di buona tecnica previsti dalla Norma CEI 64-8.

RAPPORTO DI VERIFICA

I dati di verifica sottostanti, per brevità si riferiscono ai servizi principali:

Si attesta che sono state eseguite sull'impianto elettrico le verifiche contrassegnate nella colonna "verifiche eseguite" con esito positivo.

N°.	Voci delle verifiche	Eseguita
1	L'impianto eseguito è conforme alla documentazione tecnica allegata	☐
2	I componenti sono conformi alle prescrizioni di sicurezza in quanto muniti di marcatura CE ove richiesta. Inoltre possono essere muniti di: a) marchi di conformità alle Norme (Marchio IMQ o altri marchi della EU), oppure ; b) certificati di conformità rilasciati da enti riconosciuti (per l'Italia IMQ, CESI) oppure; c) dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore	☐
3	I componenti hanno caratteristiche adeguate all'ambiente per costruzione e/o installazione	☐
4	Le protezioni contro i contatti diretti ed indiretti sono adeguate (tenuto conto anche dei punti 28, 29, 30, 31)	☐
5	Gli impianti elettrici alimentati a tensione superiore a 1000 V in c.a. (cabine MT/BT) sono conformi alle prescrizioni della Norma CEI 11-1 (sino al 2013) e alla Norma CEI EN 61936-1 e alla relativa norma per gli impianti di terra CEI EN 50522	☐
6	I conduttori sono stati scelti e posati in modo da assicurare le portate e cadute di tensione previste	☐
7	Le protezioni delle condutture contro i sovraccarichi sono conformi alle prescrizioni delle norme CEI	☐
8	Le protezioni delle condutture contro i cortocircuiti sono conformi alle prescrizioni delle norme CEI	☐
9	Il sezionamento dei circuiti è conforme alle prescrizioni delle norme CEI	☐
10	Gli interruttori di comando unipolari sono inseriti sul conduttore di fase	☐
11	Il comando, l'interruzione e/o l'arresto di emergenza è stato previsto dove necessario	☐
12	I conduttori hanno tensione nominale d'isolamento adeguate	☐
13	I conduttori hanno le sezioni minime $\geq 1{,}5$ mm^2 per uso generale e $\geq 0{,}5$ mm^2 per segnalazione	☐
14	I colori e/o le marcature per l'identificazione dei conduttori sono rispettati	☐
15	Le canalizzazioni hanno dimensioni adeguate	☐
16	Le connessioni dei conduttori sono adeguate	☐
17	L'impianto elettrico nei locali da bagno e docce è conforme alle prescrizioni della Norma CEI 64-8/parte 7/sez. 701	☐

18	Le dimensioni minime dei dispersori, dei conduttori di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali (principali e supplementari) sono conformi alle prescrizioni delle Norme CEI	☐
19	I(il) nodi(o) collettori(e) di terra sono(è) accessibili(e)	☐
29	Il conduttore di protezione è stato predisposto per tutte le masse, masse estranee, in tutte le prese a spina, punti luce ed utilizzatori fissi	☐
21	Le quote di installazione delle apparecchiature in relazione alle disposizioni di Legge sulle Barriere Architettoniche sono rispettate	☐
22	La predisposizione delle tubazioni telefoniche risponde alle norme CEI 64-8	☐
23	L'impianto elettrico della centrale termica risponde alle prescrizioni delle Norme CEI	☐
24	L'impianto elettrico dell'autorimessa risponde alle prescrizioni delle Norme CEI	☐
25	L'impianto di protezione contro i fulmini risponde rispondente alle Norme della serie 81-10	☐
26	L'impianto di antenna TV risponde alle Norme della serie EN 50083	☐
27	Le barriere tagliafiamma o altre precauzioni contro la propagazione del fuoco sono conformi alle Norme CEI/UNI	☐
28	È stato verificato il coordinamento delle protezioni come previsto per il sistema TN ($I_a \leq U_0/Z_g$), se applicabile.	☐
29	La prova della continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari ha avuto esito favorevole	☐
30	La resistenza dell'impianto di terra, nelle ordinarie condizioni di funzionamento, è di _____ Ω	☐
31	La prova dell'efficienza delle protezioni differenziali ha avuto esito favorevole	☐
32	La minima resistenza d'isolamento tra conduttori attivi e tra conduttori attivi e terra è superiore ai valori prescritti dalla Norma CEI 64-8	☐
33	La verifica della separazione tra circuiti SELV e PELV e circuiti a tensione ordinaria è conforme alle prescrizioni della Norma CEI	☐
34	L'illuminamento medio in tutti gli ambienti è risultato conforme al progetto	☐
35	Tutti i componenti sono stati sottoposti ad una prova di funzionamento ed è stata verificata la regolare installazione e regolazione.	☐
36	Tutti gli impianti di sicurezza e riserva sono stati provati con esito favorevole.	☐
37	L'impianto di chiamata, segnalazione e comunicazione è stato provato con esito favorevole.	☐
38	I sistemi di protezione contro i contatti indiretti senza interruzione automatica dei circuiti (eventuali) sono conformi alle prescrizioni della Norma CEI 64-8	☐

Nota: Nel caso di impianti per ambienti ed applicazioni particolari possono essere necessarie verifiche aggiuntive secondo quanto previsto dalla Norma CEI 64-8.

Firmato da:

Installatore o titolare della società installatrice

_____

Responsabile tecnico della società installatrice

_____

8.2 COLLAUDO

Per i collaudi dei macchinari, dei quadri, ecc., per i quali le norme CEI richiedono l'esecuzione di prove presso l'officina del costruttore, l'Impiantista dovrà esibire al committente, prima dell'installazione degli equipaggiamenti, il relativo certificato di prova.
Durante e dopo l'esecuzione dei lavori dovranno essere eseguite verifiche sugli impianti:

- Verifica qualitativa e quantitativa del materiale costituente la fornitura e controllo della corrispondenza alle prescrizioni contrattuali
- Verifica della corrispondenza di fasi e colorazioni
- Accertamento della rispondenza alle norme CEI sugli impianti elettrici
- Verifica del tipo, del dimensionamento e delle marchiature previste per i componenti, in relazione alle condizioni di posa ed ai carichi degli utilizzatori
- Verifica della sfilabilità dei cavi
- Verifica del dimensionamento dei tubi protettivi in riferimento al numero ed alla sezione dei cavi installati
- Misura della resistenza di isolamento
- Verifica delle protezioni contro le sovracorrenti
- Verifica delle protezioni contro i contatti diretti
- Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti
- Misura della resistenza di terra

La procedura di accettazione dei lavori da parte del Committente comprende le seguenti fasi:

- **Accettazione Provvisoria**: da effettuarsi entro 30 giorni dalla data del verbale di ultimazione lavori.
  - In caso di risultato positivo la Committente dovrà avere la facoltà di uso delle opere.
  - In caso negativo l'Assuntore dovrà eliminare i difetti riscontrati.
  - Ad eliminazione effettuata si provvederà ad altra accettazione provvisoria.
- **Accettazione Definitiva**: da effettuarsi entro 12 mesi dalla data del verbale di ultimazione lavori.
  - In caso di osservazioni da parte della Committente, l'Assuntore dovrà provvedere agli interventi di adeguamento necessari richiesti.
  - Ad esecuzione degli interventi effettuati si dovrà provvedere ad un nuovo collaudo che in caso di esito positivo comporterà l'accettazione dei lavori. L'Assuntore dovrà provvedere a tutto quanto necessario per i collaudi in termini di strumenti di misura, manodopera e assistenza.

Le modalità di esecuzione dei collaudi degli impianti elettrici dovranno essere quelle previste dalle seguenti Norme CEI:

- CEI 64-14 "Guida alle Verifiche degli Impianti Elettrici Utilizzatori".
- CEI 11-1 "Impianti Elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata".

I collaudi dei Quadri Elettrici con riferimento alle Norme CEI:

- CEI 17.6 "Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensione da 1 a 52 KV".
- CEI 17.13/1 "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (Quadri BT) - Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) ed apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)".
- CEI 17.21 "Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione".

Dovranno essere eseguite dal Costruttore e/o da Laboratorio di Misure alla presenza della Committente. L'Assuntore dovrà comunicare alla Committente, con congruo anticipo, la data dei collaudi dei Quadri Elettrici.

COLLAUDO DEFINITIVO DEGLI IMPIANTI E GARANZIA

Sono a carico della ditta assuntrice tutte le spese inerenti al collaudo di tutti gli impianti. Per questi ultimi la ditta metterà a disposizione della Direzione Lavori sia il personale, che le apparecchiature e strumentazioni occorrenti.
Resta stabilito che gli impianti si intendono completi, funzionanti, eseguiti a regola d'arte e controllabili in ogni loro parte. Tutte le opere ritenute non conformi alle prescrizioni inoltrate, saranno smantellate e rifatte a cura e spese dell'Impresa aggiudicatrice.
La ditta esecutrice dell'impianto elettrico si impegna a offrire e garantire l'assistenza tecnica gratuita della durata di mesi dodici, intesa come sostituzione di eventuali apparecchiature e/o parti di apparecchiature e/o parti di impianto difettose, nonché la relativa mano d'opera e spese di trasporto. Si escludono dalla garanzia guasti a seguito di manomissioni, dolo, devastazioni, fulmini, inondazioni e terremoti.
Il Committente ha la facoltà di richiedere, anche durante il corso del lavoro, l'allontanamento e la sostituzione, a spese dell'Assuntore, dei materiali e manufatti che risultino a suo giudizio non rispondenti alle prescrizioni contrattuali o che fossero danneggiati durante il trasporto e l'immagazzinamento. Resta comunque impregiudicato il diritto del Committente di formulare la relativa accettazione successivamente in sede di collaudo.
In sede di collaudo provvisorio il Committente provvederà alla constatazione che le opere, gli impianti e le forniture presentino i requisiti prescritti in contratto.
L'assuntore è tenuto ad eseguire immediatamente a sue spese smontaggi, rifacimenti, riparazioni, sostituzioni e quegli altri lavori che a seguito delle operazioni di collaudo saranno risultati necessari. In sede di collaudo definitivo si accerterà se l'Assuntore abbia provveduto ad eseguire detti lavori.
Il Committente si riserva il diritto di utilizzare gli impianti, anche se l'esito del collaudo provvisorio è sfavorevole, rilasciando all'Assuntore, su richiesta dello stesso, un documento di presa di consegna.
Il collaudo definitivo sarà dichiarato favorevole se l'Assuntore avrà ottemperato alle prescrizioni contrattuali ed alle disposizioni impartitegli in sede di collaudo provvisorio e gli impianti produrranno le prestazioni funzionali e di rendimento indicate o richieste nel progetto.

In nessun caso le divergenze con il committente daranno diritto all'assuntore di rifiutarsi ad ottemperare alle disposizioni impartite dal Committente né potranno impedire che il Committente usufruisca dell'oggetto del contratto.

Ad impianto ultimato si dovrà provvedere alle seguenti verifiche:

- rispondenza degli impianti alle prescrizioni dei VV.F.
- rispondenza alle prescrizioni particolari inserite nella descrizione tecnica ed in particolare modo alle Norme UNI 9795
- rispondenza dell'impianto alla legge n.186 del 1/3/1968 (Norme C.E.I.)

Tutte le verifiche e prove dovranno essere programmate ed eseguite nei giorni concordati con la D.L. ed alla presenza dei rappresentanti dell'Appaltatore.

Durante l'esecuzione delle opere dovranno essere eseguite tutte le verifiche quantitative, qualitative e funzionali, indicate nelle specifiche allegate, in modo che esse risultino soddisfatte prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

Di seguito sono elencate le principali verifiche che dovranno essere eseguite sugli impianti.

Esame a vista
Dovrà essere eseguita una ispezione visiva per accertare che gli impianti siano stati realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme generali, e delle norme particolari riferite all'impianto in oggetto.
I controlli a vista dovranno comprendere la verifica della corretta installazione e rispondenza funzionale dei dispositivi (ad esempio, il controllo delle protezioni volumetriche con misura dell'area protetta), la verifica della classe di protezione che deve risultare adeguata alle condizioni di installazione (ambienti umidi, esterno, ecc.), l'identificazione dei conduttori, ecc.

Collaudi
Prima della consegna degli impianti alla Committente ed alla presenza del personale della stessa, dovrà essere effettuato un collaudo.
Tale collaudo dovrà accertare, mediante ricognizione e prove di funzionamento, che i vari componenti non presentino difetti manifesti e che l'impianto sia in grado di assicurare tutte le funzioni previste e richieste.

Documentazione dell'impianto
In occasione del collaudo l'Appaltatore dovrà fornire alla Committente il complesso di documenti definitivi delle opere eseguite, come di seguito indicati:

- una copia dei disegni degli impianti "As Built" in formato cartaceo e una copia su supporto magnetico
- una documentazione completa degli impianti installati, contenente:
  - schemi funzionali ed identificazione delle apparecchiature con riferimento alle loro targhette;
  - manuali d'uso;
  - elenco delle parti di ricambio fornite in dotazione (se fornite);
  - operazioni di manutenzione programmata consigliate.

La documentazione di cui sopra sarà raccolta in cartelle rilegate e munite di indici ed elenchi numerati per una rapida ed agevole consultazione.

Corsi di istruzione
Dopo il completamento dei lavori, l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione tecnici competenti, per un periodo sufficiente da concordare con la D.L., durante il quale i tecnici operatori della Committente saranno istruiti in merito al funzionamento ed alla manutenzione degli impianti installati.

8.3 OBBLIGHI ED ONERI GENERALI E SPECIALI

Opere accessorie e provvisionali
Salvo differenti indicazioni espresse nel Capitolato speciale d'appalto, debbono intendersi per opere provvisionali comprese nell'appalto, tutte le opere accessorie direttamente connesse all'esecuzione degli impianti, come ad esempio: apertura e chiusura di tracce, fori passanti nei muri e nei pavimenti, muratura di grappe, sostegni e simili, ecc., mentre sono escluse dall'appalto le opere murarie e di specializzazione edile, nonché quelle altre opere di rifinitura in genere, conseguenti ad impianti ultimati, come: ripresa di intonaci, di tinte, ecc. e tutto ciò che non fa parte del ramo d'arte della ditta appaltatrice.
Le prestazioni di ponti e di sostegni di servizio e di ogni altra opera provvisionale occorrente per l'esecuzione degli impianti, devono far carico alla ditta appaltatrice, salvo il caso che per la contemporanea esecuzione delle opere edilizie, le anzidette opere provvisionali già esistano in loco, nel qual caso la ditta appaltatrice potrà fruirne. Il Capitolato speciale d'appalto darà precisazioni al riguardo.

Espropri, servitù, permessi, danni a terzi
Sono a carico dell'Appaltante gli espropri, le servitù, i permessi, mentre restano a carico della ditta appaltatrice i danni dovuti ad inesperienza o negligenza propria o del proprio personale, o ad impropria modalità di esecuzione dei lavori.

Danni di forza maggiore
Nei casi nei quali il Capitolato speciale d'appalto non escluda ogni compenso per danni cagionati da forza maggiore, o quando in esso capitolato non si stabiliscano termini maggiori, questi danni devono essere denunciati immediatamente ed in nessun caso, sotto pena di decadenza, oltre i cinque giorni da quello dell'avvenimento.
Il compenso per quanto riguarda i danni alle opere, é limitato all'importo dei lavori necessari per l'occorrente riparazione valutati ai prezzi ed alle condizioni di contratto.
Nessun compenso é dovuto quando a determinare il danno abbia concorso la colpa della ditta appaltatrice o delle persone delle quali essa é tenuta a rispondere.
Frattanto, la ditta appaltatrice non più, sotto alcun pretesto, sospendere o rallentare l'esecuzione dei lavori, tranne in quelle parti per le quali lo stato delle cose debba rimanere inalterato sino a che non sia eseguito l'accertamento dei fatti, a norma dell'art. 348 della legge sui lavori pubblici.

Lavori provvisori
Saranno pagati a parte, gli eventuali lavori provvisori (come ad esempio: allacciamenti ed installazioni temporanee), ordinati di volta in volta per iscritto dalla Direzione dei lavori, salvo il caso che non sia previsto un compenso a corpo.

Magazzini
Per le opere da eseguire, l'Appaltante metterà a disposizione della ditta appaltatrice i necessari locali, ove esistano, per il deposito dei materiali.
La ditta appaltatrice é tenuta a spostare il magazzino entro il termine assegnato, qualora i locali dovessero essere resi liberi.

Disciplina nel cantiere
La ditta appaltatrice é tenuta ad osservare ed a far osservare al proprio personale la disciplina comune a tutte le maestranze del cantiere. Essa é obbligata ad allontanare quei

suoi dipendenti che al riguardo non fossero bene accetti all'Appaltante, nei termini previsti dall'art. 15 del vigente Capitolato generale di appalto.

Sorveglianza
Nel caso di impianti in fabbricati in costruzione, la sorveglianza dei magazzini messi a disposizione della ditta appaltatrice rientra nella guardiania generale del cantiere.
Per la sorveglianza dei materiali già in opera, l'Appaltante, a richiesta della ditta appaltatrice, disporrà affinché questa possa direttamente provvedervi.

Divieto di cessione di contratto
E' vietato alla ditta appaltatrice di cedere o subappaltare in tutto od in parte l'opera appaltata; potrà solo affidare, previo consenso dell'Appaltante, l'esecuzione di parziali lavori a ditte specializzate, rimanendo però sempre essa responsabile verso l'Amministrazione stessa.

Domicilio della ditta appaltatrice
La ditta appaltatrice ha l'obbligo di comunicare durante il corso del contratto, le variazioni eventuali del proprio domicilio legale.

ONERI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE

Oltre a tutte le spese obbligatorie e prescritte dagli artt. 16 e 17 e 18 del Capitolato Generale del Ministero dei LL.PP. ed a quanto specificato nel presente Capitolato, sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri qui appresso indicati che si intendono compensati nei prezzi dei lavori a misura di cui al precedente art. 2 e ad elenco prezzi:

a) tutte le spese di contratto come spese di registrazione del contratto, diritti e spese contrattuali, contributi a favore della Cassa per gli Ingegneri ed Architetti, ed ogni altra imposta inerente ai lavori, ivi compreso il pagamento dei diritti dell'U.T.C., se ed in quanto dovuti a sensi dei Regolamenti comunali vigenti;
b) le spese per l'adozione di tutti i provvedimenti e di tutte le cautele necessarie per garantire la vita e l'incolumità agli operai, alle persone addette ai lavori ed ai terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati. Ogni responsabilità ricadrà, pertanto, sull'Appaltatore, con pieno sollievo tanto dell'Appaltante quanto del personale da essa preposto alla direzione e sorveglianza;
c) le spese per l'installazione ed il mantenimento in perfetto stato di agibilità e di nettezza di locali o baracche ad uso ufficio per il personale dell'Appaltante, sia nel cantiere che nel sito dei lavori secondo quanto sarà indicato all'atto dell'esecuzione. Detti locali dovranno avere una superficie idonea al fine per cui sono destinati con un arredo adeguato;
d) le spese occorrenti per mantenere e rendere sicuro il transito ed effettuare le segnalazioni di legge, sia diurne che notturne, sulle strade in qualsiasi modo interessate dai lavori;
e) il risarcimento dei danni di ogni genere o il pagamento di indennità a quei proprietari i cui immobili, non espropriati dall'Appaltante, fossero in qualche modo danneggiati durante l'esecuzione dei lavori;
f) le occupazioni temporanee per formazione di cantieri, baracche per alloggio di operai ed in genere per tutti gli usi occorrenti all'Appaltatore per l'esecuzione dei lavori appaltati. A richiesta, dette occupazioni, purché riconosciute necessarie, potranno essere eseguite direttamente dall'Appaltante, ma le relative spese saranno a carico dell'Appaltatore;
g) le spese per esperienze, assaggi e prelevamento, preparazione ed invio di campioni di materiali da costruzione forniti dall'Appaltatore agli Istituti autorizzati di prova

indicati dall'Appaltante, nonché il pagamento delle relative spese e tasse con il carico della osservanza sia delle vigenti disposizioni regolamentari per le prove dei materiali da costruzione in genere, sia di quelle che potranno essere emanate durante il corso dei lavori e così anche durante le operazioni di collaudo dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nell'ufficio della Direzione dei lavori o nel cantiere, munendoli di suggelli a firma del Direttore dei lavori e dell'Appaltatore nei modi può adatti a garantire la autenticità;

h) le spese per l'esecuzione ed esercizio delle opere ed impianti provvisionali, qualunque sia l'entità, che si rendessero necessari sia per deviare le correnti d'acqua e proteggere da essa gli scavi, le murature e le altre opere da eseguire, sia per provvedere agli esaurimenti delle acque stesse, provenienti da infiltrazioni dagli allacciamenti nuovi o già esistenti o da cause esterne, il tutto sotto la propria responsabilità;
i) l'onere per custodire e conservare qualsiasi materiale di proprietà dell'Appaltante, in attesa della posa in opera e quindi, ultimati i lavori, L'onere di trasportare i materiali residuati nei magazzini o nei depositi che saranno indicati dalla Direzione dei lavori;
j) le spese per concessioni governative e specialmente quelle di licenze per la provvista e l'uso delle materie esplosive, come pure quelle occorrenti per la conservazione, il deposito e la custodia delle medesime e per gli allacciamenti idrici ed elettrici;
k) la fornitura, dal giorno della consegna dei lavori, sino a lavoro ultimato, di strumenti topografici, personale e mezzi d'opera per tracciamenti, rilievi, misurazioni e verifiche di ogni genere. Tali progetti (disegni e calcoli) saranno consegnati alla Direzione dei lavori in n. 3 copie, unitamente ad un lucido di tutti gli elaborati.
l) Qualora l'Appaltante fornisse, per determinate opere d'arte o parte di esse, il progetto completo di calcoli statici, la verifica di detti calcoli dovrà essere eseguita dall'Appaltatore. L'Appaltatore perciò dovrà dichiarare, per iscritto prima dell'inizio dei relativi lavori e provviste, di aver preso conoscenza del progetto, averne controllato i calcoli statici a mezzo di ingegnere di sua fiducia (qualora l'Appaltatore stesso non rivesta tale qualità) concordando nei risultati finali e di riconoscere quindi il progetto perfettamente attendibile e di assumere piena ed intera responsabilità tanto del progetto come dell'esecuzione dell'opera;
m) la custodia e la manutenzione di tutte le opere eseguite, in dipendenza dell'appalto, fino alla data di approvazione del certificato di collaudo definitivo. Tale manutenzione comprende tutti i lavori di riparazione dei danni che si verificassero alle opere eseguite e quanto occorre per dare all'atto del collaudo le opere stesse in perfetto stato, rimanendo esclusi solamente i danni prodotti da forza maggiore e sempre che l'Appaltatore ne faccia regolare denuncia;
n) la spesa per la raccolta periodica delle fotografie relative alle opere appaltate, durante la loro costruzione e ad ultimazione avvenuta, che saranno volta per volta richieste dalla Direzione dei lavori. Le fotografie saranno del formato 18x24 e di ciascuna di esse saranno consegnate tre copie in carta al bromuro, unitamente alla negativa. Sul tergo delle copie dovrà essere posta la denominazione dell'opera e la data del rilievo fotografico;
o) la fornitura all'Ufficio tecnico comunale, entro i termini prefissi dallo stesso, di tutte le notizie relative all'impiego della mano d'opera, notizie che dovranno pervenire in copia anche alla Direzione dei lavori.
p) In particolare si precisa che l'Appaltatore ha l'obbligo di comunicare mensilmente al Direttore dei lavori il proprio calcolo dell'importo netto dei lavori eseguiti nel mese, nonché il numero delle giornate-operaio impiegate nello stesso periodo. Il Direttore dei lavori ha il diritto di esigere dall'Appaltatore la comunicazione scritta di tali dati entro il 25 di ogni mese successivo a quello cui si riferiscono i dati. La mancata

ottemperanza dell'Appaltatore alle precedenti disposizioni sarà considerata grave inadempienza contrattuale;

q) oltre quanto prescritto al precedente comma g) relativamente alle prove dei materiali da costruzione, saranno sottoposti alle prescritte prove, nell'officina di provenienza, anche le tubazioni, i pezzi speciali e gli apparecchi che l'Appaltatore fornirà. A tali prove presenzieranno i rappresentanti dell'Appaltante e l'Appaltatore sarà tenuto a rimborsare all'Appaltante le spese all'uopo sostenute.

Quando l'Appaltatore non adempia a tutti questi obblighi, L'Appaltante sarà in diritto - previo avviso dato per iscritto, e restando questo senza effetto, entro il termine fissato nella notifica - di provvedere direttamente alla spesa necessaria, disponendo il dovuto pagamento a carico dell'Appaltatore. In caso di rifiuto o di ritardo di tali pagamenti da parte dell'Appaltatore, essi saranno fatti d'ufficio e l'Appaltante si rimborserà della spesa sostenuta sul prossimo acconto.
Sarà applicata una penale pari al 10% sull'importo dei pagamenti derivati dal mancato rispetto degli obblighi sopra descritti nel caso che ai pagamenti stessi debba provvedere l'Appaltante.
Tale penale sarà ridotta del 5% qualora l'Appaltatore ottemperi all'ordine di pagamento entro il termine fissato nell'atto di notifica.

ONERI A CARICO DELL'ASSUNTORE

E' a carico dell'Assuntore la fornitura in opera di tutti i manufatti necessari per l'esecuzione degli impianti e gli oneri generali connessi, descritti o meno nel presente capitolato.

OPERE A CARICO DELL'INSTALLATORE

L'installatore dovrà garantire che l'impianto sia eseguito a regola d'arte utilizzando materiali idonei (certificati, ovunque possibile, dal marchio di qualità IMQ) e verificare l'efficienza delle parti di impianto eventualmente già esistenti.
Sono a totale carico dell'installatore, sia sotto l'aspetto economico che per quanto riguarda la responsabilità:

- gli oneri di trasferta, trasporto, ecc. di tutto il personale addetto al montaggio, alle prove e ai collaudi, compresa la garanzia;
- il trasporto in cantiere dei materiali;
- lo scarico da automezzo e tiro in opera delle apparecchiature e dei mezzi d'opera;
- l'immagazzinamento in aree da definirsi e la relativa guardiania;
- le opere provvisionali (trabattelli, ponteggi fissi ecc.) necessarie alla posa dei materiali;
- la "pulizia fine" successiva al completamento dei lavori nelle varie zone, onde consentire l'esecuzione delle opere di finitura;
- la pulizia finale con allontanamento di tutti i materiali di risulta;
- il montaggio ed il collegamento in opera delle apparecchiature;
- l'avviamento, la taratura, l'assistenza al collaudo ed il coordinamento di tutti gli interventi in garanzia sino all'esito favorevole del collaudo provvisorio e definitivo;
- l'istruzione del personale del Committente necessario per la manutenzione dell'impianto;
- la fornitura e posa delle targhette;
- l'assistenza ai collaudi degli enti preposti;
- la demolizione ed il rifacimento delle opere che a giudizio della D.L. non risultassero eseguite a perfetta regola d'arte o non conformi al progetto;

- il fissaggio di staffeggi per tubazioni, canali ed apparecchiature.
- fornitura ed installazione degli impianti, dei materiali e delle apparecchiature. In particolare l'appaltatore dovrà essere responsabile dell'esecuzione dei lavori di sua competenza;
- fornitura ed installazione di tutto quanto occorrente per rendere l'impianto perfettamente funzionante, anche se non espressamente citato nella presente relazione di progetto;
- fornitura della documentazione tecnica: disegni di montaggio e cataloghi;
- definizione dell'interferenza dell'impianto elettrico ed eventuale coordinamento con altri impianti presenti nello stabile e con le opere murarie;
- prove di materiali, apparecchiature e componenti degli impianti quando ciò sia richiesto dalla Direzione Lavori in caso di insufficiente documentazione del costruttore o del fornitore;
- campionatura, su richiesta della Direzione Lavori;
- oneri relativi alla consegna dell'impianto;
- pulizia dei locali e smaltimento dei materiali di risulta;
- disegni esecutivi relativi all'impianto realizzato;
- verifiche preliminari;
- **dichiarazione di conformità**: al termine dei lavori la Società Installatrice dovrà rilasciare la “Dichiarazione di Conformità” dell’impianto, attestante che i lavori sono stati eseguiti sulla base del progetto e in osservanza alle vigenti norme e leggi.
- Si ricorda inoltre che ogni qualvolta dovessero essere realizzate modifiche sull’impianto elettrico oppure interventi di manutenzione straordinaria, dovrà essere rilasciata la “Dichiarazione di Conformità” dei lavori eseguiti, accompagnata dall’aggiornamento del Progetto.

ONERI A CARICO DEL COMMITTENTE

Sono a carico del Committente i seguenti oneri:

- l’imposta di registro del contratto di appalto e spese relative;
- l’imposta sul valore aggiunto e l’imposta di bollo eventualmente dovuta sui pagamenti;
- le pratiche, spese, tasse e depositi relative alle pratiche igienico - edilizie, per la licenza di agibilità o abitabilità, per la visita dei Vigili dei Fuoco e delle altre autorità competenti, da effettuarsi per l’utilizzazione definitiva dei fabbricati;
- le pratiche, spese, tasse, depositi e contributi dovuti ai vari Enti per dotare i fabbricati delle utenze definitive di energia elettrica, acqua potabile, gas, telefono, ecc.;
- le competenze professionali inerenti la progettazione, la direzione lavori ed il collaudo delle opere appaltate.

8.4 VERIFICA DELLA SOVRATEMPERATURA DEI QUADRI

Verifica sovratemperatura secondo CEI 17-43

Campo di applicazione (CEI 17-43 § 2)
Il presente metodo si applica ad ANS chiuse in involucri o a scomparti separati di ANS senza ventilazione forzata.

Note:
1. L'influenza dei materiali e lo spessore delle pareti usualmente adottati per gli involucri sulle temperature a regime è trascurabile. Il metodo è perciò applicabile agli involucri in lamiera d'acciaio, in lamiera di alluminio, in ghisa, in materiali isolanti e similari.
2. Per ANS di tipo aperto e con protezione frontale, non è necessaria la determinazione delle sovratemperature qualora sia evidente che le temperature dell'aria non sono suscettibili di eccessivi aumenti.

Oggetto (CEI 17-43 § 3)
Il metodo proposto permette di determinare la sovratemperatura dell'aria all'interno dell'involucro.

Nota:
La temperatura dell'aria interna all'involucro è uguale alla temperatura dell'aria ambiente all'esterno dell'involucro più la sovratemperatura dell'aria interna all'involucro dovuta alla potenza dissipata dall'apparecchiatura installata.
Salvo specificazione contraria, la temperatura dell'aria ambiente all'esterno dell'ANS è la temperatura specificata per ANS per installazione all'interno (valore medio su 24 ore) di 35°C. se la temperatura dell'aria ambiente all'esterno dell'ANS nel luogo di utilizzo supera i 35°C, questa temperatura più elevata è considerata la temperatura dell'aria ambiente dell'ANS.

Condizioni di applicazione (CEI 17-43 § 4)
Questo metodo di calcolo è applicabile solo se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- la ripartizione della potenza dissipata all'interno dell'involucro è sostanzialmente uniforme;
- l'apparecchiatura installata è disposta in modo da non ostacolare, se non in maniera modesta, la circolazione dell'aria;
- l'apparecchiatura installata è prevista per c.c. o per c.a. fino a 60 Hz compresi, con la somma delle correnti dei circuiti di alimentazione non superiore a 3150 A;
- i conduttori che trasportano le correnti elevate e le parti strutturali sono disposti in modo che le perdite per correnti parassite siano trascurabili;
- per gli involucri con aperture di ventilazione, la sezione delle aperture d'uscita dell'aria è almeno 1,1 volte la sezione delle aperture di entrata;
- non ci sono più di tre diaframmi orizzontali nell'ANS o in uno dei suoi scomparti;
- qualora gli involucri con aperture esterne di ventilazione siano suddivisi in celle, la superficie delle aperture esterne di ventilazione in ogni diaframma interno orizzontale deve essere almeno uguale al 50% della sezione orizzontale della cella.

Informazioni necessarie per il calcolo (CEI 17-43 § 5.1)

Per calcolare la sovratemperatura dell'aria all'interno di un involucro sono necessari i seguenti dati:

- dimensioni dell'involucro: altezza/larghezza/profondità;
- tipo di installazione dell'involucro;
- progetto dell'involucro, per esempio con o senza aperture di ventilazione;
- numero di diaframmi orizzontali interni;
- potenze dissipate effettive dell'apparecchiatura installata nell'involucro;
- potenze dissipate effettive (*Pn*) dei conduttori.

Fattore nominale di contemporaneità (CEI 17-13/1 § 4.7)
(Valore K di riferimento per il calcolo delle potenze dissipate)
Il fattore nominale di contemporaneità di una APPARECCHIATURA o di parte di essa avente diversi circuiti principali (per esempio uno scomparto o una frazione di scomparto), è il rapporto tra il valore massimo della somma, in un momento qualsiasi, delle correnti effettive che passano in tutti i circuiti principali considerati e la somma delle correnti nominali di tutti i circuiti principali dell'APPARECCHIATURA o della parte considerata di questa.
Quando il costruttore assegna un fattore nominale di contemporaneità, questo fattore deve essere usato per la prova di sovratemperatura conformemente alla 8.2.1.
Nota: In assenza di informazioni relative ai valori delle correnti effettive, possono essere utilizzati i seguenti valori convenzionali:

Numero di circuiti	**Fattore di contemporaneità**
2 e 3	0,9
4 e 5	0,8
6 e 9 (compreso)	0,7
10 e oltre	0,6

Tali coefficienti sono utilizzati sulle partenze; mentre sugli arrivi si effettua la sommatoria delle $\mathbf{I_n}$ **a valle** e se tale somma è inferiore alla $\mathbf{I_n}$ **del generale** ne si esegue il **rapporto** se no si imposta il valore di **K pari a 1**.

Verifica sovratemperatura secondo CEI 23-51

Campo di applicazione (23-51 § 1.2)
La presente Norma Sperimentale si applica ai quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare realizzati assiemando involucri vuoti, conformi alla Norma Sperimentale CEI 23-49, con dispositivi di protezione ed apparecchi elettrici che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile.

Tali quadri devono essere:

- adatti ad essere utilizzati a temperatura ambiente normalmente non superiore a 25 °C ma che occasionalmente può raggiungere i 35 °C;
- destinati all'uso in corrente alternata con tensione nominale non superiore a440 V;
- con corrente nominale in entrata non superiore a 125 A (vedi Nota 1);
- con corrente presunta di cortocircuito nominale non superiore a 10 kA o protetti da dispositivi di protezione limitatori di corrente aventi corrente di picco limitata non eccedente 17 kA in corrispondenza della corrente presunta di cortocircuito massima ammissibile ai terminali dei circuiti di entrata del quadro;

- destinati ad incorporare apparecchi di protezione e manovra per uso domestico e similare con corrente nominale non superiore a 125 A.

Note:
1. Se il quadro è alimentato da più linee contemporaneamente, tale limite si riferisce alla somma delle correnti entranti.
2. In mancanza di Norme per altri tipi di quadri, la presente Norma può fornire indicazioni per la loro realizzazione purché venga rispettato quanto indicato nel presente paragrafo.

La presente Norma Sperimentale non prende in considerazione gli involucri da parete, da incasso e semiincasso destinati ad apparecchi facenti parte di serie per uso domestico e similare quali ad esempio interruttori elettronici, prese a spina, relè, piccoli interruttori differenziali o differenziali magnetotermici o piccoli interruttori automatici (vedi Norma CEI 23-49).
Si intendono apparecchi facenti parte di serie per uso domestico e similare quelli che si installano nelle scatole di cui alla Norma CEI 23-74.

Fattore di contemporaneità (23-51 § 4.9)
(Valore K di riferimento per il calcolo delle potenze dissipate)
Coefficiente che tiene conto della probabilità che tutti i carichi collegati ai circuiti di uscita possano essere utilizzati contemporaneamente.
Esso si applica ai circuiti di uscita del quadro.
Il fattore di contemporaneità (K) può essere fissato tenendo conto:

- del tipo di utenza (abitazione, ufficio, negozio);
- della natura dei carichi e loro utilizzazione nella giornata;
- del rapporto tra la corrente nominale del quadro (I_{nq}) e la somma delle correnti di tutti gli apparecchi di protezione e manovra in uscita (I_{nu}).

In mancanza di informazioni sui valori effettivi delle correnti in uscita dei circuiti del quadro, si può fare ricorso ai seguenti valori:

Numero di circuiti	Fattore di contemporaneità
2 e 3	0,8
4 e 5	0,7
6 e 9 (compreso)	0,6
10 e oltre	0,5

Quadri con corrente nominale monofase minore o uguale a 32 A (CEI 23-51 § 6.2)
Sui quadri, con corrente nominale monofase minore o uguale a 32 A, si devono effettuare soltanto le verifiche prescritte ai punti 1 e 11 della Tabella 1 di pagina 9 di tale norma.

Nota Nel caso in cui il quadro abbia masse, si deve effettuare anche la prova 9 relativa all'efficienza del circuito di protezione.

9 IMPIANTI SPECIALI ED AUSILIARI

9.1 ESTRATTORE D'ARIA ELETTRICO

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60335-2-80 (CEI 61 - 181).
- CEI 107-53.

L'estrattore previsto dovrà essere del tipo elicoidale da muro, ed avere una portata d'aria nominale di 175 m^3/h. Esso sarà alimentato tramite una presa FM 2P+T/10A a parete posta nei suoi pressi ed un interruttore.
L'estrattore sarà installato nel locale tecnico elettrico dove saranno ubicati i quadri elettrici (QEG – QUPS – QUPS-IS), gli UPS e le apparecchiature di controllo e supervisione dell'impianto TVCC, affinché sia garantita la necessaria circolazione d'aria per mantenere la temperatura interna al locale nei limiti richiesti dalle caratteristiche delle apparecchiature informatiche ed elettroniche.

9.2 IMPIANTO TVCC

Riferimenti normativi

- CEI EN 50132 - 1 (Impianti di allarme – Impianti di sorveglianza TVCC da utilizzare nelle applicazioni di sicurezza – Parte 1: Requisiti di sistema).
- CEI EN 50132 - 7 (Impianti di allarme – Impianti di sorveglianza TVCC da utilizzare nelle applicazioni di sicurezza – Parte 7: Guide di applicazione).

L'installazione dell'impianto televisivo a circuito chiuso, è relativa alle seguenti tre parti fondamentali:

- gli apparati di ripresa
- la rete di connessione
- gli apparati di monitoraggio

Per quanto attiene agli apparati di ripresa si dovrà evitare:

- inquadrature contro sole o forti sorgenti luminose dirette
- inquadrature con forti contrasti di luce
- installazioni su pareti non perfettamente rigide con possibilità di vibrazione

Dovranno inoltre essere prevista un'adeguata illuminazione quando la scena da riprendere non è sufficientemente illuminata.

Per quanto attiene alla rete di connessione si dovrà:

- interporre, tra gli apparati di ripresa e i cavi, scatole di derivazione, al fine di facilitare l'asportazione del complesso di ripresa in caso di manutenzione ed effettuare agevolmente operazioni di messa a punto;
- tenere separati per quanto possibile i vari cavi, almeno quelli di alimentazione a 230 Vca da quelli di trasporto di segnali video;
- utilizzare amplificatori del segnale video prima che la tratta di cavo raggiunga i limiti di lavoro accettabili;
- evitare nel cablaggio zone interessate dalla presenza di forti campi elettromagnetici (solo l'impiego della fibra ottica non crea problemi al riguardo).

Per quanto attiene gli apparati di monitoraggio si dovrà:

- posizionare i monitor in modo che gli schermi non riflettano sorgenti luminose presenti nei locali;
- prevedere circuiti di ventilazione forzata nei quadri di regia, per garantire che gli apparati funzionino nei loro limiti di temperatura.

Descrizione dei componenti previsti per l'impianto TVCC con riferimenti (o similari) di prodotto:

Telecamera Bullet a risoluzione 5MP (2944×1656 pixel) a 20 fps, di tipo Day&Night con filtro IR meccanico, completa di staffa regolabile su tre assi con passaggio cavi e tettuccio parasole, illuminatore IR integrato con portata fino sino a 50m, sensore 1/2,9" CMOS a scansione progressiva, sensibilità 0,01 lx F1.2 con AGC attivo, WDR 120 dB, BLC con zone configurabili, 3D-DNR, ottica varifocale 2.8-12mm motorizzata, algoritmo di compressione H.265+, H.265, H.264+, H.264 con codifica digitale di tipo Triple Stream, standard ONVIF, PSIA e CGI ISAPI, protocolli TCP/IP, ICMP, HTTP, HTTPS, FTP, DHCP, DNS, DDNS, RTP, RTSP, RTCP, PPPoE, NTP, UPnP, SMTP, SNMP, IGMP, 802.1X, QoS, IPv6, Bonjour. Modalità "Rotate" di inquadratura in 9:16. Supporta registrazione locale su scheda MicroSD Card (128GB) e su NAS (NFS, SMB/CIFS). Scheda di rete Ethernet 100 Mbps. Audio/allarme I/O Smart features impostabili: Line crossing detection, intrusion detection, unattended baggage detection, object removal detection e face detection per attivazione della registrazione su NAS, notifica all'NVR Smart per una ricerca avanzata delle registrazioni, notifica al sw di centralizzazione, invio email. Supporta accesso a Hik-Connect. Webserver di tipo multibrowser, heartbeat, alimentazione 12 Vdc oppure PoE 802.3af, 17,5W, temperatura di esercizio da -30°C a +60°C, IP67, IK10. Dimensioni: Φ 144.13 × 332.73 mm. Box per alloggiamento dei cavi.

NVR di tipo Embedded serie, sino a 64 ingressi IP con switch integrato a 16 porte PoE di tipo Plug&Play. Risoluzione dei canali IP sino a 12 Mpixel, banda totale massima in ingresso 160 Mbps, formati H.265/H.264/H.264+/MPEG4. Supporta 1 uscita audio, canale voice talk, n. 2 uscite video HDMI (4K), n.1 uscita video VGA (FullHD), n.16 ingressi allarme, n.4 uscite relè , n.1 USB 2.0 e n.1 USB 3.0, n.2 porta RS485 e RS232, scheda di rete Ethernet 1 Gbps, sino a 128 stream in rete (256 Mbps), web server multibrowser, sino a n.4 HDD SATA di 6 TB cad., alimentatore interno 110-240 Vac, assorbimento 30 W, temperatura di esercizio da -10 a +55°C. Funzioni Smart

Hard disks di 6 TB per uso intensivo per Mbps TVCC.

Monitor professionale di servizio per impianto videosorveglianza, 32 pollici, FHD, formato 16:9, risoluzione 1920X1080, HDMI-DVI-VGA, memoria interna di 8 GB, vesa mount 200X100.

Hub-Switch 16 porte SuperPoE.

Gruppo di continuità UPS Nemo 3 kVA.

Armadio di 42 unità 800x1000x2018 mm completo di multipresa ed accessori, per installazione nel Locale Tecnico Elettrico.

Armadio stradale 730x1185x380 mm, completo di: interruttore sezionatore, SPD, alimentatore industriale Mean Well DR240/48, switch industriale 8 porte PoE, prese di servizio e cablaggio.

Rete in Fibra ottica multimodale armata in acciaio corrugato.

Rete di alimentazione 230 Vac.
Manodopera d'installazione comprensiva di minuterie varie, collegamenti, programmazioni, prove funzionali e collaudi.

Redazione documentazione as-built comprensiva di dichiarazioni di conformità DM 37/2008, tavole planimetriche, schede tecniche e manuali dei prodotti usati.

Fornitura e posa di un palo rastremato h 10 m.

Fornitura ed installazione di basamento per incasso palo - Plinto di circa cm 100x140x140 costituito da blocco di calcestruzzo cementizio titolo 325 dosato a 250 Kg/m^3 reso in opera compreso lo scavo. Cassaforma per l'esecuzione del plinto, tubo in PVC centrale h 80 cm per l'alloggiamento del palo, di diametro non inferiore a 20 cm, fornitura e posa in opera entro il blocco di cls di spezzone di tubazione in PVC Ø 40 mm per il passaggio dei cavi, compresi gli oneri per il dimensionamento del plinto a firma di tecnico abilitato; le dimensioni hanno valore indicativo.

Fornitura e posa di pozzetto di transito, in cls 50x50 cm compreso di chiusino in ghisa lamellare classe C 250.

Realizzazione basamenti in calcestruzzo armato per supporto armadi stradali costituito da blocco in calcestruzzo cementizio R325 dosato a 250 Kg/m^3, inclusi scavo, casseratura e armatura in ferro FeB 44K, avente dimensioni di circa cm 100 x 40 x h 50.

9.3 MAXISCHERMI

Previsti nell'area del Parco Urbano, n. 3 Maxischermi a LED, per trasmettere messaggi ed allerta in caso d'emergenza o situazioni rischiose, ma anche video di formazione, educazione, ed infine di pubblicità (con eventuale ritorno economico).

DESCRIZIONE MAXISCHERMO

Maxischermo LED full color, destinato ad utilizzo outdoor, adatto alla visualizzazione di immagini e video precaricati oppure trasmessi in real time, grazie al controller dedicato ed ai sistemi di funzionamento abbinati, con possibilità di accesso e gestione completamente da remoto. Possibilità di utilizzare un unico controller per più Maxischermi.
Struttura autoportante completa di progetto e certificazioni. Inclusi trasporto ed installazione. Previsto anche un corso di formazione, in modalità telematica, del personale addetto alla gestione dei maxischermi.
Le caratteristiche tecniche dovranno consentire un'applicazione ottimale in ambienti outdoor, con esposizione a sole ed intemperie, soprattutto in aree pedonali, dove il maxischermo comunica messaggi agli spettatori più vicini, con una fruizione ottimale dei contenuti e una risoluzione top per applicazioni outdoor.

Maxischermo LED full color monofacciale outdoor:

- dimensione superfice attiva: lxh 1000x1000 mm;
- caratteristiche e requisiti tecnici LED: SMD RGB passo tra pixel > 3.9 mm > 256*256 pixel reali;
- LED per pixel > 1 (RGB), densità > 65.536 pixel/m^2;
- alta luminosità: >5.000 NIT (cd/mq), regolabile in automatico tramite sensore ambiente;
- vita stimata LED: 100.000 ore;
- distanza minima consigliata per visibilità ottimale: 3 m;
- grado di protezione IP65, idoneo per applicazione all'esterno, resistente alle intemperie, alla ruggine e alle radiazioni solari;
- assorbimento medio previsto di 190 W/m^2, grazie anche al cabinet in alluminio con sistema di dissipazione del calore noiseless (senza ventole).

Il controller PC permette, tramite app dedicata, una gestione da remoto oltre che da PC standard, anche da tablet e smartphone. Inoltre la piattaforma di gestione, collegata al canale di assistenza del fornitore, permette di monitorare il corretto funzionamento dei maxischermi, con report dedicati accessibili in area personale. La stessa piattaforma prevede una predisposizione di connessione, in modo da poter acquistare e vendere spazi pubblicitari.
Le funzioni base del controller potranno essere arricchite tramite un pacchetto di app aggiuntivo. Tramite camera integrata, un'app permette il riconoscimento facciale degli spettatori, con possibilità di mettere in sequenza un messaggio principale rivolto agli spettatori che si soffermano entro un raggio ristretto dal maxischermo, in modo da poter dare comunicazione mirata di una o più informazioni di punta, per poi continuare con play list prescelta. Questa app sarà utilizzata sia a scopo commerciale sia informativo/educativo, in modo da concentrare una o più informazioni che lo spettatore recepirà in primo piano, per poi continuare con il palinsesto della durata desiderata; in contemporanea si può monitorare e acquisire dati aggiuntivi rispetto allo spettatore e alla durata di sosta davanti al palinsesto. Le app possono essere adeguate a funzionalità diverse previste nei progetti custom.
Gestione e controllo locale o remoto tramite internet attraverso piattaforma con massima sicurezza (7 livelli di crittografia) da tablet, smartphone, laptop.
Diagnostica automatica: luminosità, temperature, umidità, funzionamento, segnale input, connessione dati da e verso i pannelli collegati anche per singoli pannelli. WEB CLOUD SYSTEM per gestione di più display tramite FTP server.

1. PIXEL P3.9 SMD2727	
Configurazione Pixel	SMD 3 in 1
Lunghezza d'onda (nm)	R 620; G 525; B 467
Pixel Pitch (mm)	**P3.9mm**
2. MAXISCHERMO	
Densità Pixel/mq	65536
Peso/mq solo Maxischermo (kg)	35 ca.
Spessore solo Maxischermo (mm)	90 ca.
Dimensione finale Maxischermo (mt)	1(B)*1(H)
Risoluzione Maxischermo (pixel)	256*256 Reali
3. PARAMETRI ELETTRICI - QUALITA' DELL' IMMAGINE	

Luminosità	≥ 5000 NIT ca.
Temperature colore (K)	5000 - 9500 (scelta dall'utente)
Contrasto	6000:1
Regolazione luminosità	Manuale/automatica tramite sensore crepuscolare in conformità alle normative vigenti
Angolo di visibilità	Orizzontale: 160°; Verticale: 160°
Distanza min. visibiltà ottimale (mt)	3
Metodo di controllo/aggiornamento	Locale/Remoto
Livelli colore – Livelli grigi	68.7 Billon-281 Trillion 12-16bit
Frequenza aggiornamento (HZ)	≥ 1920 HIGH REFRESH RATE
Software	AT Iplayer+ Altri Supportati da SO Windows
Grado di protezione	IP 65 / IP 54
Temperatura di funzionamento (°C)	-20~ + 50 sistema adeguamento automatico temperature interne alle condizioni ambientali tramite autodiagnostica
Umidità (RH)+ di 90%	+ di 90%
Durata schermo a medio utilizzo	100.000 ore
Manutenzione	Posteriore
Consumo (W)	Max 600, Medio: ≥ 200 ENERGY SAVING SYSTEM!

9.4 HOTSPOT WI-FI

Nell'area della gradonata e d in quella dei campi sportive, saranno installati due hotspot per la diffusione di banda larga tramite un Sistema Wi-Fi di libero accesso, anche se controllato. Il sistema sarà formato sia della parte Hw sia di quella Sw.

Il servizio dovrà essere un sistema che permetterà la connessione ad un hotspot Wi-Fi degli utenti in luoghi pubblici.
Gli utenti potranno registrarsi al sistema in maniera automatica utilizzando diverse modalità: login tramite social network, registrazione tramite una pagina web e registrazione tramite l'invio di un SMS. Il servizio si svolgerà tramite un abbonamento annuale per almeno 200 connessioni simultanee. Al costo di tale abbonamento, si aggiungerà quello, eventuale, degli SMS per l'accesso.
La parte hardware sarà formata da n. 2 router hotspot (dimensionati per raggiungere 500 connessioni) e da n. 2 antenne per la diffusione del segnale wireless (raggio d'azione 250 m).
Il router sarà installato in una cassetta in policarbonato, IP67, fissata alla sommità di un palo in acciaio, h 4 m.
Il collegamento sarà effettuato tramite cavo UTP gigabit ovvero in fibra, se il provider la renderà disponibile presso il Locale Tecnico Elettrico.

FUNZIONALITÀ HOTSPOT DEL WI-FI SERVICE

Il Wi-Fi Service è un'applicazione Web che dovrà consentire di gestire un Hotspot WI-FI in maniera semplice ed economica.
Per utilizzare il software bisognerà registrarsi al servizio e collegare un router wireless compatibile al modem/router del provider. Il funzionamento del sistema non necessiterà di un PC server perché il router wireless si collegherà, tramite internet, al server per ottenere tutte le informazioni necessarie al funzionamento dell'hotspot WI-FI. L'amministrazione del servizio (creazione di utenti, tariffe, vendita di abbonamenti ecc.) potrà essere effettuata collegandosi all'applicativo web tramite un qualsiasi browser.

Il router wireless ha una modalità di accesso WI-FI senza autenticazione, quindi l'utente potrà liberamente collegarsi alla rete WI-FI del router ma non per questo sarà connesso ad internet, infatti non appena l'utente aprirà il browser verrà automaticamente reindirizzato ad una pagina di login (captive portal) grazie alla quale potrà effettuare l'accesso al sistema inserendo le proprie credenziali (login e password o numero del biglietto prepagato).
Se le location utilizzeranno router con firmware DD-WRT o CoovaAP sarà possibile fare in modo che il sistema memorizzi l'elenco delle URL visitate dall'utente durante ogni sessione di navigazione. L'elenco dei siti visitati sarà visualizzabile dalla funzione Analisi Sessioni presente nel menù statistiche del software.

10.1 APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE PER MODULI LED

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60598-1 (Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove) e relative parti 2.
- IEC 62722-2-1 (Prestazione degli apparecchi di illuminazione - Parte 2-1: Prescrizioni particolari per apparecchi LED.

A. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEGLI APPARECCHI

Tipo di alimentazione nominale: 230 Vac.
Classe di isolamento: I e II.
Grado di protezione IP: 65 - 66
Per massima temperatura ambiente: 35°C.
Per installazione su superfici:

X Non combustibili: identificato dal simbolo oppure

A temperatura superficiale limitata:

Altre caratteristiche:

- ❑ Per servizio gravoso
- ❑ Apparecchi con modulo LED sostituibile dall'utilizzatore finale
- X Apparecchi con modulo LED non sostituibile dall'utilizzatore finale
- ❑ Apparecchi con modulo LED non sostituibile (integrato)

B. CARATTERISTICHE DI PRESTAZIONE

Potenza nominale assorbita:
4 - 150 W

Flusso luminoso nominale degli apparecchi:
300 – 16.000 lm

Efficienza degli apparecchi LED:
65 - 127 lm/W

Vita nominale del modulo LED associato e valore di mantenimento del flusso luminoso nominale (Lx)
La vita dei LED viene definita come numero di h per arrivare alla % di flusso dichiarata (esempio L_{70} o L_{80}):
L80 60.000 – 70.000 h

Tasso di guasto del modulo, corrispondente alla vita nominale del modulo nell'apparecchio

In accordo alla norma IEC 62717 il tasso di guasto è fornito in forma disgiunta indicando i valori By (gradual light output depreciation) e Cy (Abrupt Failures Value o AFV). Nel caso in cui la vita del prodotto venga definita come "vita media utile" (Mediand useful life – MUL), nel campo relativo al tasso di guasto dovrà essere indicato il valore B50 e deve essere separatamente specificato il tasso di guasto Cy (o e AFV)

By = 10 % (gradual light output depreciation)
Cy = 50 % (Abrupt Failures Value o AFV)

Indice di resa cromatica (CRI)
80

Temperatura di colore (CCT)
3000°K

Distribuzione luminosa:

X diretta
X semidiretta
❑ mista o diffusa
❑ semi-indiretta
❑ indiretta
❑ proiettore a fascio largo
❑ proiettore a fascio stretto
❑ proiettore simmetrico
X proiettore asimmetrico
❑ apertura del fascio _____ gradi

Codice fotometrico:
830/358 Il codice fotometrico è composto da sei digit e indica i parametri fondamentali della qualità della luce come da esempio:

8	**3**	**0**	/	**3**	**5**	**9**

Tale codice è così composto:

I° digit - Indice di resa cromatica (CRI): La resa cromatica di un modulo LED a luce bianca è l'effetto dell'apparenza dei colori degli oggetti derivante dal confronto conscio o inconscio con il loro colore sotto una fonte luminosa di riferimento.

La classificazione del valore CRI iniziale per il codice fotometrico può essere ottenuto utilizzando i seguenti:

CODICE	Gamma CRI	Proprietà della resa cromatica
6	60-69	SCARSO
7	70-79	DISCRETO
8	80-89	BUONO
9	≥90	OTTIMO

II° e III° digit - Temperatura di colore (CCT) divisa per 100: Es: 4000 K / 100 = 40

IV° digit - Valore iniziale di scostamento nelle coordinate cromatiche in step di ellissi di MacAdam (es: codice 3 = all'interno di 3-step di ellissi di MacAdam)
V° digit – Mantenimento dello scostamento nel tempo delle coordinate cromatiche in step di ellissi di MacAdam (es. codice 5 = all'interno di 5-step di ellissi di MacAdam)
VI° digit – Codice di mantenimento del flusso:
Il flusso luminoso iniziale misurato (valore iniziale) è normalizzato al 100% e utilizzato come punto di partenza per la determinazione della vita del modulo LED. Il flusso luminoso mantenuto è misurato al 25% della vita nominale fino ad un massimo di 6.000 ore ed è espresso come percentuale del valore iniziale.

Mantenimento del flusso luminoso	Codice
> 90	9
> 80	8
> 70	7

APPARECCHI ILLUMINANTI PREVISTI

Gli apparecchi illuminanti previsti per l'illuminazione del Parco Urbano, come meglio illustrato nel paragrafo riguardante i CAM (Criteri Ambientali Minimi), saranno scelti con l'obiettivo del risparmio energetico, mantenendo i limiti dei parametri prestazionali all'interno di quelli stabiliti dai CAM. Per tale ragione saranno scelte lampade del tipo LED.
Quelli previsti dal progetto illuminotecnico sono stati scelti tra quelli che consentano l'ottenimento di tale obiettivo, con la garanzia di essere supportati da certificate Dichiarazioni di Conformità del costruttore.
Quelli qui di seguito elencati pertanto, sono stati scelti, oltre che per i suddetti motivi, anche per le prestazioni consentite dalle curve fotometriche relative. Il riferimento a tali apparecchi è pertanto legato alla necessità di dover utilizzare delle curve fotometriche per il calcolo illuminotecnico, avendo ogni apparecchio delle curve differenti. Resta il fatto che potranno essere scelti altri apparecchi similari, ma che dovrà essere redatto un nuovo progetto con le curve fotometriche relative.

Quelli qui elencati sono gli apparecchi scelti e che sono solo di riferimento per quanto sopra indicato. Negli Allegati sono presenti le **schede tecniche**.

- NEWTON AS 154,5 W, 3000°K, cod. 06NWOB8097CHM4 (n. 4 PALI H 10 m), proiettore in lega di alluminio.
- PATH POLE 1000, 360°, 14W, 3000°K, cod. 06PT3A8495C.
- KOSMOS M TP R1 ST-01, 350 mA, 14,S W, 3000°K + CHELA 06KS2B23930CHM4 + 06KS901CO + PALO h 3,Sm f.t. cod. 01PA0113C (in alternativa Attacco Parete, cod. 06KS905C0 B85-P)
- FIN POLE 1000, 16 W, 3000°K, cod. 06Fl4A9499C.
- FIN INCASSO, 16 W, 3000°K, cod. 06FI1A9499C.
- EKLEIPSIS MEDIUM PARETE, 21 W, 3000°K, cod. 06EK1H2390C.
- FIN-XS-(H) A-D, 4 W, 3000°K, cod. 06FX1B2397C.

10.2 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Riferimenti normativi:

- CEI 64-7 - Impianti elettrici di illuminazione pubblica.
- CEI 11 - 1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI 11 - 4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne.
- CEI EN 62305 CEI 81-10 (1/2/3/4) - Protezione contro i fulmini.
- UNI 11248 - Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche.
- UNI EN 13201-2 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali.
- UNI EN 13201-3 - Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni.
- UNI EN 13201-4 - Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche.
- UNI EN 13032-1 – “Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione”.
- UNI EN 13032-2 – “Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 2: Presentazione dei dati per posti di lavoro in interno e in esterno”.
- UNI 10819 – “Luce e illuminazione. Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso”.

Prescrizioni generali

Per impianto di illuminazione pubblica si intendono gli impianti di illuminazione pertinenti a strade, parcheggi, parchi, giardini, aree per lo sport, illuminazione di monumenti e illuminazione con proiettori di proprietà di soggetti non privati.

L’impianto di illuminazione pubblica sarà eseguito con centri luminosi che utilizzano:

- Proiettori per illuminazione aree sportive.
- Armature per illuminazione stradale.
- Apparecchi artistici per arredo urbano e delle aree verdi.

Al fine di eseguire un corretto dimensionamenti di tutto l’impianto sono necessari:

- Un progetto illuminotecnico (geometria e ubicazione centri luminosi, altezza, calcolo illuminamento, diagrammi isoluminanza, calcolo abbagliamenti)
- Un progetto elettrico (dimensionamento dei componenti, protezioni dai contatti diretti e indiretti, protezione dalle influenze esterne, selettività dei dispositivi di protezione, caratteristiche costruttive, protezione dalle sovratensioni, ecc)
- Un progetto meccanico (caratteristiche dei sostegni, calcolo meccanico dei pali, calcolo delle fondazioni)

PROGETTO ILLUMINOTECNICO:

Il progetto illuminotecnico è un elemento indispensabile per una corretto dimensionamento di tutto l’impianto d’illuminazione. Se lo scopo d’illuminare un parco (area esterna all’aperto) è quello di fornire, mediante illuminazione artificiale, un quantitativo di luce sufficiente ad adempiere al compito visivo, risulta necessaria la redazione di un progetto che, sulla base delle caratteristiche fotometriche dell’apparecchio scelto, ne permetta un corretto posizionamento calcolando l’interdistanza, l’altezza di installazione ed il posizionamento dei centri luminosi. Una progettazione corretta permette inoltre di individuare il corretto numero e potenza dei singoli apparecchi in modo da ottenere valori minimi di consumo energetico rispondendo ai requisiti di efficienza energetica che assumono sempre maggiore rilevanza.

Il progetto deve tenere conto dei seguenti fattori:

a) **Classificazione della strada o dell'area esterna:**
La norma UNI 11248, fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica in base a:
- la tipologia di strada
- la geometria della zona
- l'utilizzazione della strada/area
- l'influenza dell'ambiente circostante
- l'adozione di condizioni di illuminazione più idonee, in base allo stato attuale delle conoscenze, perseguendo anche un uso razionale dell'energia e il contenimento del flusso luminoso disperso

La categoria d'illuminazione determinata è la P (pedonale), e su questa base è stato redatto il progetto illuminotecnico.

b) **Determinazione dei parametri illuminotecnici dell'impianto secondo i parametri di cui alla UNI EN 13201-2.**

c) **Determinazione del numero, interdistanza, altezza di installazione e posizionamento degli apparecchi di illuminazione in base alle griglie di calcolo ed algoritmi della UNI EN 13201-3.**

d) **Verifiche illuminotecniche sull'impianto realizzato secondo le procedure stabilite nella UNI EN 13201-4.**

PROGETTO ELETTRICO:

Il progetto elettrico deve essere redatto tenendo in considerazione le prescrizioni delle norme impianti ed i requisiti di legge applicabili (DM 37/08). In particolare vanno tenuti in considerazione i seguenti aspetti:

In relazione al sistema di alimentazione dei centri luminosi si possono distinguere 3 tipologie di impianto:
- Impianti di illuminazione esterna in derivazione in bassa tensione: Impianti in cui i centri luminosi sono derivati dalla linea di alimentazione in bassa tensione e risultano in parallelo tra loro (Ved. 64-8 sez 714).

Sezionamento e interruzione
All'inizio dell'impianto deve essere installato un interruttore onnipolare adatto al sezionamento.

Protezione contro i sovraccarichi
Gli impianti di illuminazione (in derivazione) si considerano non soggetti a sovraccarico, ma non è esclusa una protezione generale o nei singoli centri luminosi.

Protezione contro i contatti indiretti
Impiego di componenti di classe II oppure, se i componenti sono di classe I, messa a terra secondo la Norma CEI 64-8 e 64-7.

Protezione contro i contatti diretti
Gli impianti devono essere disposti in modo che le persone non possano venire a contatto con le parti in tensione.

Protezione contro i fulmini
In generale non è necessaria – In casi particolari (ad es. torri faro) per la protezione dei sostegni di notevole altezza, si fa riferimento alla norma CEI 81-10.

Condutture di alimentazione:

- I cavi saranno posati in tubi interrati (cavidotti). Saranno di tipo con guaina e idonei alle condizioni d'impiego (FG7OR 0,6/1 kV).
- La posa interrata diretta o indiretta dei cavi con U0/U ≤ 450/750 V è vietata.
- Nel caso di posa di impianto a vista ed esposto agli agenti atmosferici i cavi saranno o con guaina protettiva o posati entro tubi di cui deve essere garantita la tenuta all'acqua nei giunti (ad esempio mediante mastici, silicone o filettatura).

La derivazione di ogni punto luce viene realizzata preferibilmente mediante idonea cassetta protetta e ispezionabile. Laddove la morsettiera dell'apparecchio lo consenta, sarà effettuato un "entra-esci".
I componenti, oltre ad un adeguato grado di protezione IP, devono resistere alle aggressioni atmosferiche.
I comandi sono generalmente centralizzati. Qualora la gestione non sia presidiata, è possibile prevedere l'accensione e lo spegnimento tramite interruttore crepuscolare e/o interruttore orario.

Previsto:

- caduta di tensione max = 4 %
- fattore di potenza ≥ 0,9.

PROGETTO MECCANICO:

Nella scelta dei sostegni, oltre agli aspetti elettrici, bisogna tenere conto dei requisiti meccanici, relativi alla stabilità, sollecitazioni meccaniche, manutenzione, costi di esercizio.

I sostegni previsti sono:

- pali;
- mensole fissate ai muri;
- paline.

I pali per l'illuminazione stradale devono essere provvisti di Marcatura CE rilasciata obbligatoriamente da un Organismo Notificato ai sensi della direttiva 89/106/CEE (prodotti da costruzione).
Per la tipologia, dimensioni, materiali, protezione dalle corrosioni, dimensionamento e stabilità dei pali, si rimanda alle norme UNI EN 40.
La norma UNI EN 40 classifica i pali per illuminazione stradale in:

- pali di acciaio
- pali di leghe di alluminio
- pali di calcestruzzo armato
- pali di altri materiali (in genere di resine poliestere)

CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

L'impianto di illuminazione deve essere realizzato:
- x con lampade LED.
- x apparecchi di illuminazione:
  - x proiettore
  - ❑ armatura
  - x arredo urbano
    - x di classe I
    - x di classe II
    - x con grado IP 65-66
    - x installati su:
      - x pali dritti di altezza fuori terra 3,5-10 m, materiale acciaio o lega leggera
      - ❑ pali a sbraccio di altezza fuori terra ____ m e sbraccio ___ m
      - ❑ corpo edificio
      - x mensole a parete

10.3 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA

L'impianto di illuminazione di emergenza deve assicurare, quando viene a mancare l'alimentazione, l'illuminamento minimo di sicurezza e la segnaletica in modo da mettere in evidenza le uscite e il percorso per raggiungerle.

Riferimenti normativi:
- CEI EN 60598-2-22: Apparecchi di illuminazione - Parte 2-22: Prescrizioni particolari - Apparecchi di emergenza.
- CEI EN 50172: Sistemi di illuminazione di emergenza.
- CEI EN 50171: Sistemi di alimentazione centralizzata.
- UNI EN 1838: Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza.
- UNI 11222: Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo.

L'illuminazione di emergenza si suddivide in:
a) Illuminazione di riserva
b) Illuminazione di sicurezza

Quest'ultima servirà a garantire condizioni di sicurezza come segue:
a) Illuminazione di sicurezza per l'esodo;
b) Illuminazione antipanico.

L'impianto deve essere progettato in conformità alla CEI 64/8, UNI EN 1838 e CEI EN 50172.
L'apparecchio di illuminazione deve essere conforme alla norma CEI EN 60598-2-22 (vedi scheda GC 015).

La sorgente di energia può essere:
- autonoma (contenuta nell' apparecchio di illuminazione)
- centralizzata (conforme a CEI EN 50171)

Al fine di eseguire un corretto dimensionamenti di tutto l'impianto sono necessari:

- un progetto illuminotecnico (geometria e ubicazione degli apparecchi di illuminazione per garantire i requisiti richiesti)
- un progetto elettrico (dimensionamento dei componenti, protezioni dai contatti diretti e indiretti, protezione dalle influenze esterne, selettività dei dispositivi di protezione, ecc.)

Il progetto e la scelta dei prodotti dovrà tenere conto delle successive fasi di manutenzione dell'impianto

Salvo diverse disposizioni legislative[(1)], l'illuminazione di sicurezza deve essere progettata per garantire quanto segue:

[(1)] Elenco dei principali DL in vigore al momento della pubblicazione del presente capitolato (non esaustivo):

- *Decreto Ministeriale n° 236 del 14/06/1989 (Ascensori).*
- *Decreto Ministeriale n° 246 del 16/06/1987 (Edifici residenziali).*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1986-02-01 (Autorimesse).*
- *Decreto del Ministero dei Trasporti del 1988-01-11 (Metropolitane).*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1992-08-26 (Scuole).*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1994-04-09 (Alberghi).*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1996-03-18 (Ambienti sportivi).*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1996-08-19 (Cinema, teatri e pubblico spettacolo).*
- *Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 (Ambienti di lavoro).*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 2002-09-18 (ospedali e strutture sanitarie).*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 2006-02-22 (uffici).*
- *Decreto del Presidente delle Repubblica n. 418 del 1995-06-30 (edifici di interesse storico artistico destinati a biblioteche ed archivi).*
- *Decreto Ministeriale n. 569 del 1992-05-20 (edifici di interesse storico artistico destinati a musei, galleria, esposizioni e mostre).*
- *DM 28.02.2014 (strutture turistico-ricettive in aria aperta).*

Illuminazione di sicurezza (UNI EN 1838)

a) Illuminazione di sicurezza per l'esodo

L'illuminamento orizzontale al suolo lungo la linea centrale della via di esodo, non deve essere minore di 1 lx.
Il rapporto tra illuminamento massimo e minimo sulla linea centrale della via di esodo, non deve essere maggiore di 40:1.
L'abbagliamento debilitante deve essere contenuto limitando l'intensità luminosa degli apparecchi di illuminazione all'interno del campo visivo.
La durata minima (autonomia) dell'illuminazione di sicurezza nelle vie di esodo deve essere 1 h.
Nella progettazione di un impianto di illuminazione di emergenza, gli apparecchi devono essere posizionati almeno in corrispondenza o prossimità di:

- ogni porta di uscita prevista per l'uso in emergenza
- scale, in modo che ogni rampa riceva luce diretta
- ogni cambio di livello
- sulle uscite di sicurezza indicate ed in corrispondenza dei segnali di sicurezza

- ogni cambio di direzione
- ogni intersezione di corridoi
- ogni uscita e immediatamente all'esterno
- ogni punto di pronto soccorso
- ogni dispositivo antincendio e punto di chiamata

b) Illuminazione antipanico

Deve essere prevista una illuminazione antipanico, tra gli altri, in locali aperti al pubblico di dimensioni superiori a 60 m^2 (altre indicazione sono contenute nella norma CEI EN 50172). L'illuminamento orizzontale al suolo non deve essere minore di 0,5 lx. Il rapporto tra illuminamento massimo e minimo non deve essere maggiore di 40:1. L'abbagliamento debilitante deve essere contenuto limitando l'intensità luminosa degli apparecchi di illuminazione all'interno del campo visivo. La durata minima (autonomia) dell'illuminazione di sicurezza nelle vie di esodo deve essere 1 h.

Segnali di sicurezza

I segnali di sicurezza devono essere conformi alla direttiva 92/58/CEE (DLgs. 81/2008) ed essere muniti di un'immagine grafica che prescrive un determinato comportamento comprensibile a tutti.
I pittogrammi saranno illuminati internamente e dovranno rispettare requisiti di uniformità delle luminanze come segue:

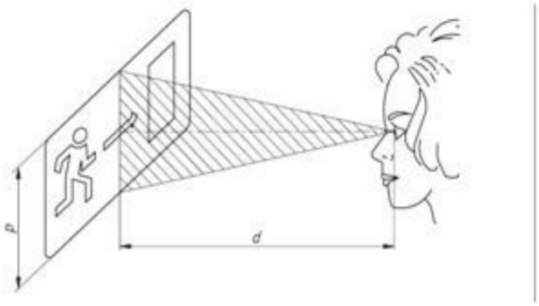
- Il rapporto tra la luminanza L_{bianco} e la luminanza L_{colore} non deve essere minore a 5:1 e non deve essere maggiore di 15:1
- Il rapporto tra luminanza massima e luminanza minima, in ogni area bianca o di colore di sicurezza, non deve essere maggiore di 10:1. Le verifiche devono essere effettuate secondo l'appendice A della norma UNI EN 1838.

Gli apparecchi saranno del tipo ad accensione permanente (sempre accesi).
Le dimensioni dei pittogrammi devono essere selezionate per consentire una corretta individuazione e visibilità. Salvo diverse indicazioni di legge, la distanza di visibilità (vedere figura) deve essere determinata utilizzando la formula seguente:

d = s × p

Dove:

***d**: è la distanza di visibilità*
***p**: è l'altezza del pittogramma*
***s**: è una costante pari a 100 per segnali illuminati esternamente e pari a 200 per segnali illuminati internamente*



Verifiche e manutenzione

La manutenzione deve essere programmata ed effettuata in conformità alla norme UNI 11222.
L'impianto deve essere controllato:

- Una volta al mese, per il funzionamento e settimanalmente per i sistemi di inibizione e per le sorgenti centralizzate.
- Annuale (consigliata ogni sei mesi), per l'autonomia di impianto.
- Ogni 4 anni (consigliato ogni 2 anni) una revisione dell'impianto deve essere prevista (sostituzione batterie e lampade usurate).
- Gli interventi devono essere registrati su un apposito registro dei controlli periodici.

Allegato A - Caratteristiche per la realizzazione di un impianto di emergenza:

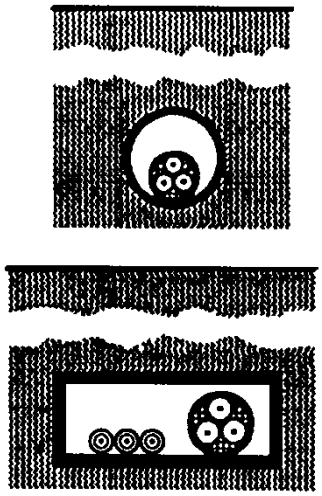
Classificazione dell'illuminazione:

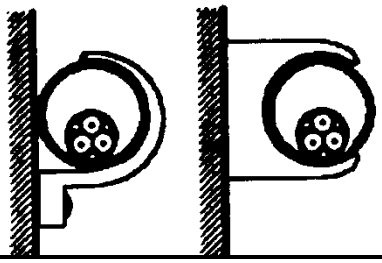
- Illuminazione di emergenza.
- Illuminazione di sicurezza per l'esodo:
  - Illuminazione antipanico.
  - Illuminazione di segnalazione.

Tempo di ricarica: 12 h.
Tipo di sorgente di alimentazione: autonomo. Parte degli apparecchi d'illuminazione normale sono alimentati da UPS costantemente, restando accesi in caso di mancanza di tensione. Sono indicati con IS sul disegno planimetrico dell'Impianto elettrico di progetto.

Autonomia: 1 h.
Grado di protezione degli apparecchi: IP 65.
Tipo di illuminazione: Permanente. Lampada di 18 W.
Possibilità di inibizione: Senza inibizione a distanza.
Modo di riposo: Senza modo di riposo.
Possibilità di autodiagnosi: Con autodiagnosi locale in ogni apparecchio.

1 APPENDICE 1: TIPOLOGIE DI POSA DEI CAVI

CEI 64-8/5 n. 61		*Cavi multipolari o unipolari con guaina in tubi protettivi interrati od in cunicoli interrati*

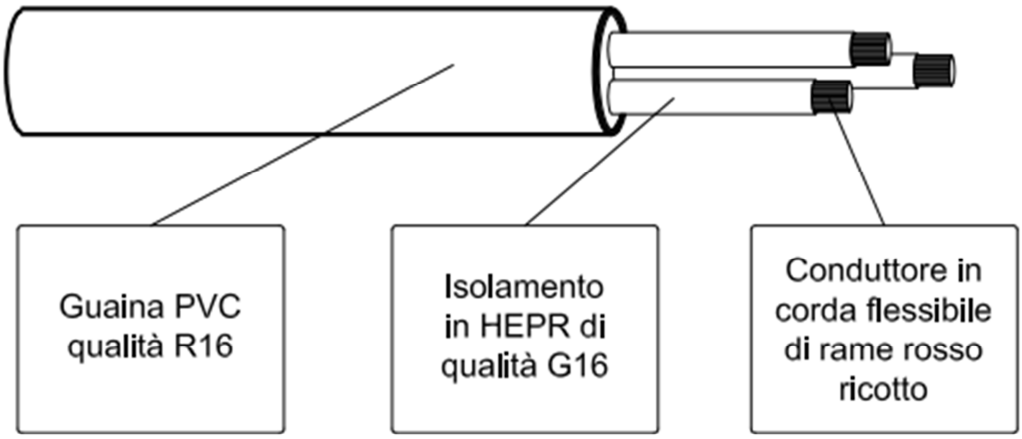
CEI 64-8/5 n. 3A		*Cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti*

FG16(O)R16

FG16(O)R16 - Cca-s3,d1,a3

Cavi per energia e segnalazioni flessibili per posa fissa, isolati in gomma etilenpropilenica alto modulo di qualità G16, non propaganti l'incendio a ridotta emissione di gas corrosivi.

CEI 20-13 / 20-22 II / 20-35 (EN50265) / 20-37 pt.2 / 20-52
TABELLE UNEL 35375 - 35376 - 35377



Tensione nominale U_0/U	0,6 / 1 kV
Tensione massima U_m	1,2 kV
Temperatura massima di esercizio	90 °C
Temperatura massima corto circuito	250 °C

Oggetto della presente RT è la realizzazione di un parco pubblico e, quindi, dell'illuminazione pubblica ancorché ciclo-pedonale di tale area.
Quanto descritto in seguito ha l'obiettivo di rendere tale realizzazione conforme alla normativa (norme e legislazione) attualmente vigente e cogente.

Ai sensi dell'art. 34 del D.Lgs. 50/2016 recante "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale" si provvede ad inserire nella documentazione progettuale e di gara pertinente, le specifiche tecniche e le clausole contrattuali contenute nei decreti di riferimento agli specifici CAM.

Criteri ambientali minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose e apparecchi per illuminazione pubblica - Decreto 27 settembre 2017 (Supplemento ordinario alla G.U. n. 244 del 18 ottobre 2017)

Le indicazioni contenute in questo articolo consistono sia in richiami alla normativa ambientale sia in suggerimenti finalizzati alla razionalizzazione degli acquisti ed alla più efficace utilizzazione dei CAM negli appalti pubblici.
Per ogni criterio ambientale sono indicate le "verifiche", ossia la documentazione che l'offerente o il fornitore è tenuto a presentare per comprovare la conformità del prodotto o del servizio al requisito cui si riferisce, ovvero i mezzi di presunzione di conformità che la stazione appaltante può accettare al posto delle prove dirette.

Fermo restando che un impianto di illuminazione deve garantire agli utenti i necessari livelli di sicurezza e comfort luminoso (qualità della visione e sicurezza), la stazione appaltante deve tener conto dell'esigenza di:

- contenere i consumi energetici;
- ridurre l'inquinamento luminoso e la luce molesta;
- aumentare la vita media dei componenti e quindi ridurre gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria;
- affidare il progetto, l'installazione e la gestione dei componenti e degli impianti a personale qualificato;
- rendere più efficace la gestione utilizzando ogniqualvolta possibile un sistema automatico di telegestione e telecontrollo.

I criteri ambientali definiti in questo documento rappresentano il livello minimo delle prestazioni ambientali da raggiungere.

SORGENTI LUMINOSE PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA
Specifiche tecniche - Criteri di base

Efficienza luminosa e indice di posizionamento cromatico dei moduli LED
I moduli LED devono raggiungere, alla potenza nominale di alimentazione (ovvero la potenza assorbita dal solo modulo LED) le seguenti caratteristiche:

Efficienza luminosa del modulo LED completo di sistema ottico (il sistema ottico è parte integrante del modulo LED) [lm/W]	Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico (il sistema ottico non fa parte del modulo LED) [lm/W]
≥95	≥110

Inoltre, per evitare effetti cromatici indesiderati, nel caso di moduli a luce bianca (Ra >60), i diodi utilizzati all'interno dello stesso modulo LED devono rispettare una o entrambe le seguenti specifiche:

- una variazione massima di cromaticità pari a Δu'v' ≤ 0,004 [(8)] misurata dal punto cromatico medio ponderato sul diagramma CIE 1976;
- una variazione massima pari o inferiore a un ellisse di MacAdam a 5-step [(9)] sul diagramma CIE 1931.

[(8)] ANSI C78 377-2011
[(9)] CEI EN 60081

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica del modulo LED, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto) che in particolare deve fornire:
-- i valori dell'efficienza luminosa,
-- il posizionamento cromatico del modulo LED,
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.
Le misure debbono essere effettuate secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 13032-4 ed essere conformi alla normativa specifica del settore quale EN 62717.
Nel caso in cui non esista un test di prova standardizzato (UNI, EN, ISO) il richiedente deve fornire evidenze ottenute da organismi di valutazione della conformità (laboratori), accreditati per lo stesso settore o per settori affini o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente, applicando un metodo di prova interno e il metodo utilizzato deve essere descritto in dettaglio (metodo di campionamento, limiti di rilevazione, campo di misura, incertezza di misura, ecc.) in modo da rendere possibile la verifica dell'esattezza e affidabilità del metodo adottato.

Fattore di mantenimento del flusso luminoso e Tasso di guasto dei moduli LED
Per ottimizzare i costi di manutenzione i moduli LED debbono presentare, coerentemente con le indicazioni fornite dalla norma EN 62717 e s.m.i., alla temperatura di funzionamento t_p e alla corrente tipica di alimentazione più alta (condizioni più gravose), le seguenti caratteristiche:

Fattore di mantenimento del flusso luminoso	Tasso di guasto (%)
L_{80} per 60000 h di funzionamento	B_{10} per 60000 h di funzionamento

in cui:
L_{80}: flusso luminoso nominale maggiore o uguale all'80% del flusso luminoso nominale iniziale
B_{10}: Tasso di guasto inferiore o uguale al 10%

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica del modulo LED, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto) indicando le metodologie di prova, che devono essere conformi a quanto indicato nella norma EN e/o le astrazioni statistiche impiegate.
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.

Rendimento degli alimentatori per moduli LED
Gli alimentatori per moduli LED devono avere le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale del modulo LED P [W]	Rendimento dell'alimentatore [%]
P <=10	70
10 < P <=25	75
25 < P <=50	83
50 < P <=60	86
60 < P <= 100	88
100 < P	90

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica degli alimentatori, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto).
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.

Nel caso in cui non esista un test di prova standardizzato (UNI, EN, ISO) il richiedente deve fornire evidenze ottenute da organismi di valutazione della conformità (laboratori), accreditati per lo stesso settore o per settori affini o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente, applicando un metodo di prova interno e il metodo utilizzato deve essere descritto in dettaglio (metodo di campionamento, limiti di rilevazione, campo di misura, incertezza di misura, ecc.) in modo da rendere possibile la verifica dell'esattezza e affidabilità del metodo adottato.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.

Efficienza luminosa di sorgenti luminose di altro tipo
Le sorgenti luminose diverse dalle lampade ad alogenuri metallici, da quelle al sodio ad alta pressione e dai moduli o diodi LED debbono rispettare almeno le seguenti caratteristiche:

Resa cromatica	Efficienza luminosa [lm/W]
$R_{a \leq} 60$	≥ 80
$R_{a \geq} 60$	≥ 75

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica degli alimentatori, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto) indicando le metodologie di prova.
Nel caso in cui non esista un test di prova standardizzato (UNI, EN, ISO) il richiedente deve fornire evidenze ottenute da organismi di valutazione della conformità (laboratori), accreditati per lo stesso settore o per settori affini o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente, applicando un metodo di prova interno e il metodo utilizzato deve essere descritto in dettaglio (metodo di campionamento, limiti di rilevazione, campo di misura, incertezza di misura, ecc.) in modo da rendere possibile la verifica dell'esattezza e affidabilità del metodo adottato.

Informazioni sui moduli LED
Nei casi in cui la fornitura è esclusivamente riferita ai Moduli LED ed è separata da una contestuale fornitura del relativo apparecchio di illuminazione, oltre a quelle già previste dai precedenti criteri, l'offerente deve fornire per i moduli LED le seguenti informazioni:

- dati tecnici essenziali (riferimento EN 62031): marca, modello, corrente tipica (o campo di variazione) di alimentazione (I), tensione (o campo di variazione) di alimentazione (V), frequenza, potenza (o campo di variazione) di alimentazione in ingresso, potenza nominale (W), indicazione della posizione e relativa funzione o schema del circuito, valore di tc (massima temperatura ammessa), tensione di lavoro massima, classificazione per rischio fotobiologico (se diverso da GR0 o GR1) ed eventuale distanza di soglia secondo le specifiche del IEC TR 62778;
- temperatura del modulo t_p (°C), ovvero temperatura al punto t_p cui sono riferite tutte le prestazioni del modulo LED; punto di misurazione ovvero posizione ove misurare la temperatura t_p nominale sulla superficie dei moduli LED;

- flusso luminoso nominale emesso dal modulo LED (lm) in riferimento alla temperatura del modulo t_p (°C), e alla corrente di alimentazione (I) del modulo previste dal progetto;
- efficienza luminosa (lm/W) iniziale dal modulo LED alla temperatura t_p (°C) e alla temperatura t_c (°C);
- campo di variazione della temperatura ambiente prevista dal progetto (minima e massima);
- Fattore di potenza o cos φ per ogni valore di corrente previsto;
- criteri/normativa di riferimento per la determinazione del fattore di mantenimento del flusso a 60'000 h;
- criteri/normativa di riferimento per la determinazione del tasso di guasto a 60'000 h;
- indice di resa cromatica (R_a);
- nei casi in cui è fornito insieme col modulo, i parametri caratteristici dell'alimentatore elettronico;
- se i moduli sono dotati di ottica, rilievi fotometrici, sotto forma di documento elettronico (file)
- standard normalizzato (tipo "Eulumdat", IESNA 86, 91, 95 ecc.);
- se i moduli sono dotati di ottica, rapporti fotometrici redatti in conformità alla norma EN 13032 (più le eventuali parti seconde applicabili) emessi da un organismo di valutazione della conformità (laboratori) accreditato o che opera sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente;
- dichiarazione del legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità dell'offerente che il rapporto di prova si riferisce a un campione tipico della fornitura e/o che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura (da non confondere con l'incertezza di misura) per tutti i parametri considerati.

Tali informazioni relative al solo modulo **non** devono essere fornite se il modulo stesso è fornito come componente dell'apparecchio di illuminazione. In tale caso infatti le informazioni relative all'apparecchio comprendono anche le prestazioni della sorgente.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dei moduli LED, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto).
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.

Informazioni sugli alimentatori
Oltre a quelle già previste dai precedenti criteri, l'offerente deve fornire per gli alimentatori le seguenti informazioni:

- dati tecnici essenziali: marca, modello, dimensioni, tensione in ingresso, frequenza in ingresso, corrente in ingresso e rendimento nominale. Per gli apparecchi a scarica dovranno essere indicate anche le lampade compatibili,
- fattore di potenza per ogni valore di corrente previsto,
- lunghezza massima del cablaggio in uscita,
- temperatura di funzionamento,
- temperatura del contenitore - case temperature tc,

- temperatura ambiente o il campo di variazione della temperatura (minima e massima),
- eventuali valori di dimensionamento oltre ai valori previsti dalle norme per l'immunità, rispetto alle sollecitazioni derivanti dalla rete di alimentazione,
- per alimentatori dimmerabili: campo di regolazione del flusso luminoso, relativa potenza assorbita e fattore di potenza per ogni valore di corrente previsto,
- per alimentatori telecontrollati: soppressione RFI e armoniche sulla rete, protocollo e tipologia di comunicazione.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica degli alimentatori, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto).
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.

Informazioni relative a installazione, manutenzione e rimozione delle lampade a scarica ad alta intensità, dei moduli LED e degli alimentatori.
L'offerente deve fornire, per ogni tipo di lampada a scarica ad alta intensità / modulo LED, oltre a quanto richiesto da:
- Regolamento 245/2009 CE, allegato III punto 1.3 come modificato dal Regolamento (CE) N.347/2012 (unicamente per lampade a scarica),
- Regolamento UE 1428/2015 del 25 agosto 2015 che modifica il regolamento (CE) n. 244/2009 della Commissione in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile delle lampade non direzionali per uso domestico e il regolamento (CE) n. 245/2009 della Commissione per quanto riguarda le specifiche per la progettazione ecocompatibile di lampade fluorescenti senza alimentatore integrato, lampade a scarica ad alta intensità e di alimentatori e apparecchi di illuminazione in grado di far funzionare tali lampade, e che abroga la direttiva 2000/55/CE del Parlamento europeo e del Consiglio e il regolamento (UE) n. 1194/2012 della Commissione in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile delle lampade direzionali, delle lampade con diodi a emissione luminosa e delle pertinenti apparecchiature;
- Regolamento 1194/2012 UE, tabella 5 più Tabelle 1 e 2 e s. m. e i. (per sistemi LED direzionali),
- normativa specifica, quale IEC 62717 (unicamente per moduli LED),
almeno le seguenti informazioni:
- istruzioni per installazione ed uso corretti,
- istruzioni di manutenzione per assicurare che la lampada/ il modulo LED conservi, per quanto possibile, le sue caratteristiche iniziali per tutta la durata di vita,
- istruzioni per la corretta rimozione e smaltimento.

L'offerente deve fornire, per ogni tipo di alimentatore, anche le seguenti informazioni:
- istruzioni per installazione ed uso corretti,
- istruzioni di manutenzione,
- istruzioni per la corretta rimozione e smaltimento.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dei prodotti o altra adeguata documentazione tecnica del fabbricante).

Garanzia
L'offerente deve fornire garanzia totale, per tutti i prodotti, valida per almeno 3 anni, a partire dalla data di consegna all'Amministrazione, nelle condizioni di progetto, esclusi atti vandalici, danni accidentali o altre condizioni eventualmente definite nel contratto.
Nel caso di **moduli LED** il periodo di garanzia di cui sopra è di **5 anni**.
Nel caso di alimentatori (di qualsiasi tipo) il periodo di garanzia di cui sopra è di **5 anni**.
Le condizioni generali di garanzia debbono essere definite dall'Amministrazione coerentemente con le proprie aspettative ed esigenze.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante idoneo certificato di garanzia firmato dal proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità. Si presumono conformi al requisito i prodotti in possesso di un marchio di Tipo I che comprenda il rispetto di questo requisito.

SORGENTI LUMINOSE PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA
Specifiche tecniche - Criteri premianti

Efficienza luminosa e indice di posizionamento cromatico dei moduli LED
Vengono assegnati punti premianti ai moduli LED che, alla potenza nominale di alimentazione (ovvero la potenza assorbita dal solo modulo LED), raggiungono le seguenti prestazioni:

Efficienza luminosa del modulo LED completo di sistema ottico (il sistema ottico è parte integrante del modulo LED) [lm/W]	Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico (il sistema ottico non fa parte del modulo LED) [lm/W]
≥ 105	≥ 120

Punti premianti vengono assegnati, per moduli a luce bianca (Ra > 60), se i diodi utilizzati all'interno di uno stesso modulo LED presentano una o entrambe le seguenti caratteristiche:
- una variazione massima di cromaticità pari a Δu'v' ≤ 0,003 misurata dal punto cromatico medio ponderato sul diagramma CIE 1976;
- una variazione massima pari o inferiore a un ellisse di MacAdam a 4-step sul diagramma CIE 1931.

Altri punti premianti vengono assegnati se il valore del mantenimento nel tempo dello scostamento delle coordinate cromatiche (colour consistency) a 6.000 h rispetta una o entrambe le seguenti specifiche:
- una variazione massima di cromaticità pari a Δu'v' ≤ 0,007 misurata dal punto cromatico medio ponderato sul diagramma CIE 1976;
- una variazione massima pari o inferiore a un ellisse di MacAdam a 7-step sul diagramma CIE 1931.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica del modulo LED, altra documentazione tecnica

del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto) che in particolare deve fornire:
-- i valori dell'efficienza luminosa,
-- il posizionamento cromatico del modulo LED,
-- il valore di mantenimento nel tempo dello scostamento delle coordinate cromatiche.
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.
Le misure debbono essere conformi alle definizioni ed ai principi generali indicati dalla norma UNI 11356 e alle indicazioni di natura tecnica derivate da normativa specifica del settore quale EN 62717.

Bilancio materico
Viene attribuito un punteggio premiante pari a "5" per la redazione di un bilancio materico relativo all'uso efficiente delle risorse impiegate per la realizzazione e manutenzione dei manufatti e/o impiegati nel servizio oggetto del bando.

Verifica: La relazione deve comprendere una quantificazione delle risorse materiche in input ed in output (fine vita dei manufatti) andando ad indicare la presunta destinazione dei materiali giunti a fine vita (a titolo di esempio riciclo, valorizzazione energetica, discarica, ecc.) o oggetto della manutenzione. Relativamente alla quantificazione materica devono inoltre essere indicate le tipologie di materiali impiegati (a titolo di esempio acciaio, vetro, alluminio, plastica, ecc.). Nel caso di componenti di cui non è di facile reperimento la composizione originaria (a titolo di esempio schede elettroniche, cavi, cablaggi, ecc.), è opportuno indicare almeno le quantità, le tipologie e il peso dei singoli elementi.
La relazione deve comprendere una parte descrittiva dell'impianto e delle modalità di gestione delle risorse in fase di installazione e manutenzione oltre ad una tabella che ne presenti la quantificazione dell'uso delle risorse in input e in output.
E' facoltà del concorrente coinvolgere una o più aziende della filiera oggetto della realizzazione dei manufatti di cui al bando.

Garanzia
Vengono assegnati punti premianti all'offerente che, per tutti i prodotti, offre garanzia totale, valida a partire dalla data di consegna all'Amministrazione, di durata superiore di almeno un anno a quella prevista nel corrispondente criterio di base.
Vengono assegnati punti premianti all'offerente che garantisce per gli alimentatori un tasso di guasto per 50.000 h di funzionamento inferiore al 12%.
Le condizioni generali di garanzia debbono essere definite dall'Amministrazione coerentemente con le proprie aspettative ed esigenze.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante idoneo certificato di garanzia firmato dal proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità. Si presumono conformi al requisito i prodotti in possesso di un marchio di Tipo I che comprenda il rispetto di questo requisito.
Nel caso in cui non esista un test di prova standardizzato (UNI, EN, ISO) il richiedente deve fornire evidenze ottenute da organismi di valutazione della conformità (laboratori), accreditati per lo stesso settore o per settori affini o che operano sotto regime di sorveglianza da parte

di un ente terzo indipendente, applicando un metodo di prova interno e il metodo utilizzato deve essere descritto in dettaglio (metodo di campionamento, limiti di rilevazione, campo di misura, incertezza di misura, ecc.) in modo da rendere possibile la verifica dell'esattezza e affidabilità del metodo adottato.

CLAUSOLE CONTRATTUALI

Criteri di base

Dichiarazione di conformità UE e conformità ai requisiti tecnici
Ai fini del presente documento un modulo LED completo di ottica e sistema di alimentazione è equivalente ad un apparecchio di illuminazione.
Nel caso di installazione, in impianti e/o apparecchi esistenti, di componenti (quali ad esempio sorgenti luminose o ausiliari di comando e regolazione) che non rispettano le specifiche tecniche del produttore dell'apparecchio, il fabbricante originario dell'apparecchio non sarà responsabile della sicurezza e degli altri requisiti derivanti dalle direttive applicabili. Di conseguenza l'installatore deve emettere una nuova dichiarazione UE per gli apparecchi modificati e messi in servizio, comprensivi dei relativi fascicoli tecnici a supporto, secondo quanto previsto dalla normativa in vigore.
L'appaltatore deve verificare altresì l'esistenza di eventuali requisiti brevettuali (es. proprietà intellettuale) e, nel caso, il loro rispetto. La dichiarazione di conformità UE deve contenere almeno le seguenti informazioni:

- nome e indirizzo del fabbricante o del mandatario che rilascia la dichiarazione (ed il numero di identificazione dell'organismo notificato qualora il modulo applicato preveda l'intervento di un ente terzo);
- identificazione del prodotto (nome, tipo o numero del modello ed eventuali informazioni supplementari quali numero di lotto, partita o serie, fonti e numero di articoli);
- tutte le disposizioni del caso che sono state soddisfatte;
- norme o altri documenti normativi seguiti (ad esempio norme e specifiche tecniche nazionali) indicati in modo preciso, completo e chiaro;
- data di emissione della dichiarazione;
- firma e titolo o marchio equivalente del mandatario;
- dichiarazione secondo la quale la dichiarazione di conformità UE viene rilasciata sotto la totale responsabilità del fabbricante ed eventualmente del suo mandatario;
- dichiarazione di conformità UE della fornitura a tutti i requisiti tecnici previsti, firmata dal legale responsabile dell'offerente.

L'offerente deve assicurare il ritiro ed il trattamento a norma di legge delle lampade e dei moduli LED sostituiti dai prodotti forniti (rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche - RAEE).
Ove richiesto, l'offerente deve assicurare anche il ritiro ed il trattamento a norma di legge di RAEE storici esistenti presso la stazione appaltante.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante dichiarazione del legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità resa nelle forme appropriate. La verifica del mantenimento dell'impegno avviene in corso di contratto con la presentazione della dichiarazione di conformità UE aggiornata. In particolare, chi esegue le modifiche su prodotti esistenti deve fornire i rapporti di prova richiesti all'interno dei fascicoli tecnici previsti dalla dichiarazione di conformità UE ovvero dalla normativa applicabile.

Gestione dei rifiuti elettrici ed elettronici
L'offerente deve garantire la raccolta, il trasporto, il trattamento adeguato, il recupero e smaltimento ambientalmente compatibile delle sorgenti luminose, classificate come RAEE professionali secondo quanto previsto dagli artt. 13 e 24 del D.Lgs. 14 marzo 2014, n. 49, dal D.Lgs 152/2006 e s.m.i.
Ove richiesto, l'offerente deve assicurare anche il ritiro ed il trattamento a norma di legge di RAEE storici esistenti presso la stazione appaltante.
Riguardo al ritiro dei rifiuti di pile e accumulatori, l'offerente si impegna ad osservare le disposizioni di cui al D.Lgs. 188/2008 e s. m. i.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante dichiarazione del legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità resa nelle forme appropriate. La verifica del mantenimento dell'impegno avviene in corso di contratto.

APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA
Specifiche tecniche - Criteri di base

Sorgenti luminose e alimentatori per apparecchi di illuminazione
Si applicano le specifiche tecniche relative alle sorgenti luminose e agli alimentatori.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto).
NOTA: per apparecchi di illuminazione a LED, che si distinguono in apparecchi di Tipo A, ovvero apparecchi che utilizzano moduli LED per i quali la conformità con la EN 62717 è stata provata, e apparecchi di Tipo B, ovvero apparecchi che utilizzano moduli LED per i quali la conformità con la EN 62717 non è stata provata, si applica quanto segue:
- per gli apparecchi di illuminazione del Tipo A, vale la documentazione fornita dal costruttore del modulo LED e/o del LED package;
- per gli apparecchi di Tipo B, vale la documentazione fornita dal costruttore dell'apparecchio di illuminazione in quanto i dati indicati sono riferiti al modulo LED verificato nelle condizioni di funzionamento nell'apparecchio.

Tale documentazione, che può consistere in datasheet, rapporti di prova riferiti al LM80, ecc. dei singoli package, deve essere prodotta secondo i criteri di trasferibilità dei dati di cui alla EN 62722-2-1 e EN 62717.

Apparecchi per illuminazione stradale
Gli apparecchi per lluminazione stradale si intendono tutti quegli apparecchi destinati ad illuminare ambiti di tipo stradale. Tali apparecchi devono avere, oltre alla Dichiarazione di conformità UE, almeno le seguenti caratteristiche:

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP65
IP vano cablaggi	IP55
Categoria di intensità luminosa	≥ G*2
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK06

Resistenza alle sovratensioni	4 kV

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto) che deve comprendere rapporti fotometrici redatti in conformità alle norme UNI EN 13032-1, UNI EN 13032-2 e UNI EN 13032-4, per quanto applicabili.
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.
Il mezzo di prova deve consentire di valutare la conformità del materiale elettrico ai requisiti delle direttive europee applicabili ai fini della Dichiarazione di conformità UE e la conformità alle norme CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 55015 e EN 61547.
Nel caso di apparecchi di illuminazione con sorgente LED si deve inoltre dimostrare il soddisfacimento delle norme relative all'unità elettronica di alimentazione per moduli LED (EN 61347-1, EN 61347-2-13, EN 62384).

Apparecchi per illuminazione di grandi aree, rotatorie, parcheggi
Per apparecchi per illuminazione di grandi aree, rotatorie, parcheggi, si intendono tutti quegli apparecchi destinati ad illuminare grandi aree, incroci o rotatorie o comunque zone di conflitto, oppure ad illuminare zone destinate a parcheggio.
Tali apparecchi devono avere, oltre alla Dichiarazione di conformità UE, almeno le seguenti caratteristiche:

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP55
IP vano cablaggi	IP55
Categoria di intensità luminosa	>= G*2
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK06
Resistenza alle sovratensioni	4 kV

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto) che deve comprendere rapporti fotometrici redatti in conformità alle norme UNI EN 13032-1, UNI EN 13032-2 e UNI EN 13032-4, per quanto applicabili.
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione

tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.
Il mezzo di prova deve consentire di valutare la conformità del materiale elettrico ai requisiti delle direttive europee applicabili ai fini della Dichiarazione di conformità UE e la conformità alle norme CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 55015 e EN 61547.
Nel caso di apparecchi di illuminazione con sorgente LED si deve inoltre dimostrare il soddisfacimento delle norme relative all'unità elettronica di alimentazione per moduli LED (EN 61347-1, EN 61347-2-13, EN 62384).

Apparecchi per illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, percorsi ciclabili, aree ciclo-pedonali
Per apparecchi per illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, percorsi ciclabili, aree ciclopedonali, si intendono tutti quegli apparecchi destinati ad illuminare aree pedonali o ciclabili.
Tali apparecchi devono avere, oltre alla Dichiarazione di conformità UE, almeno le seguenti caratteristiche:

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP55
IP vano cablaggi	IP55
Categoria di intensità luminosa	≥ G*2
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK06
Resistenza alle sovratensioni	4 kV

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto) che deve comprendere rapporti fotometrici redatti in conformità alle norme UNI EN 13032-1 UNI EN 13032-2 e UNI EN 13032-4, per quanto applicabili.
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.
Il mezzo di prova deve consentire di valutare la conformità del materiale elettrico ai requisiti delle direttive europee applicabili ai fini della Dichiarazione di conformità UE e la conformità alle norme CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 55015 e EN 61547.
Deve inoltre dimostrare il soddisfacimento delle norme relative all'unità elettronica di alimentazione per moduli LED (EN 61347-1, EN 61347-2-13, EN 62384).

Apparecchi per illuminazione di aree verdi

Per apparecchi per illuminazione di aree verdi si intendono tutti quegli apparecchi destinati ad illuminare aree verdi o giardini (non classificabili secondo UNI 13201-2). Tali apparecchi devono avere, oltre alla Dichiarazione di conformità UE, almeno le seguenti caratteristiche:

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP55
IP vano cablaggi	IP55
Categoria di intensità luminosa	≥ G*3
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK07
Resistenza alle sovratensioni	4 kV

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto) che deve comprendere rapporti fotometrici redatti in conformità alle norme UNI EN 13032-1, UNI EN 13032-2 e UNI EN 13032-4, per quanto applicabili.
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.
Il mezzo di prova deve consentire di valutare la conformità del materiale elettrico ai requisiti delle direttive europee applicabili ai fini della Dichiarazione di conformità UE e la conformità alle norme CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 55015 e EN 61547.
Deve inoltre dimostrare il soddisfacimento delle norme relative all'unità elettronica di alimentazione per moduli LED (EN 61347-1, EN 61347-2-13, EN 62384).

Apparecchi artistici per illuminazione di centri storici
Per apparecchi artistici per illuminazione di centri storici si intendono apparecchi con spiccata valenza estetica diurna e design specifico per l'ambito di illuminazione considerato (come ad esempio lanterne storiche, ecc.) destinati ad illuminare aree di particolare pregio architettonico ed urbanistico ad esempio all'interno dei centri storici (zona territoriale omogenea «A») o aree di «interesse culturale» (diverse classificazioni possibili). Tali apparecchi devono avere, oltre alla Dichiarazione di conformità UE, almeno le seguenti caratteristiche:

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP55
IP vano cablaggi	IP55
Categoria di intensità luminosa	≥ G*2
Resistenza alle sovratensioni	4 kV

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto) che deve comprendere rapporti fotometrici redatti in conformità alle norme UNI EN 13032-1 UNI EN 13032-2 e UNI EN 13032-4, per quanto applicabili.
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.
Il mezzo di prova deve consentire di valutare la conformità del materiale elettrico ai requisiti delle direttive europee applicabili ai fini della Dichiarazione di conformità UE e la conformità alle norme CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 55015 e EN 61547. Deve inoltre dimostrare il soddisfacimento delle norme relative all'unità elettronica di alimentazione per moduli LED (EN 61347-1, EN 61347-2-13, EN 62384).

Altri apparecchi di illuminazione
Tutti gli apparecchi che non ricadono nelle definizioni di cui agli articoli precedenti, devono avere, oltre alla Dichiarazione di conformità UE, almeno le seguenti caratteristiche:

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP55
IP vano cablaggi	IP55
Resistenza alle sovratensioni	4 kV

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto) che deve comprendere rapporti fotometrici redatti in conformità alle norme UNI EN 13032-1 UNI EN 13032-2 e UNI EN 13032-4, per quanto applicabili.
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.
Il mezzo di prova deve consentire di valutare la conformità del materiale elettrico ai requisiti delle direttive europee applicabili ai fini della Dichiarazione di conformità UE e la conformità alle norme CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 55015 e EN 61547. Deve inoltre dimostrare il soddisfacimento delle norme relative all'unità elettronica di alimentazione per moduli LED (EN 61347-1, EN 61347-2-13, EN 62384).

Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione

Con riferimento alla tabella che segue, gli apparecchi d'illuminazione debbono avere l'indice IPEA*[12] maggiore o uguale a quello della classe C fino all'anno 2019 compreso, a quello della classe B fino all'anno 2025 compreso e a quello della classe A, a partire dall'anno 2026. Gli apparecchi d'illuminazione impiegati nell'illuminazione stradale, di grandi aree, rotatorie e parcheggi debbono avere l'indice IPEA* maggiore o uguale a quello della classe B fino all'anno 2019 compreso, a quello della classe A+ fino all'anno 2021 compreso, a quello della classe A++ fino all'anno 2023 compreso, a quello della classe A+++ a partire dall'anno 2024.

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica apparecchi illuminanti	IPEA*
An+	IPEA* >= 1,10 + (0,10 x n)
A++	1,30 <=IPEA*<1,40
A+	1,20 <=IPEA*<1,30
A	1,10 <=IPEA*<1,20
B	1,00 <=IPEA*<1,10
C	0,85 <=IPEA*<1,00
D	0,70 <=IPEA*<0,85
E	0,55 <=IPEA*<0,70
F	0,40 <=IPEA*<0,55
G	IPEA*<0,40

(12) L'indice IPEA* è definito in modo diverso dall'indice IPEA, di cui al decreto del Ministero dell'Ambiente del 23 dicembre 2013, per tener conto dell'evoluzione normativa e tecnologica.

L'indice IPEA* che viene utilizzato per indicare la prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione è definito come segue:

$$IPEA^{*} = \frac{\eta_a}{\eta_r}$$

con η_a **= efficienza globale dell'apparecchio di illuminazione**, che si calcola come segue

$$\eta_a = \frac{\Phi_{app} \cdot Dff}{P_{app}} [lm/W]$$

in cui:

Φ_{app} (lm) flusso luminoso nominale inziale emesso dall'apparecchio di illuminazione nelle condizioni di utilizzo di progetto e a piena potenza,

P_{app} (W) potenza attiva totale assorbita dall'apparecchio di illuminazione intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.); tale potenza è quella che l'apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete);

Dff frazione del flusso emesso dall'apparecchio di illuminazione rivolta verso la semisfera inferiore dell'orizzonte (calcolata come rapporto fra flusso luminoso diretto verso la semisfera inferiore e flusso luminoso totale emesso), cioè al di sotto dell'angolo di 90°

e con **η_r = efficienza globale di riferimento**, i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di apparecchio di illuminazione, nelle tabelle che seguono:

Illuminazione stradale	
Potenza nominale della lampada P [W]	Efficienza globale di riferimento η_r [lm/W]
P<=65	73
65<P<=85	75
85<P<=115	83
115<P<=175	90
175<P<=285	98
285<P<=450	100
450<P	100

Illuminazione di grandi aree, rotatorie, parcheggi*	
Potenza nominale della lampada P [W]	Efficienza globale di riferimento □r [lm/W]
P<=65	70
65<P<=85	70
85<P<=115	70

115<P<=175	72
175<P<=285	75
285<P<=450	80
450<P	83

(*) Per gli apparecchi che ricadano nella categoria “altri apparecchi di illuminazione” occorre fare riferimento alla presente tabella

Illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, percorsi ciclabili, aree ciclo-pedonali	
Potenza nominale della lampada P [W]	Efficienza globale di riferimento □$_r$ [lm/W]
P<=65	75
65<P<=85	80
85<P<=115	85
115<P<=175	88
175<P<=285	90
285<P<=450	92
450<P	92

Illuminazione di aree verdi	
Potenza nominale della lampada P [W]	Efficienza globale di riferimento □$_r$ [lm/W]
P<=65	75
65<P<=85	80
85<P<=115	85
115<P<=175	88
175<P<=285	90
285<P<=450	92
450<P	92

Illuminazione di centro storico con apparecchi di illuminazione artistici[13]	
Potenza nominale della lampada P [W]	Efficienza globale di riferimento □$_r$ [lm/W]
P<=65	60

65<P<=85	60
85<P<=115	65
115<P<=175	65
175<P<=285	70
285<P<=450	70
450<P	75

(13) Per apparecchi di illuminazione artistico si intendono apparecchi con spiccata valenza estetica diurna e design specifico per l'ambito di illuminazione considerato; tali apparecchi sono utilizzati in numero limitato in installazioni di particolare pregio architettonico ed urbanistico ad esempio all'interno dei centri storici.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante una relazione scritta del produttore e/o dal progettista in cui sia descritta in sintesi la tipologia dell'apparecchio di illuminazione e siano indicati i relativi valori di IPEA* e di efficienza globale dell'apparecchio di illuminazione, corredata dalla pertinente documentazione tecnica fornita dalle case costruttrici, importatrici e fornitrici.

Flusso luminoso emesso direttamente dall'apparecchio di illuminazione verso l'emisfero superiore
Fermo restando il rispetto delle altre specifiche tecniche definite in questo documento, gli apparecchi di illuminazione devono essere scelti ed installati in modo da assicurare che il flusso luminoso eventualmente emesso al di sopra dell'orizzonte rispetti i limiti indicati nella tabella che segue.

	LZ1	**LZ2**	**LZ3**	**LZ4**
Illuminazione stradale	U1	U1	U1	U1
Illuminazione di grandi aree, rotatorie, parcheggi	U1	U2	U2	U3
Illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, percorsi ciclabili, aree ciclopedonali e Illuminazione di aree verdi	U1	U2	U3	U4
Illuminazione di centro storico con apparecchi artistici	U2	U3	U4	U5

In cui le zone sono definite come segue:

LZ1: ZONE DI PROTEZIONE
Zone protette e zone di rispetto come definite e previste dalla normativa vigente. Sono ad esempio aree dove l'ambiente naturale potrebbe essere seriamente danneggiato da qualsiasi tipo di luce artificiale ovvero aree nei dintorni di osservatori astronomici nazionali in cui l'attività di ricerca potrebbe essere compromessa dalla luce artificiale notturna.
Queste zone devono essere preferibilmente non illuminate da luce artificiale o comunque la luce artificiale deve essere utilizzata solo per motivi legati alla sicurezza.
LZ2: ZONE A BASSO CONTRIBUTO LUMINOSO
(Aree non comprese nella LZ1 e non comprese nelle Zone A, B o C del PRG)
Aree rurali o comunque dove le attività umane si possono adattare a un livello luminoso dell'ambiente circostante basso.

LZ3: ZONE MEDIAMENTE URBANIZZATE
(Aree comprese nelle Zone C del PRG)
Aree urbanizzate dove le attività umane sono adattate a un livello luminoso dell'ambiente circostante medio, con una bassa presenza di sorgenti luminose non funzionali o non pubbliche.
LZ4: ZONE DENSAMENTE URBANIZZATE
(Aree comprese nelle Zone A e B del PRG)
Aree urbanizzate dove le attività umane sono adattate a un livello luminoso dell'ambiente generalmente alto, con una presenza di sorgenti luminose non funzionali o non pubbliche.
La categoria di illuminazione zenitale (U) di ciascun apparecchio di illuminazione è definita sulla base del valore più alto tra quelli dei parametri UH e UL come nel seguito definiti:

	U1 (lm)	U2 (lm)	U3 (lm)	U4 (lm)	U5 (lm)
UH	<=40	<=120	<=200	<=300	<=500
UL	<=40	<=100	<=150	<=200	<=250

Per la definizione degli angoli solidi sopra riportati viene utilizzata la seguente classificazione:

- UL (Up Low): questa zona comprende gli angoli steriradianti fra 90° e 100° verticali e 360° orizzontali. Questa parte contribuisce a larga parte dell'inquinamento luminoso, in assenza di ostacoli e se osservata da grandi distanze;
- UH (Up High): questa zona comprende gli angoli steriradianti fra 100° e 180° verticali e 360° orizzontali. Questa parte contribuisce all'inquinamento luminoso sopra le città.

Quanto sopra non esclude che esistano Leggi Regionali che prescrivono valori ancora più restrittivi di flusso luminoso emesso direttamente dall'apparecchio di illuminazione verso l'emisfero superiore; in tal caso le Amministrazioni sono tenute ad applicare tali norme più restrittive in materia di inquinamento luminoso.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto) che deve comprendere rapporti fotometrici redatti in conformità alle norme UNI EN 13032-1 UNI EN 13032-2 e UNI EN 13032-4, per quanto applicabili.
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.

Fattore di mantenimento del flusso luminoso e Tasso di guasto per apparecchi di illuminazione a LED
Per ottimizzare i costi di manutenzione i moduli LED debbono presentare, coerentemente con le indicazioni fornite dalla norma EN 62717 e s.m. e i., le seguenti caratteristiche alla temperatura di funzionamento t_p e alla corrente tipica di alimentazione:

Fattore di mantenimento del flusso luminoso	Tasso di guasto (%)
L_{80} per 60000 h di funzionamento	B_{10} per 60000 h di funzionamento

Legenda:

L_{80}: flusso luminoso nominale maggiore o uguale all'80% del flusso luminoso nominale iniziale per una vita nominale di 60000 h,

B_{10}: Tasso di guasto inferiore o uguale al 10% per una vita nominale di 60000 h

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale scheda tecnica della lampada, altra documentazione tecnica del fabbricante o una relazione di prova di un organismo riconosciuto) indicando le metodologie di prova e/o le astrazioni statistiche impiegate.
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.

Sistema di regolazione del flusso luminoso
Se le condizioni di sicurezza dell'utente lo consentono, gli apparecchi di illuminazione debbono essere dotati di un sistema di regolazione del flusso luminoso conforme a quanto di seguito indicato:

- il sistema di regolazione, ogniqualvolta possibile, deve:

- essere posto all'interno dell'apparecchio di illuminazione,
- funzionare in modo autonomo, senza l'utilizzo di cavi aggiuntivi lungo l'impianto di alimentazione;

i regolatori di flusso luminoso devono rispettare le seguenti caratteristiche
(per tutti i regolatori di flusso luminoso)
- Classe di regolazione = A1 (Campo di regolazione, espresso come frazione del flusso luminoso nominale da 1,00 a minore di 0,50),

(per i soli regolatori centralizzati di tensione)
- Classe di rendimento: R1 (>= 98%),
- Classe di carico: L1 (scostamento di carico Δl <=2, con carico pari al 50% del carico nominale e con il regolatore impostato in uscita alla tensione nominale),
- Classe di stabilizzazione Y1 (Su <= 1%, percentuale riferita al valore nominale della tensione di alimentazione)

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica del sistema di regolazione, altra

documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto) indicando le metodologie di prova e/o le astrazioni statistiche impiegate in accordo con quanto previsto dalla norma UNI 11431.
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.
Nel caso in cui non esista un test di prova standardizzato (UNI, EN, ISO) il richiedente deve fornire evidenze ottenute da organismi di valutazione della conformità (laboratori), accreditati per lo stesso settore o per settori affini o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente, applicando un metodo di prova interno e il metodo utilizzato deve essere descritto in dettaglio (metodo di campionamento, limiti di rilevazione, campo di misura, incertezza di misura, ecc.) in modo da rendere possibile la verifica dell'esattezza e affidabilità del metodo adottato.
Nei casi in cui i sistemi di regolazione sono dotati o si interfacciano con sistemi di telegestione o telecontrollo, la conformità sarà dimostrata applicando le norme CEI/EN pertinenti. Saranno altresì accompagnati da documentazione tecnica del produttore dei dispositivi di telegestione o telecontrollo, attestante la conformità alla direttiva RED 2014/53/UE, se la tecnologia di comunicazione è in Radio Frequenza, o alla serie di norme EN 50065 nelle loro parti che sono applicabili, se la tecnologia di comunicazione è ad onde convogliate.

Informazioni / Istruzioni relative agli apparecchi di illuminazione a LED
L'offerente deve presentare per ogni tipo di apparecchio di illuminazione a LED, a seconda dei casi e secondo quanto specificato per ciascuna tipologia di apparecchio (Tipo A - apparecchi che utilizzano moduli LED per i quali la conformità con la EN 62717 è stata provata, Tipo B - apparecchi che utilizzano moduli LED per i quali la conformità con la EN 62717 non è stata provata), almeno le seguenti informazioni:

- per gli apparecchi di illuminazione del Tipo A, i dati tecnici relativi al modulo LED associato all'apparecchio di illuminazione secondo la documentazione fornita dal costruttore del modulo LED e/o del LED package (es. datasheet, rapporto di prova riferito al LM80): marca, modello, corrente tipica (o campo di variazione) di alimentazione (I), tensione (o campo di variazione) di alimentazione -(V), frequenza, potenza (o campo di variazione) di alimentazione in ingresso, potenza nominale (W), indicazione della posizione e relativa funzione o schema del circuito, valore di tc (massima temperatura ammessa), tensione di lavoro massima, eventuale classificazione per rischio fotobiologico, grado di protezione (IP), indicazione relativa a moduli non sostituibili o non sostituibili dall'utilizzatore finale.Per gli apparecchi di Tipo B non è dunque necessario fornire le specifiche informazioni relative al modulo a sè stante, ma i dati indicati precedentemente per il Tipo A saranno riferiti al modulo LED verificato nelle condizioni di funzionamento nell'apparecchio. La documentazione fornita dal costruttore dell'apparecchio di illuminazione potrà riferirsi a datasheet, rapporto di prova riferito al LM80, ecc. dei singoli package e sarà prodotta secondo i criteri di trasferibilità dei dati di cui alla EN 62722-2-1 e EN 62717;
- potenza nominale assorbita dall'apparecchio di illuminazione a LED (W), alla corrente di alimentazione (I) del modulo LED prevista dal progetto;

- flusso luminoso nominale emesso dall'apparecchio di illuminazione a LED (lm) a regime, alla temperatura ambiente considerata e alla corrente di alimentazione (I) del modulo LED previste dal progetto;
- efficienza luminosa (lm/W) iniziale dell'apparecchio di illuminazione a LED alla temperatura ambiente considerata e alla corrente di alimentazione (I) del modulo previste dal progetto;
- vita nominale del modulo LED associato, indicazione del mantenimento del flusso luminoso iniziale Lx e del tasso di guasto Bx (informazioni previste nei criteri precedenti);
- criteri/normativa di riferimento per la determinazione del fattore di mantenimento del flusso a 60.000 h (informazioni previste nei criteri precedenti);
- criteri/normativa di riferimento per la determinazione del tasso di guasto a 60.000 h (informazioni previste nei criteri precedenti); indice di resa cromatica (Ra);
- rapporti fotometrici redatti in conformità alla norma EN13032, più le eventuali parti seconde applicabili, emessi da un organismo di valutazione della conformità (laboratori) accreditato o che opera sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente;
- informazioni e parametri caratteristici dell'alimentatore elettronico dell'apparecchio di illuminazione;
- rilievi fotometrici degli apparecchi di illuminazione, sotto forma di documento elettronico (file) standard normalizzato (tipo "Eulumdat", IESNA 86, 91, 95 ecc.);
- identificazione del laboratorio che ha effettuato le misure, nominativo del responsabile tecnico e del responsabile di laboratorio che firma i rapporti di prova;
- istruzioni di manutenzione per assicurare che l'apparecchio di illuminazione a LED conservi, per quanto possibile, la sua qualità iniziale per tutta la durata di vita;
- istruzioni di installazione e uso corretto;
- istruzioni per l'uso corretto del sistema di regolazione del flusso luminoso;
- istruzioni per la corretta rimozione e smaltimento;
- identificazione di componenti e parti di ricambio;
- foglio di istruzioni in formato digitale;
- istruzioni per la pulizia in funzione del fattore di mantenimento dell'apparecchio di illuminazione.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto).
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.
Il possesso di certificazione ENEC emessa da un ente terzo indipendente costituisce mezzo di presunzione di conformità rispetto ai parametri pertinenti.

Documento elettronico (file) di interscambio delle caratteristiche degli apparecchi di illuminazione
Questo criterio si applica a partire dal 1/1/2018.
L'offerente deve fornire un documento elettronico (file) in linguaggio marcatore tipo XML utilizzabile in importazione e/o esportazione tra diversi DBMS (Data Base Management

Systems) contenente almeno le seguenti informazioni relative agli apparecchi di illuminazione:

- descrizione e codice identificativo del prodotto,
- dati della sorgente luminosa,
- dati del laboratorio fotometrico,
- matrice fotometrica,
- dati della scheda tecnica richiesti dal presente documento,
- classificazione IPEA*.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio fornendo in sede di gara, su specifico supporto elettronico, un documento elettronico (file) con le caratteristiche e le informazioni richieste, presentate in modo che siano immediatamente individuabili.

Trattamenti superficiali

Rispetto ai trattamenti superficiali gli apparecchi d'illuminazione devono avere le seguenti caratteristiche:

- i prodotti utilizzati per i trattamenti non devono contenere:

- Le sostanze soggette a restrizione per gli usi specifici di cui all'art.67 del Regolamento (CE) n. 1907/2006 presenti in Allegato XVII (restrizioni in materia di fabbricazione, immissione sul mercato e uso di talune sostanze, miscele e articoli pericolosi).
- In concentrazioni maggiori a 0,1% p/p, le sostanze incluse nell'elenco delle sostanze candidate di cui all'art. 59 del Regolamento (CE) n.1907/2006 (ovvero le sostanze identificate come estremamente preoccupanti) e le sostanze di cui all'art. 57 del medesimo Regolamento europeo (ovvero le sostanze incluse nell'allegato XIV "Elenco delle sostanze soggette ad autorizzazione") iscritte nell'elenco entro la data di pubblicazione del bando di gara.
- Le sostanze o le miscele classificate o classificabili, ai sensi del Regolamento (CE) n.1272/2008 relativo alla classificazione, etichettatura e imballaggio delle sostanze e delle miscele, con le seguenti indicazioni di pericolo:
- cancerogeni, mutageni o tossici per la riproduzione, categorie 1A, 1B e 2 (H340, H341, H350, H350i, H351, H360F, H360D, H361f, H361d, H360FD, H361fd, H360Fd, H360Df)
- tossicità acuta, categorie 1 e 2 (H300, H304, H310, H330)
- pericoloso per l'ambiente acquatico (H400, H410, H411)

- la verniciatura deve:

- avere sufficiente aderenza,
- essere resistente a nebbia salina; corrosione; luce (radiazioni UV); .umidità.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante o una relazione di prova di un organismo riconosciuto).

Per quanto riguarda l'aderenza della vernice e la sua resistenza deve essere fatto riferimento alle norme tecniche di seguito elencate ed ai relativi aggiornamenti:

- per l'aderenza della vernice: UNI EN ISO 2409
- per la resistenza della verniciatura a
  - nebbia salina: ASTMB 117-1997
  - corrosione: UNI ISO 9227 in camera nebbia salina (NSS)
  - radiazioni UV: ISO 11507

- umidità: UNI EN ISO 6270-1

I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente. L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.

Garanzia

L'offerente deve fornire garanzia totale, per tutti i prodotti, valida per almeno **5 anni** a partire dalla data di consegna all'Amministrazione, relativa alle caratteristiche e specifiche tecniche ed alle funzioni degli apparecchi nelle condizioni di progetto, esclusi atti di vandalismo o danni accidentali o condizioni di funzionamento anomale dell'impianto da definire nel contratto.

La garanzia deve includere anche il funzionamento del sistema di regolazione del flusso luminoso, ove presente. Per lo stesso periodo l'offerente deve garantire la disponibilità delle parti di ricambio.

Le condizioni generali di garanzia debbono essere definite dall'Amministrazione coerentemente con le proprie aspettative ed esigenze.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante idoneo certificato di garanzia firmato dal proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità. Si presumono conformi al requisito i prodotti in possesso di un marchio di Tipo I che comprenda il rispetto di questo requisito.

APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Specifiche tecniche - Criteri premianti

Sorgenti luminose e alimentatori per apparecchi di illuminazione

Si applicano le specifiche tecniche premianti relative alle sorgenti luminose

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto)

NOTA: per apparecchi di illuminazione a LED, che si distinguono in apparecchi di Tipo A, ovvero apparecchi che utilizzano moduli LED per i quali la conformità con la EN 62717 è stata provata, e apparecchi di Tipo B, ovvero apparecchi che utilizzano moduli LED per i quali la conformità con la EN 62717 non è stata provata, si applica quanto segue:

per gli apparecchi di illuminazione del Tipo A, vale la documentazione fornita dal costruttore del modulo LED e/o del LED package;

per gli apparecchi di Tipo B, vale la documentazione fornita dal costruttore dell'apparecchio di illuminazione in quanto i dati indicati sono riferiti al modulo LED verificato nelle condizioni di funzionamento nell'apparecchio. Tale documentazione, che può consistere in data-sheets, rapporti di prova riferiti al LM80, ecc. dei singoli packages, deve essere prodotta secondo i criteri di trasferibilità dei dati di cui alla EN 62722-2-1 e EN 62717.

Apparecchi per illuminazione stradale

Fermo restando il rispetto degli altri requisiti di cui alla corrispondente specifica tecnica, vengono assegnati punti premianti agli apparecchi d'illuminazione posti in installazioni al centro della strada, che hanno almeno le seguenti caratteristiche:

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP66
IP vano cablaggi	IP65
Categoria di intensità luminosa	>= G*3
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK07
Resistenza alle sovratensioni	6kV

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto) che deve comprendere rapporti fotometrici redatti in conformità alle norme UNI EN 13032-1 UNI EN 13032-2 e UNI EN 13032-4, per quanto applicabili.
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.
Il mezzo di prova deve consentire di valutare la conformità del materiale elettrico ai requisiti delle direttive europee applicabili ai fini della Dichiarazione di conformità UE e la conformità alle norme CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 55015 e EN 61547. Deve inoltre dimostrare il soddisfacimento delle norme relative all'unità elettronica di alimentazione per moduli LED (EN 61347-1, EN 61347-2-13, EN 62384).

Apparecchi per illuminazione di grandi aree, rotatorie, parcheggi
Fermo restando il rispetto degli altri requisiti di cui alla corrispondente specifica tecnica, vengono assegnati punti premianti agli apparecchi d'illuminazione che hanno almeno le seguenti caratteristiche:

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP65
IP vano cablaggi	IP65
Categoria di intensità luminosa	>= G*3
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK07
Resistenza alle sovratensioni	6kV

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto) che deve comprendere rapporti fotometrici redatti in conformità alle norme UNI EN 13032-1 UNI EN 13032-2 e UNI EN 13032-4, per quanto applicabili.

I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.
Il mezzo di prova deve consentire di valutare la conformità del materiale elettrico ai requisiti delle direttive europee applicabili ai fini della Dichiarazione di conformità UE e la conformità alle norme CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 55015 e EN 61547.
Deve inoltre dimostrare il soddisfacimento delle norme relative all'unità elettronica di alimentazione per moduli LED (EN 61347-1, EN 61347-2-13, EN 62384).

Apparecchi d'illuminazione di aree verdi
Fermo restando il rispetto degli altri requisiti di cui alla corrispondente specifica tecnica, vengono assegnati punti premianti agli apparecchi d'illuminazione di aree verdi che hanno almeno le seguenti caratteristiche:

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP65
IP vano cablaggi	IP65
Categoria di intensità luminosa	>= G*4
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK08
Resistenza alle sovratensioni	6kV

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto) che deve comprendere rapporti fotometrici redatti in conformità alle norme UNI EN 13032-1 UNI EN 13032-2 e UNI EN 13032-4, per quanto applicabili.
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati. I valori indicati nella tabella devono essere soddisfatti considerando le tolleranze di fabbricazione o di fornitura indicate dal costruttore o, in mancanza, da riferimenti normativi.
Il mezzo di prova deve consentire di valutare la conformità del materiale elettrico ai requisiti delle direttive europee applicabili ai fini della Dichiarazione di conformità UE e la conformità alle norme CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 55015 e EN 61547.
Deve inoltre dimostrare il soddisfacimento delle norme relative all'unità elettronica di alimentazione per moduli LED (EN 61347-1, EN 61347-2-13, EN 62384).

Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione

Con riferimento alla tabella riportata nella corrispondente specifica tecnica, vengono assegnati punti premianti con la seguente modalità:

- fino al 31/12/2019 agli apparecchi d'illuminazione che hanno l'indice IPEA* superiore a quello della classe C;
- a partire dal 1/1/2020 e fino al 31/12/2024 agli apparecchi d'illuminazione che hanno l'indice IPEA* superiore a quello della classe B;
- a partire dal 1/1/2025 agli apparecchi d'illuminazione che hanno l'indice IPEA* superiore a quello della classe A.

I punti vengono assegnati in proporzione alla classe energetica degli apparecchi d'illuminazione.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante una relazione scritta del produttore e/o dal progettista in cui sia descritta in sintesi la tipologia dell'apparecchio di illuminazione e siano indicati i relativi valori di IPEA* e di efficienza globale dell'apparecchio di illuminazione, corredata dalla pertinente documentazione tecnica fornita dalle case costruttrici, importatrici e fornitrici.

Flusso luminoso emesso direttamente dall'apparecchio di illuminazione verso l'emisfero superiore

Vengono assegnati punti premianti in relazione all'appartenenza ad una categoria di illuminazione zenitale inferiore rispetto a quanto previsto dal criterio di base.
Qualora esistano leggi regionali con prescrizioni più stringenti di quelle definite dal criterio di base, eventuali punti premianti andranno assegnati in relazione a tali prescrizioni.
Nelle zone LZ1 e LZ2 vengono premiate le sorgenti luminose che presentano caratteristiche spettrali tali per cui risultano meno impattanti sulle specie animali e vegetali presenti, attraverso una valutazione condotta dal progettista o dall'Amministrazione.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica del sistema di regolazione, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto) indicando le metodologie di prova e/o le astrazioni statistiche impiegate in accordo con quanto previsto dalla norma UNI 11431.
I rapporti di prova devono essere emessi da organismi di valutazione della conformità (laboratori) accreditati o che operano sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente.
L'offerente deve fornire una dichiarazione del proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità attestante che il rapporto di prova si riferisce ad un campione tipico della fornitura e che indica le tolleranze di costruzione o di fornitura per tutti i parametri considerati.

Sistemi di illuminazione adattiva

Nel caso di impianto progettato per fornire un servizio di illuminazione adattiva, vengono assegnati punti premianti se l'apparecchio di illuminazione è fornito al suo interno di dispositivi di comunicazione per il comando e controllo in tempo reale (tempo di reazione inferiore a 60 secondi), in grado di realizzare sistemi di illuminazione adattiva.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante un mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica del sistema di regolazione, altra documentazione tecnica del fabbricante ove non possibile una relazione di prova di un organismo riconosciuto).

Garanzia
Vengono assegnati punti premianti all'offerente che, per tutti i prodotti, offre garanzia totale, valida a partire dalla data di consegna all'Amministrazione, di durata **superiore di almeno un anno** a quella prevista nel corrispondente criterio di base. Per lo stesso periodo l'offerente deve garantire la disponibilità delle parti di ricambio. La garanzia deve includere anche il funzionamento del sistema di regolazione del flusso luminoso, ove presente. Le condizioni generali di garanzia debbono essere definite dall'Amministrazione coerentemente con le proprie aspettative ed esigenze.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante idoneo certificato di garanzia firmato dal proprio legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità. Si presumono conformi al requisito i prodotti in possesso di un marchio di Tipo I che comprenda il rispetto di questo requisito.

CLAUSOLE CONTRATTUALI

Criteri di base

Conformità al progetto illuminotecnico
Nel caso in cui l'appalto comprenda oltre alla fornitura di apparecchi di illuminazione anche la loro installazione, questa deve essere conforme al progetto illuminotecnico, se esistente.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante dichiarazione del legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità resa nelle forme appropriate. La verifica del mantenimento dell'impegno avviene in corso di contratto con la presentazione della dichiarazione aggiornata di conformità dell'installazione al progetto illuminotecnico. In caso di prodotti pre-esistenti modificati, l'aggiudicatario deve fornire i rapporti di prova richiesti all'interno dei fascicoli tecnici previsti dalla dichiarazione di conformità UE ovvero dalla normativa applicabile e verificare i consumi attesi e le prestazioni illuminotecniche come da progetto.

Dichiarazione di conformità UE e conformità ai requisiti tecnici
Nel caso di installazione, in impianti e/o apparecchi esistenti, di componenti (quali ad esempio sorgenti luminose o ausiliari di comando e regolazione) che non rispettano le specifiche tecniche del produttore dell'apparecchio, il fabbricante originario dell'apparecchio non sarà responsabile della sicurezza e degli altri requisiti derivanti dalle direttive applicabili. Di conseguenza l'installatore deve emettere una nuova dichiarazione UE per gli apparecchi modificati e messi in servizio, comprensivi dei relativi fascicoli tecnici a supporto, secondo quanto previsto dalla normativa in vigore.
L'appaltatore deve verificare altresì l'esistenza di eventuali requisiti brevettuali (es. proprietà intellettuale) e, nel caso, il loro rispetto.
La dichiarazione di conformità UE deve contenere almeno le seguenti informazioni:

- nome e indirizzo del fabbricante o del mandatario che rilascia la dichiarazione (ed il numero di identificazione dell'organismo notificato qualora il modulo applicato preveda l'intervento di un ente terzo);
- identificazione del prodotto (nome, tipo o numero del modello ed eventuali informazioni supplementari quali numero di lotto, partita o serie, fonti e numero di articoli);
- tutte le disposizioni del caso che sono state soddisfatte;
- norme o altri documenti normativi seguiti (ad esempio norme e specifiche tecniche nazionali) indicati in modo preciso, completo e chiaro;

- data di emissione della dichiarazione;
- firma e titolo o marchio equivalente del mandatario;
- dichiarazione secondo la quale la dichiarazione di conformità UE viene rilasciata sotto la totale responsabilità del fabbricante ed eventualmente del suo mandatario;
- dichiarazione di conformità della fornitura a tutti i requisiti tecnici previsti, firmata dal legale responsabile dell'offerente.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante dichiarazione del legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità resa nelle forme appropriate. La verifica del mantenimento dell'impegno avviene in corso di contratto con la presentazione della dichiarazione di conformità UE aggiornata. In particolare, chi esegue le modifiche su prodotti esistenti deve fornire i rapporti di prova richiesti all'interno dei fascicoli tecnici previsti dalla dichiarazione di conformità UE ovvero dalla normativa applicabile.

Formazione del personale dell'Amministrazione
L'offerente deve provvedere, entro tre mesi dalla stipula del contratto, alla formazione del personale dell'Amministrazione in merito a:

- funzionamento e caratteristiche degli apparecchi d'illuminazione;
- sistemi di regolazione del flusso luminoso e loro gestione nel rispetto dell'ambiente (se previsti);
- metodi di misura del flusso luminoso;
- installazione/disinstallazione degli apparecchi di illuminazione;
- ricerca e soluzione dei guasti;
- norme in materia di gestione dei rifiuti.

Verifica: l'offerente deve dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante presentazione di un dettagliato programma del/dei corsi di formazione e mediante dichiarazione del legale rappresentante o persona delegata per tale responsabilità resa nelle forme appropriate. La verifica del mantenimento dell'impegno avviene in corso di contratto.

CARATTERISTICHE TECNICHE (ILLUMINAZIONE PUBBLICA)

FINALITÀ DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

Negli articoli seguenti sono specificate le modalità e le caratteristiche tecniche secondo le quali l'Appaltatore è impegnato ad eseguire le opere e a condurre i lavori, in aggiunta o a maggiore precisazione di quelle già indicate negli articoli precedenti.

PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

L'Appaltatore, oltre alle modalità esecutive prescritte per ogni categoria di lavoro, è obbligato ad impiegare ed eseguire tutte le opere provvisionali ed usare tutte le cautele ritenute a suo giudizio indispensabili per la buona riuscita delle opere e per la loro manutenzione e per garantire da eventuali danni o piene sia le attrezzature di cantiere che le opere stesse.
La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisionale, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti.

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che gli venga ordinato dal Direttore dei Lavori, anche se forniti da altre ditte.
Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.
Le opere da eseguire, che dovranno essere compiute in ogni loro parte a perfetta regola d'arte e corrispondere a quanto prescritto dalla norma CEI 64-8 e successive varianti, nonché dalla norma CEI 64-7, risultano dai disegni di progetto allegati, nonché dagli elementi descrittivi del presente Capitolato, forniti a complemento dei disegni stessi, salvo quanto verrà precisato dal Direttore dei Lavori in corso d'opera per l'esatta interpretazione dei disegni di progetto e per i dettagli di esecuzione.
I lavori, inoltre, dovranno essere eseguiti nel pieno rispetto del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.

Tutti i materiali dovranno essere conformi alle normative in vigore e (dove previsto) dovranno essere fornite di marchio di certificazione IMQ. Sono a totale carico dell'impresa gli oneri per: collaudi, prove e certificazioni previste del Decreto n. 37 del 22 gennaio 2008 e s.m.i.

CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO

Durante la fase di scavo dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, ecc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.
Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta dall'Appaltatore per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche. Tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) dovranno riportare il nome dell'Appaltatore, il suo indirizzo e numero telefonico. L'inadempienza delle prescrizioni sopra indicate può determinare sia la sospensione dei lavori, sia la risoluzione del contratto qualora l'Appaltatore risulti recidivo per fatti analoghi già accaduti nel presente appalto od anche in appalti precedenti.

Cavidotti
Nell'esecuzione dei cavidotti saranno tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi, indicati nei disegni di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:
- il taglio del tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in agglomerato dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliasfalto munito di martello idraulico con vanghetta. Il taglio avrà una profondità minima di 25 cm e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica;
- esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate nel disegno;
- fornitura e posa, nel numero stabilito dal disegno, di tubazioni rigide in materiale plastico a sezione circolare, con diametro esterno di 50-110 mm, per il passaggio dei cavi di energia;
- la posa delle tubazioni in plastica del diametro esterno di 50-110 mm verrà eseguita mediante l'impiego di selle di supporto in materiale plastico a uno od a due impronte per tubi del diametro di 110 mm. Detti elementi saranno posati ad un'interdistanza massima di 1,5 m,

al fine di garantire il sollevamento dei tubi dal fondo dello scavo ed assicurare in tal modo il completo conglobamento della stessa nel cassonetto di calcestruzzo;
- il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dal Direttore dei Lavori. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici;
- trasporto alla discarica del materiale eccedente.

Pozzetto prefabbricato interrato
E' previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio rimovibile carrabile. Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

Pozzetti e manufatti in conglomerato cementizio
I pozzetti gettati in opera o prefabbricati saranno costituiti con calcestruzzo secondo norme UNI EN 206 e dovranno corrispondere per dimensioni e caratteristiche costruttive ai disegni di progetto ed alle prescrizioni del relativo articolo di Elenco Prezzi; per quanto riguarda la loro ubicazione si fa riferimento alle planimetrie allegate, salvo le disposizioni che verranno impartite dal Direttore dei Lavori all'atto esecutivo, anche su condotte preesistenti.
Tutti i pozzetti saranno costruiti in conglomerato cementizio vibrato meccanicamente ed armato in misura adeguata in modo da sopportare i carichi prescritti.
La loro esecuzione dovrà risultare a perfetta regola d'arte gettati entro appositi stampi in modo da raggiungere una perfetta compattezza dell'impasto e presentare le superfici interne completamente lisce, senza alcun vespaio. Il periodo della stagionatura prima della posa in opera dei pozzetti prefabbricati non dovrà essere inferiore a 10 giorni.
I fori di passaggio delle tubazioni attraverso le pareti, saranno perfettamente stuccati ad assestamento avvenuto, con malta di cemento plastico in modo da risultare a perfetta tenuta d'acqua.
Tutti i pozzetti saranno muniti di chiusini carrabili in funzione della loro ubicazione e destinazione.

Chiusini carrabili
I chiusini carrabili d'ispezione dei pozzetti saranno generalmente in ghisa salvo diverse disposizioni del Direttore dei Lavori.
In particolare si prescrive:
- le superfici di appoggio del coperchio sul telaio devono combaciare perfettamente in modo che non si verifichi alcun traballamento;
- il coperchio dovrà essere allo stesso livello del telaio e non sarà ammessa alcuna tolleranza in altezza;
- i chiusini dovranno essere provvisti di guarnizione a tenuta e di anello di sollevamento;
- il telaio dovrà essere solidamente appoggiato ed ancorato alle strutture in calcestruzzo.

Pali di illuminazione pubblica e per altri componenti
I pali devono essere conformi alle norme UNI-EN 40 e aventi marcatura CE. Dovrà curarsi il perfetto allineamento nel senso orizzontale, la perfetta posa in opera verticale in modo che la sommità di ogni sostegno venga a trovarsi all'altezza prefissata.

Pali in acciaio
E' previsto l'impiego di pali d'acciaio secondo norma UNI EN 40-5 e UNI EN 10219-1 e 2, a sezione circolare, forma conica o rastremata (UNI EN 40-2), e se saldati longitudinalmente, secondo norma UNI EN 1011-1 e UNI EN 1011-2.

Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nei disegni di progetto allegati.
Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la norma CEI 7-6.
Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante di idoneo diametro, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi.
Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o codoli zincati a caldo secondo Norma CEI 7-6 ed aventi le caratteristiche dimensionali indicate in progetto.

I processi di saldatura devono essere conformi alle norme UNI EN 1011-1 e 2; UNI EN ISO 15607, UNI EN ISO 15609-1 e UNI EN ISO 15614-1.

Pali in alluminio
E' previsto l'impiego di pali in alluminio secondo norma UNI EN 40-6, a sezione circolare, forma conica o rastremata (UNI EN 40-2).
Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nei disegni di progetto allegati.
Per la protezione di tutte le eventuali parti in acciaio (portelli, guida d'attacco, e codoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la norma CEI 7-6.
Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante di idoneo diametro, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi.
Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in alluminio o codoli aventi le caratteristiche dimensionali indicate in progetto.

Pali in compositi polimerici fibrorinforzati
E' previsto l'impiego di pali in compositi polimerici fibrorinforzati secondo norma UNI EN 40-7, a sezione circolare, forma conica o rastremata (UNI EN 40-2).
Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nei disegni di progetto allegati.
Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante di idoneo diametro, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi.
Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in vetroresina aventi le caratteristiche dimensionali indicate in progetto.

Corpi illuminanti
Le sorgenti luminose utilizzate negli impianti di illuminazione per aree esterne devono possedere in maniera imprescindibile le seguenti caratteristiche:
- elevata efficienza luminosa;
- elevata affidabilità;
- lunga durata di funzionamento;
- compatibilità ambientale (collegata principalmente al problema dello smaltimento delle sorgenti esauste).

Inoltre, nel caso di applicazioni legate all'ambiente urbano, diventano prioritari anche i seguenti requisiti:
- tonalità della luce (temperatura di colore);
- indice di resa cromatica.

Corpi illuminanti a LED
Acronimo di "Diodo ad Emissione Luminosa" (***L**ight **E**mitting **D**iode)*, il **LED** è una lampada nella quale la luce è prodotta, direttamente o indirettamente, mediante un diodo ad emissione luminosa alimentato con corrente di alimentazione statica o variabile.
La Temperatura di colore secondo requisito illuminotecnico è espressa in gradi K.
Il vano ottico sarà costituito da involucro in acciaio zincato / in lega di alluminio pressofuso / FRP / vetroresina, conforme alla direttive di protezione CEI EN 60529, completo di vetro temperato di spessore minimo 4 mm resistente agli shock termici e agli urti (secondo prove UNI EN 12150-1).

Il Gruppo ottico sarà composto da LED monocromatico di colore White (Bianco).

Caratteristiche tecniche
Le caratteristiche tecniche degli apparecchi illuminanti saranno conformi alle norme CEI EN 60598-1 e CEI EN 60598-2-3 ed in particolare:

- Classe di Protezione IP 65 e IP 66 su palo;
- Omologazione ENEC;
- IMQ Performance;
- Classe isolamento I e II (su palo);
- Efficienza luminosa => 75 lumen/watt, 102 su palo;
- Vita media LED a Ta 25°C => 70000 h;
- Vita media elettronica a Ta 25°C => 90000 h;
- Gruppo di alimentazione e gruppo ottico estraibili con connettori ad innesto rapido;
- Funzionamento del prodotto al 100% per Temperatura Ambiente da -20° C a + 36° C;
- Fotocellula crepuscolare;
- Viti esterne di attacco in acciaio inox (se previste dal modello proposto).

Blocchi di fondazione dei pali
Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate negli elaborati di progetto allegati.
Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:
- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
- formazione del blocco in calcestruzzo;
- esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma;
- fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubazione in plastica del diametro esterno di 50 mm per il passaggio dei cavi;
- riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta o con ghiaia naturale accuratamente costipata;
- trasporto alla discarica del materiale eccedente;
- sistemazione del cordolo eventualmente rimosso.
L'eventuale rimozione dei cordoli del marciapiede è compreso nell'esecuzione dello scavo del blocco. Per tutte le opere elencate nel presente articolo è previsto dall'appalto il ripristino del suolo pubblico.

Il dimensionamento maggiore dei blocchi di fondazione rispetto alle misure indicate in progetto non darà luogo a nessun ulteriore compenso.

Linee

L'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura ed alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alimentazione di energia.
Sono previsti i seguenti cavi per energia elettrica: FG7OR-3G 0,6/1 kV.
Tutti i cavi saranno rispondenti alla norma CEI 20-13 e CEI 20-22 e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ od equivalente.
Nelle tavole allegate sono riportati schematicamente il percorso, la sezione ed il numero dei conduttori.
L'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato nei disegni, salvo eventuali diverse prescrizioni del Direttore dei Lavori.

Cassette - Giunzioni - Derivazioni - Guaine isolanti

La derivazione per l'alimentazione degli apparecchi di illuminazione, in cavo bi/tripolare con conduttore della sezione di 1,5-2,5-4-6 mm^2, sarà effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II collocata nell'alloggiamento predisposto.
Per le giunzioni o derivazioni, le muffole saranno posate esclusivamente nei pozzetti in muratura o prefabbricati. Dovrà essere prestata attenzione al taglio degli spezzoni di cavo affinché ciò si verifichi. Non saranno ammmesse giunzioni al di fuori dei pozzetti o cassette all'uopo previste.
I cavi passanti entro pali e bracci metallici, saranno del tipo con guaina (doppio isolamento, Cl. II).

Distanze di rispetto dei cavi interrati

I cavi interrati in prossimità di altri cavi o di tubazioni metalliche di servizi (gas, telecomunicazioni, ecc.) o di strutture metalliche particolari, come cisterne per depositi di carburante, devono osservare prescrizioni particolari e distanze minime di rispetto come da normativa vigente.

CRITERI AMBIENTALI MINIMI per l'affidamento del servizio di **PROGETTAZIONE DI IMPIANTI PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA**

Il PAN GPP, redatto ai sensi della L. 296/2006, art.1, c. 1126, 1127, 1128, è stato adottato con decreto interministeriale del 11.04.2008 (GU n. 107 del 08.05.2008) ed aggiornato con decreto del 10.04.2013 (GU n.102 del 03.05.2013).

Ai sensi degli art. 34 e 71 del D.Lgs. 18.04.2016, n. 50, così come modificato dal D.Lgs. 19.04.2017, n. 56, le Amministrazioni sono tenute ad utilizzare per l'acquisto di lampade o apparecchi illuminanti e per l'affidamento della progettazione di impianti di illuminazione pubblica, per qualunque importo e per l'intero valore delle gare, almeno le specifiche tecniche e le clausole contrattuali definite dai CAM.

Non rientrano nell'oggetto dei CAM:

- pali, strutture di sostegno ed ogni altro tipo di supporto degli apparecchi di illuminazione,
- illuminazione di:
  - gallerie,
  - parcheggi privati ad uso privato,
  - aree private a uso commerciale o industriale,
  - campi sportivi,
  - monumenti, edifici, alberi, ecc. (illuminazione artistica).

Il progetto illuminotecnico redatto tiene conto della norma UNI 11630 e smi per quanto conforme alle disposizioni del D.Lgs n.50/2016 e smi. I calcoli illuminotecnici sono stati svolti coerentemente con le indicazioni legislative e normative correnti, facendo altresì riferimento a criteri di buona tecnica e progettazione.

Le luminanze medie mantenute di progetto ovvero gli illuminamenti medi mantenuti di progetto non superano del 20% il valore minimo indicato dalla norma UNI EN 13201-2 e UNI EN 13201-3 in funzione dell'ambito considerato.

Gli apparecchi di illuminazione scelti avranno altresì i requisiti richiesti dalle norme vigenti e dalla Legge Regionale Ligure del 29.05.2007, n. 22 (Norme in materia di energia) e del Regolamento Regionale (RR) del 15.09.2009, n. 5, sull'inquinamento luminoso.

Prestazione energetica dell'impianto

Con riferimento alla tabella che segue, l'impianto di illuminazione pubblica avrà l'indice IPEI* ≥ di quello corrispondente alla classe B fino all'anno 2020 compreso, a quello della classe A fino all'anno 2025 compreso e a quello della classe A+ a partire dall'anno 2026.

Tab. n. 1:

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica impianto	*IPEI**
An+	*IPEI** < 0.85 - (0.10 x n)
A++	0.55 ≤ *IPEI** < 0.65
A+	0.65 ≤ *IPEI** < 0.75
A	0.75 ≤ *IPEI** < 0.85
B	0.85 ≤ *IPEI** < 1.00

C	1,00 :S *IPEI** < 1,35
D	1,35 :S *IPEI** < 1,75
E	1,75 :S *IPEI** < 2,30
F	2,30 :S *IPEI** < 3,00
G	*IPEI** ?: 3,00

Nelle tabelle che seguono sono riportati i valori di Densità di Potenza di riferimento riferiti alle categorie illuminotecniche di progetto secondo la norma UNI 13201-2:

Tab. n. 2:

Illuminazione stradale Categoria illuminotecnica M	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	**Densità di Potenza di riferimento [W/lux/m2]**
M1	**0,035**
M2	**0,037**
M3	**0,040**
M4	**0,042**
M5	**0,043**
M6	**0,044**

Tab. n. 3:

Illuminazione di grandi aree, incroci o rotatorie, parcheggi Categoria illuminotecnica C (o P)	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di Potenza di riferimento [W/lux/m2]
C0	**0,030**
C1	**0,032**
C2	**0,034**
C3 (P1)	**0,037**
C4 (P2)	**0,039**
C5 (P3)	**0,041**
(P4)	**0,043**
(P5)	**0,045**
(P6)	**0,047**
(P7)	**0,049**

Tab. n. 4:

Illuminazione di aree pedonali o ciclabili Categoria illuminotecnica P (o C)	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di potenza di riferimento [W/lux/m2]
(C0)	**0,039**
(C1)	**0,042**
(C2)	**0,044**
P1 (C3)	**0,048**
P2 (C4)	**0,051**
P3 (C5)	**0,053**
P4	**0,056**
P5	**0,059**
P6	**0,061**
P7	**0,064**

Le aree verdi sono esentate dal calcolo IPEI*, in quanto per esse non è possibile definire una categoria illuminotecnica di progetto ai sensi della norma UNI 11248. Si esaminerà tuttavia, in sede di progetto esecutivo, la possibilità di attribuire a queste aree una categoria illuminotecnica, utilizzando, in questo caso, i valori di densità di potenza indicati nella Tab. n. 4.

Essendo escluse dall'applicazione dei CAM sia le aree sportive, sia le aree verdi, resta la parte riguardante le aree ciclo-pedonali che sono illuminate da apparecchi su palo o su staffa a parete, a LED, di potenza 12 W (pot. app. 14,5 W con l'alimentatore), rif. Cariboni Kosmos M, di cui si allega la Dichiarazione di Conformità del costruttore ai CAM 2017, del 04.04.2018, per sorgenti, apparecchi e impianti d'illuminazione pubblica, da cui risulta che tale apparecchio è conforme a quanto prescritto all'art. 4.2.3.8 – Prestazione energetica degli apparecchi (IPEA*).