



## Nuovo parcheggio nell'area di riorganizzazione della sosta dell'ex Prandina

Via Orsini - foglio 88 particelle 496, 497, 498

### PROGETTO ESECUTIVO

# E.R.01

## PROGETTO relazione tecnica impianti elettrici

committenza:	<b>APS HOLDING S.P.A.</b> Via Salboro 22/b 35124 - Padova DIREZIONE MOBILITA' E SOSTA - 3 RUP: arch. Gaetano Panetta
progetto complessivo:	<b>SA SVILUPPO ARCHITETTURA ed ingegneria srl</b> via Frà Paolo Sarpi 37 int.2 35133 Padova (PD) sa.sviluppoarchitettura@gmail.com
progetto impianti elettrici:	<b>STC GROUP S.R.L.</b> Viale del Lavoro 2/f, 35010 Vigonza (PD) info@stcpi.com - Tel. 0498935842 - www.stcpi.com

30 aprile 2026	PP_APS_PK_ESE_E.R.01 relazione tecnica impianti elettrici_rev01 rev.01	M.G.	A.C.
18 marzo 2026	PP_APS_PK_ESE_E.R.01 relazione tecnica impianti elettrici_rev00 rev.00	M.G.	A.C.
data:	nome file:	descrizione:	redatto: approvato:

## SOMMARIO

1.	RELAZIONE TECNICA .....	4
1.1	Premessa .....	4
1.2	Normative di riferimento.....	4
2.	CRITERI DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.....	8
2.1	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI .....	8
2.1	ALIMENTAZIONE ELETTRICA DELL'IMPIANTO.....	8
2.2	Generalità .....	8
3.	CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI.....	9
3.1	Locale cabina elettrica di trasformazione MT/BT.....	9
3.2	Descrizione cabine elettriche.....	10
3.2.1	Impianto Forza Motrice Cabina MT/BT.....	10
3.2.2	Comandi di emergenza .....	10
3.3	Sganci di emergenza.....	10
3.4	Dati di calcolo .....	10
3.5	Materiali .....	11
4.	PROTEZIONI .....	12
4.1	Protezione contro i contatti diretti .....	12
4.2	Protezione contro i contatti indiretti per mezzo di interruzione automatica del circuito elettrico .....	12
5.	QUADRI ELETTRICI .....	13
5.1	Dispositivi di protezione .....	13
5.1.1	Dispositivi di protezione automatici .....	13
5.1.2	Dispositivi di sezionamento non automatici.....	14
6.	CANALIZZAZIONI E CAVI .....	15
6.1	Condutture.....	15
6.2	Cavi elettrici .....	16
6.3	Tabelle di dimensionamento cavi .....	19
6.4	Dimensionamento dei conduttori elettrici.....	28
7.	CABINA ELETTRICA PREFABBRICATA .....	29
8.	CABINA MT/BT E LOCALE UTENTE .....	31
8.1	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE .....	31
8.1.1	Impianto di illuminazione normale .....	31
8.1.2	Illuminazione d'emergenza .....	31
8.2	Impianto forza motrice .....	31
8.3	IMPIANTO DI TERRA ED EQUIPOTENZIALE CABINA MT/BT.....	31
9.	CABLAGGIO STRUTTURATO RETI LAN.....	32

9.1	Definizioni .....	32
9.2	Rete LAN con cablaggio strutturato .....	32
9.3	Requisiti e norme di riferimento .....	33
9.4	Componenti principali del cablaggio strutturato .....	34
9.4.1	Componenti passivi .....	34
9.4.2	CAVIDOTTI INTERRATI .....	34
9.4.3	Tipologie di cavi .....	35
9.4.4	Prescrizioni di posa .....	35
9.5	Tipologie di rete .....	36
10.	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE .....	38
10.1	Descrizione corpi illuminanti utilizzati .....	39
10.1.1	AEC MOD 2.0 URBAN 200 .....	39
10.1.2	ITALO 1 5P5 OP-DX .....	40
11.	IMPANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA (TVCC) .....	41
11.1	Tipologia di Impianto .....	41
11.2	Posizionamento delle Telecamere .....	43
11.3	Videoserver .....	43
11.4	Sistema di registrazione .....	43
11.5	Software di gestione .....	44
11.6	Monitoraggio e Controllo Remoto .....	44
11.7	Normative e Privacy .....	44
11.8	Architettura di rete .....	44
11.9	Informativa per area videosorvegliata .....	45
11.10	Prescrizioni per le riprese e conservazione dati .....	45
12.	LIMITI DEL PROGETTO .....	47
13.	CRITERI ESECUTIVI DEGLI IMPIANTI .....	48
14.	CRITERI AMBIENTALI MINIMI .....	50
14.1	SORGENTI LUMINOSE E ALIMENTATORI PER APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE .....	50
14.1.1	Efficienza luminosa e indice di posizionamento cromatico dei moduli LED .....	50
14.1.2	Fattore di mantenimento del flusso luminoso e Tasso di guasto dei moduli LED .....	50
14.1.3	Rendimento degli alimentatori per moduli LED .....	50
14.1.4	Informazioni sui moduli LED .....	50
14.1.5	Informazioni relative a installazione, manutenzione e rimozione delle lampade a scarica ad alta intensità, dei moduli LED e degli alimentatori .....	51
14.1.6	Garanzia .....	51
15.	APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE STRADALE .....	51
15.1	APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE DI GRANDI AREE, ROTATORIE, PARCHEGGI .....	51

---

15.2	APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE DI AREE PEDONALI, PERCORSI PEDONALI, PERCORSI CICLABILI, AREE CICLOPEDONALI .....	52
15.3	APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE DI AREE VERDI .....	52
15.4	APPARECCHI ARTISTICI PER ILLUMINAZIONE DI CENTRI STORICI.....	52
15.5	ALTRI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE .....	52
15.6	PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE .....	53
15.7	FLUSSO LUMINOSO EMESSO DIRETTAMENTE DALL'APPARECCHIO DI ILLUMINAZIONE VERSO L' EMISFERO SUPERIORE .....	55
15.8	FATTORE DI MANTENIMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO E TASSO DI GUASTO PER APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE A LED .....	56
15.9	SISTEMA DI REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO .....	56

## **1. RELAZIONE TECNICA**

### **1.1 PREMESSA**

La presente relazione è da ritenersi parte integrante del progetto in oggetto e quanto descritto in essa dovrà essere seguito dalla Ditta installatrice per la corretta posa in opera delle parti costituenti lo impianto al fine di realizzarlo in conformità alla "Regola d'arte".

### **1.2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

Gli impianti elettrici in oggetto sono stati progettati tenendo conto delle sottoelencate prescrizioni legislative e normative.

In base ai riferimenti normativi e legislativi sopra citati gli impianti dovranno essere realizzati secondo le direttive descritte nella presente relazione tenendo inoltre in considerazione le prescrizioni dettate dagli enti preposti quali ENEL, USL, Ufficio Igiene, ecc.

Legge n. 186 del 01.03.68: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici;

D.Lgs. 19 maggio 2016, n. 86: Attuazione della direttiva 2014/35/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione;

D.M. del 22.01.08, n°37: Riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;

D.M. 20.02.92: Approvazione del modello di dichiarazione di conformità;

D.M. 09.04.94: Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico-alberghiere;

D.Lgs. 09.04.08, n. 81: Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

D.P.R. 392 del 18.04.1994: Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza;

D.M. 22 Ottobre 2007: Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o a macchina operatrice a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi;

Norma CEI 0-2: Guida documentazione di progetto impianti elettrici;

Norma CEI 0-3: Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati;

Norma CEI EN 61636-1: impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;

Norma CEI EN 50522: Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;

Norma CEI 64-8/1: Impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali;

Norma CEI 64-8/2: Impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 2: Definizioni;

Norma CEI 64-8/3: Impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua Parte 3: Caratteristiche generali;

Norma CEI 64-8/4: Impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza;

Norma CEI 64-8/5: Impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici;

Norma CEI 64-8/6: Impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 6: Verifiche;

Norma CEI 64-8/7: Impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari;

Norma CEI 64-8/8: Impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua Parte 8-1: Efficienza energetica degli impianti elettrici;

Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo;

Norma CEI 11-27: Esecuzione dei lavori su impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;

Norma CEI 0-1; V4: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;

Norma CEI EN IEC 62271-200/A1: Apparecchiatura ad alta tensione - Parte 200: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso

Norma CEI EN IEC 61439-1: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali;

Norma CEI EN 61439-6: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 6: Condotti sbarre;

Norma 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);

Norma CEI IEC TR 60890: Modalità di verifica tramite calcolo della sovratemperatura per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);

Norma CEI 121-5;V1: Guida alla normativa applicabile ai quadri elettrici di bassa tensione e riferimenti legislativi;

Norma CEI EN 50274/EC CEI 17-82: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione - Protezione contro le scosse elettriche. Protezione dal contatto diretto accidentale con parti attive pericolose;

CEI-UNEL 35011;V3: Cavi per energia e segnalamento - Sigle di designazione;

CEI-UNEL 35024/1: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. 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 corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;

CEI-UNEL 35026: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata;

Norma CEI 20-11/0-1;V4: Allegato nazionale alla Norma CEI EN 50363-0 Materiali isolanti, di guaina e di rivestimento per cavi di energia di bassa tensione - Parte 0: Generalità;

Norma CEI 20-13;V4: Cavi per energia isolati con mescola elastomerica con e senza particolari caratteristiche di reazione al fuoco rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) - Tensioni nominali da U0/U 0,6/1 a U0/U 18/30 kV in c.a.;

Norma CEI 20-14;V3: Cavi per energia isolati con una mescola termoplastica in polivinilcloruro con e senza particolari caratteristiche di reazione al fuoco rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) - Tensioni nominali U0/U 0,6/1 kV e 1,8/3 kV in c.a.;

Norma CEI EN 50525-1/A1: Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U) Parte 1: Prescrizioni generali;

Norma CEI 20-19/14;Ab: Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale 450/750 V Parte 14: Cavi per applicazioni con requisiti di alta flessibilità;

Norma CEI EN IEC 60332-3-22: Prove sui cavi elettrici e a fibre ottiche in condizioni di incendio Parte 3-22: Prova per la propagazione verticale della fiamma su fili o cavi montati verticalmente a fascio - Categoria A;

Norma CEI 20-105: Cavi elettrici per applicazioni in sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio e sistemi di rivelazione gas con particolari caratteristiche di reazione al fuoco rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Cavi con prestazioni aggiuntive di resistenza al fuoco. Tensione nominale: U0/U: 100/100 V;

Norma CEI 0-21;V2/EC2: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;

Norma CEI EN 60332-1-2/A11 CEI 20-35/1-2;V2: Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio Parte 1-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato - Procedura per la fiamma di 1 kW premiscelata;

Norma CEI EN IEC 60332-3-24 CEI 20-22/3-4: Prove sui cavi elettrici e a fibre ottiche in condizioni di incendio Parte 3-24: Prova per la propagazione verticale della fiamma su fili o cavi montati verticalmente a fascio - Categoria C;

Norma CEI EN IEC 60228 CEI 20-29: Conduttori per cavi isolati;

Norme CEI 20-36;Ab: Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito;

Norma CEI EN 50525-1/A1 e CEI 20-107;V1: Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U) Parte 1: Prescrizioni generali;

Norma CEI 20-38/2;Ab CEI 20-38/2;Ab: Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 2 - Tensione nominale U0/U superiore a 0,6/1 kV;

Norma CEI 20-40/1-1;EC: Cavi elettrici. Guida all'uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U). Parte 1: Criteri generali;

Norma CEI 20-45;V2: Cavi per energia isolati in gomma elastomerica ad alto modulo di qualità G18, sotto guaina termoplastica o elastomerica, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi con caratteristiche aggiuntive di resistenza al fuoco. Tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV;

Norma CEI 20-67: Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;

Norma CEI EN 60898-1/A1/A11 CEI 23-145;V1: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili - Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata e simili  
Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata;

Norma CEI 23-50;V4/EC1: Spine e prese per usi domestici e simili  
Parte 1: Prescrizioni generali;

Norma CEI EN 50085-1:2006-03: Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali;

Norma CEI EN 50085-2-1 CEI 23-93;V1: Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 2-1: Sistemi di canali e di condotti per montaggio a parete e a soffitto;

Norma CEI EN 50085-2-4 CEI 23-108: Sistemi di canali e sistemi di condotti per installazioni elettriche – Parte 2-4: Prescrizioni particolari – Colonne e torrette;

Norma CEI EN IEC 61386-1/A1 CEI 23-80;V1: Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche  
Parte 1: Prescrizioni generali;

Norma CEI EN IEC 61386-21 CEI 23-81: Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche  
Parte 21: Prescrizioni particolari - Sistemi di tubi rigidi e accessori;

Norma CEI EN IEC 61386-22/AC CEI 23-81;EC: Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 22: Prescrizioni particolari - Sistemi di tubi pieghevoli e accessori;

Norma CEI EN IEC 61386-24 CEI 23-116: Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche  
Parte 24: Prescrizioni particolari - Sistemi di tubi interrati;

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

Norma CEI EN IEC 60079-10-1 CEI 31-87: Atmosfere esplosive Parte 10-1: Classificazione dei luoghi - Atmosfere esplosive per la presenza di gas;

Norma CEI EN 60079-14 CEI 31-33: Atmosfere esplosive - Parte 14: Progettazione dell'impianto elettrico, selezione e installazione delle apparecchiature, compresa l'ispezione iniziale;

Norma CEI 31-35/Ab: Atmosfere esplosive  
Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87);

Norma CEI 31-35/A;Ab: Atmosfere esplosive  
Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87): esempi di applicazione

Norma CEI EN 60598-1 CEI 34-21: Apparecchi di illuminazione - Parte I: prescrizioni generali e prove;

Norma CEI EN 60598-2-22 CEI 34-22: Apparecchi di illuminazione. Parte 2-22: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza;

Norma CEI EN 60598-2-1 CEI 34-23: Apparecchi di illuminazione  
Parte 2-1: Prescrizioni particolari - Apparecchi fissi per uso generale;

Norma CEI EN 60598-2-5 CEI 34-30: Apparecchi di illuminazione. Parte 2-5: Prescrizioni particolari. Sezione 5: Proiettori;

Norma CEI EN 60204-1/A1 CEI 44-5;V1: Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine - Parte 1: Regole generali.

E' necessario inoltre, per gli impianti in oggetto, l'utilizzo di componenti provvisti del Marchio Italiano Qualità (I.M.Q.).

In base ai riferimenti normativi e legislativi sopra citati gli impianti dovranno essere realizzati secondo le direttive descritte nella presente relazione tenendo inoltre in considerazione le prescrizioni dettate dagli enti preposti quali ENEL, USL, Ufficio Igiene, ecc.



## **2. CRITERI DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI**

### **2.1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI**

L'intervento progettuale concerne la realizzazione degli impianti elettrici e speciali a servizio del nuovo parcheggio previsto nell'area di riorganizzazione della sosta dell'ex Prandina, in Comune di Padova.

In particolare, l'intervento prevede la realizzazione dei seguenti impianti e sistemi:

- impianto di illuminazione delle corsie di manovra, delle aree di sosta e dei percorsi pedonali;
- impianto di videosorveglianza (TVCC) del parcheggio;
- sistemi di automazione e motorizzazione dei cancelli;
- armadi rack, apparati di rete e sistemi di comunicazione;
- ulteriori servizi tecnologici accessori connessi all'esercizio dell'area.

Saranno altresì realizzate le opere propedeutiche alla futura installazione dei punti di ricarica per veicoli elettrici, costituite da:

- posa di cabina prefabbricata, comprensiva di:
  1. impianto di terra dedicato;
  2. opere di adeguamento della struttura finalizzate alla schermatura dai campi elettromagnetici, secondo quanto previsto dalla relativa relazione di calcolo;
  3. installazione delle apparecchiature elettriche destinate al servizio delle utenze del parcheggio, quali quadro elettrico, armadio rack dati e ulteriori apparecchiature accessorie;
- predisposizione delle infrastrutture impiantistiche necessarie alla successiva installazione delle colonnine di ricarica, mediante:
  1. posa di cavidotti interrati per il passaggio delle linee di energia e della fibra ottica;
  2. posa di pozzetti in calcestruzzo per ispezione, derivazione e raccordo delle infrastrutture impiantistiche.

### **2.1 ALIMENTAZIONE ELETTRICA DELL'IMPIANTO**

L'impianto elettrico oggetto dell'intervento sarà alimentato mediante nuova fornitura in bassa tensione, con installazione di apposito contatore BT da parte dell'ente distributore.

La fornitura sarà dedicata alle utenze ausiliarie a servizio del parcheggio e sarà realizzata con sistema di distribuzione TT.

### **2.2 GENERALITÀ**

Gli impianti di illuminazione pubblica dovranno essere conformi alla norma CEI 64/8 sezione 714 ultima edizione, al fine di definire i requisiti e le prove alle quali deve rispondere l'impianto per dare garanzia di buon funzionamento, di durata e di sicurezza nei confronti delle persone e delle cose. Dovranno inoltre essere conformi alla norma UNI 11248 (modalità e caratteristiche degli apparecchi d'illuminazione esterna stradale) e dalla norma UNI EN 13201 (modalità e caratteristiche degli apparecchi d'illuminazione esterna rotatorie, parcheggi ed altre aree).

Si prescrive inoltre che il grado di protezione minimo degli involucri garantisca una protezione meccanica pari ad IP44.

### 3. CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI

#### 3.1 LOCALE CABINA ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE MT/BT

Essendo l'impianto in oggetto di **I categoria**, secondo la classificazione CEI 64-8, ed essendo alimentato in **bassa tensione da contatore BT del Distributore**, si è adottata la protezione contro i contatti indiretti prevista per il **sistema TT**. Nei sistemi TT un punto del sistema di alimentazione è collegato direttamente a terra, mentre le masse dell'impianto utilizzatore sono collegate a un impianto di terra proprio, elettricamente distinto da quello del sistema di alimentazione.

Più precisamente l'impianto è stato previsto di tipo **TT**, la cui definizione è la seguente:

- **T**: collegamento diretto a terra di un punto del sistema di alimentazione, nel nostro caso il **neutro della rete BT del Distributore**;
- **T**: collegamento delle **masse** dell'impianto utilizzatore ad un **impianto di terra locale**.

Nel rispetto di quanto sopra enunciato, si è operato come di seguito descritto.

Il **conduttore di protezione**, il **conduttore di terra** e tutte le **masse dell'impianto utilizzatore** sono stati collegati ad un **unico collettore principale di terra**, connesso all'impianto disperdente dell'utenza. Il **conduttore di neutro**, proveniente dal punto di consegna in bassa tensione, è mantenuto separato dal conduttore di protezione per tutto l'impianto; pertanto, a valle del contatore e del quadro generale, **non è previsto alcun collegamento diretto tra neutro e PE**.

Per la protezione contro i contatti indiretti si è adottata la condizione prevista per i sistemi TT:

$$RA \times I\Delta n \leq 50 \text{ V}$$

dove:

**RA** = somma, in Ohm, della resistenza del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse;

**IΔn** = corrente differenziale nominale di intervento del dispositivo di protezione;

**50 V** = tensione limite di contatto convenzionale in ambienti ordinari.

In pratica, verificato il valore della resistenza di terra dell'impianto, per soddisfare la condizione sopra citata si è operato come di seguito descritto.

**A1)** Interruttore magnetotermico differenziale ad alta sensibilità (**0,03 A**) con intervento istantaneo a protezione di tutti i circuiti prese in partenza dai sottoquadri; tale protezione costituisce anche **protezione aggiuntiva** contro i contatti diretti;

**B1)** Interruttore differenziale di gruppo ad alta sensibilità (**0,03 A**) con intervento istantaneo a protezione dei circuiti di illuminazione in partenza dai quadri derivati, ove previsto dal progetto e dal coordinamento con l'impianto di terra;

**C1)** Interruttori differenziali ad alta sensibilità (**0,03 A**) con intervento istantaneo a protezione dei circuiti terminali forza motrice, servizi ausiliari, luci esterne e simili, in partenza dal quadro generale o dai quadri secondari;

**D1)** Interruttori magnetotermici sulle partenze, destinati alla protezione contro **sovraccarico e cortocircuito**, coordinati con i dispositivi differenziali cui è affidata la protezione contro i contatti indiretti nel sistema TT;

**E1)** Interruttori differenziali a sensibilità maggiore o di tipo **selettivo/ritardato** installati a monte, coordinati con i differenziali terminali, al fine di garantire la necessaria selettività d'intervento e limitare la messa fuori servizio di porzioni estese dell'impianto in caso di guasto verso terra.

Da notare che i punti **A1**, **B1**, **C1**, **D1**, **E1** consentono di ottenere un'elevata protezione contro i contatti indiretti e, per i circuiti terminali protetti da dispositivi differenziali da **30 mA**, anche una protezione aggiuntiva contro i contatti diretti, assicurando al contempo una buona selettività di esercizio e una sensibile riduzione dei disservizi in caso di guasto.

### 3.2 DESCRIZIONE CABINE ELETTRICHE

#### 3.2.1 IMPIANTO FORZA MOTRICE CABINA MT/BT

Nel locale cabina sarà installata una presa di servizio di portata pari a 16A ed una presa di tipo CEE alimentata dalle linee derivate dal dispositivo di protezione di tipo magnetotermico differenziale ubicato all'interno del quadro generale bassa tensione.

#### 3.2.2 COMANDI DI EMERGENZA

I comandi di emergenza sono previsti per togliere tensione in zone, singoli locali o all'intero complesso durante eventuali incendi.

Tali apparecchiature dovranno essere ubicate fuori portata del pubblico accessibili solo a personale autorizzato ( es. VVF ) ed abbinate a cartelli indicatori delle rispettive funzioni; inoltre dovranno essere di fabbricazione conforme alle prescrizioni dettate dalle norme CEI.

### 3.3 SGANCI DI EMERGENZA

E' stato previsto l'utilizzo di apparecchiature "sgancio di emergenza" suddivise in "arresto di emergenza" e "comandi di emergenza".

#### a) Arresti di emergenza:

previsti per togliere tensione nei locali dove possono verificarsi pericoli derivanti da parti meccaniche in movimento.

#### b) Comandi di emergenza:

previsti per togliere tensione in zone, singoli locali o all'intero complesso durante eventuali incendi. Tali apparecchiature dovranno essere ubicate fuori portata del pubblico accessibili solo a personale autorizzato (es. VVF) ed abbinate a cartelli indicatori delle rispettive funzioni.

solo a personale autorizzato ( es. VVFF ) ed abbinate a cartelli indicatori delle rispettive funzioni.

### 3.4 DATI DI CALCOLO

Nel dimensionamento dell'impianto relativo ai locali in oggetto si è operato in considerazione dei seguenti dati di calcolo:

Fattore di Utilizzazione:	<b>0.8</b>
Fattore di Contemporaneità:	<b>&gt;0.8</b>
Fattore di manutenzione:	<b>0.8</b>
Livelli d'illuminamento medio previsti:	
Locali tecnici	<b>150 - 250 lux;</b>
illuminazione d'emergenza:	<b>&gt; 2 lux;</b>
illuminazione uscite di sicurezza:	<b>&gt; 5 lux;</b>
Temperatura ambiente media:	<b>30°C</b>

### **3.5 MATERIALI**

I componenti e le apparecchiature utilizzate per l'impianto elettrico del fabbricato in oggetto, dovranno essere conformi alle prescrizioni vigenti, dovranno essere muniti di marchi di conformità alle norme, ed avranno inoltre caratteristiche di costruzione adeguate al luogo di installazione.

In riferimento al Decreto Legislativo n. 81 del 09/04/2008 (Attuazione dell'articolo n° 1 della legge 3 agosto 2007 n°123 in materia di tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro.) il materiale elettrico dovrà essere munito della apposita marcatura, che ne prevede la costruzione secondo la regola dell'arte e la realizzazione secondo le norme di buona tecnica contenute nell'allegato IX, del sopracitato articolo.

**4. PROTEZIONI****4.1 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI**

La protezione contro i contatti diretti sarà assicurata in modo efficace e permanente da barriere (coperchi, pannelli, scatole, porte, ecc.) la cui natura, grandezza, disposizione, stabilità, solidità ed eventualmente isolamento siano commisurati alle sollecitazioni a cui normalmente possono essere sottoposti e tali da garantire un grado di protezione non inferiore a IP4X, salvo diverse specifiche precisate nei disegni e schemi allegati.

Tutte le barriere devono essere fissate in modo stabile;

L'eliminazione di una barriera, per esempio l'apertura di una porta o la rimozione di un coperchio o pannello, deve essere possibile solo a mezzo di attrezzo o chiave o con l'interposizione di uno schermo con grado di protezione IP2X, che impedisca di toccare le parti attive rese accessibili dalla eliminazione della barriera; tale schermo una volta installato non deve poter essere tolto se non mediante attrezzo.

**4.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI PER MEZZO DI INTERRUZIONE AUTOMATICA DEL CIRCUITO ELETTRICO**

Essendo l'impianto di distribuzione di tipo TT è previsto che le linee di alimentazione e distribuzione abbiano un conduttore di protezione e che siano collegate a detto conduttore tutte le masse di tutti gli utilizzatori.

Tale conduttore sarà di sezione atta a garantire, in caso di guasto a terra, il coordinamento con le protezioni realizzate con interruttori magnetotermici differenziali, verificando la condizione prevista dall'art. 413.1.4 della Norma CEI 64-8.

Dove è previsto l'uso di apparecchiature in classe di isolamento II o con isolamento equivalente, non vi è interruzione in caso di 1° guasto a terra, essendo verificata la condizione prevista dall'art. 413.2 della Norma CEI 64-8.

Il sistema di protezione più frequentemente utilizzato in questi casi è quello con interruzione automatica del circuito mediante l'impiego di interruttori differenziali con  $I_{dn}$  non superiore a 30 mA opportunamente coordinati secondo la Norma CEI 64-8, considerando come tensione limite UL 25 V anziché 50 V come negli ambienti ordinari:

$$R_A \times I_A \leq 25$$

Dove:

$R_A$  è la somma delle resistenze del dispersore dell'impianto di terra e dei conduttori di protezione delle masse in ohm;  
 $I_A$  è la corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione in ampere.

## **5. QUADRI ELETTRICI**

La tipologia nonché il sistema di distribuzione dei quadri elettrici, sono rilevabili dagli elaborati grafici in allegato alla presente (SCHEMI UNIFILARI).

### **5.1 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE**

#### **5.1.1 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE AUTOMATICI**

La protezione delle condutture contro i sovraccarichi, cortocircuiti e contatti indiretti è realizzata tramite apparecchi di protezione di tipo modulare, passo 17,5mm idonei all'installazione su profilo normalizzato DIN, provvisti di sganciatori magnetotermici per la protezione delle linee da sovracorrenti e corto circuiti e di sganciatori differenziali ad alta sensibilità per garantire la protezione delle persone contro i contatti indiretti e nel contempo la continuità di servizio delle varie sezioni dell'impianto.

I dispositivi di protezione modulari saranno conformi alle norme CEI 23-3 IV edizione e presenteranno le seguenti caratteristiche:

Tensione nominale	230/400
Frequenza nominale	50/60Hz
Potere di interruzione di servizio (Ics)	6 kA
Potere di interruzione estremo (Icu)	10 kA
Caratteristica d'intervento	C
Temperatura di riferimento	30° C
Grado di protezione	IP20

I dispositivi di protezione in scatola isolante saranno conformi alle norme CEI e presenteranno le seguenti caratteristiche:

Tensione nominale	230/400
Frequenza nominale	50/60Hz
Potere di interruzione di servizio (Ics)	16-25 kA
Potere di interruzione estremo (Icu)	35 kA
Soglia intervento termico	(0,64-1) In
Soglia intervento magnetico	(5-10)In
Temperatura di riferimento	30° C
Grado di protezione	IP20

Le apparecchiature di protezione differenziale, di fabbricazione conforme alle norme CEI 23-18 avranno le seguenti caratteristiche:

interruttori differenziali ad alta sensibilità (0.03 A) con intervento istantaneo.

interruttori differenziali di gruppo a bassa sensibilità (fino 1A) con intervento istantaneo o ritardato (1 sec.).

In funzione delle diverse esigenze installative potranno essere utilizzati dispositivi:

di tipo AC (per sola corrente alternata) per impianti in cui si prevedono utilizzatori con eventuale corrente di terra di forma sinusoidale;

di tipo A per impianti con apparecchi utilizzatori muniti di dispositivi elettronici per raddrizzare la corrente o per regolare con il taglio di fase una grandezza fisica.

#### **5.1.2 DISPOSITIVI DI SEZIONAMENTO NON AUTOMATICI**

Ogni impianto elettrico, in ottemperanza alle prescrizioni dettate dalle norme CEI vigenti e dal D.P.R. 547/55, deve essere munito di un dispositivo di sezionamento generale che consenta di isolarlo dalla rete di alimentazione; il suddetto dispositivo deve interrompere in modo efficace tutti i conduttori attivi di alimentazione del relativo circuito e l'apertura del conduttore di neutro non deve mai avvenire prima di quella dei conduttori di fase.

**6. CANALIZZAZIONI E CAVI****6.1 CONDUTTURE**

A seconda dei diversi ambienti e delle diverse normative applicate, i cavi correranno entro i seguenti tipi di TUBAZIONI:

<b>rigide plastiche</b> (per posa in vista):	pesanti, non propaganti la fiamma, recanti marchio IMQ, piegabili a freddo o a caldo.;
<b>flessibili plastiche</b> (per posa sottotraccia):	saranno utilizzati solo i tipi pesanti, recanti il marchio IMQ;
<b>guaine flessibili</b> (per collegamenti esterni):	saranno del tipo con anima in PVC rigido, lisce internamente ed equipaggiate con bocchettoni di raccordo di tipo adatto alla guaina;
<b>tubi cavidotti</b> (per impieghi sotterranei):	saranno utilizzati solo i tipi pesanti, recanti il marchio IMQ;

Le condutture utilizzate per la realizzazione degli impianti ed ammesse dalla norma CEI 64-8/5 tabella 52C, in riferimento alla natura dei luoghi, all'accessibilità a persone o animali, alla tensione di esercizio e alle sollecitazioni meccaniche, sono le seguenti:

- condutture di qualsiasi tipo, realizzate sottotraccia ed utilizzate per l'alimentazione dei corpi illuminanti, dei rispettivi dispositivi di comando e delle prese da installarsi nei singoli locali;
- condutture realizzate mediante cavi unipolari, privi di guaina di rivestimento in opera entro tubi protettivi rigidi in PVC autoestinguente, grado di protezione minimo IP44.

I tubi protettivi sono stati scelti, in sede di progetto, in modo da assicurare un'adeguata resistenza meccanica alle sollecitazioni che possono prodursi sia durante la posa sia durante l'esercizio, in particolare saranno utilizzati:

- tubazioni in PVC flessibile, corrugato tipo pesante per i percorsi a pavimento e/o interrati;
- tubazioni in PVC flessibile, corrugato tipo leggero per i percorsi sottotraccia a parete e/o a soffitto;
- tubazioni in PVC rigido pesante, ad innesto rapido, tipo pesante per percorsi in vista a parete e/o a soffitto, grado di protezione IP44 minimo.

Tutte le tubazioni dovranno avere sezione adeguata a garantire l'infilabilità e l'eventuale sfilabilità dei cavi senza che queste operazioni comportino un deterioramento dell'isolante; a tale scopo dovranno utilizzarsi tubazioni aventi un diametro interno pari almeno a 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che esse sono destinate a contenere, con un minimo di 20mm.

I percorsi delle tubazioni dovranno essere possibilmente rettilinei, in particolare per le tubazioni da installarsi sottotraccia in modo da garantire una facile individuazione delle condutture anche dopo la finitura delle opere murarie; è preferibile che tutti i percorsi siano a pavimento ad esclusione dei tratti a parete e/o a soffitto che conducono ai frutti di comando e/o utilizzazione, alle cassette di derivazione e ai punti di installazione dei corpi illuminanti.

Le derivazioni agli apparecchi utilizzatori sono realizzate entro cassette in materiale autoestinguente aventi grado di protezione minimo IP40, poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili; tutte le tubazioni protettive dovranno entrare dai fianchi o dal fondo delle cassette, esclusivamente attraverso i fori o diaframmi sfondabili previsti dal costruttore, senza praticare allargamenti o produrre ulteriori aperture sulle pareti.

Le connessioni dei conduttori verranno realizzate tramite l'ausilio di apposite morsettiere e/o appositi giunti destinati ad assicurare una continuità elettrica duratura e un'adeguata resistenza meccanica in riferimento alle sollecitazioni provocate dalle correnti ammissibili nelle condutture in servizio ordinario e in caso di cortocircuito.

L'installazione di cassette di derivazione si renderà necessaria qualora i tratti rettilinei siano di lunghezza superiore agli 8 m, ove convergano più tubazioni e dove vi siano più di due curve consecutive.

Verranno utilizzate inoltre guaine spiralate, in materiale autoestinguente, di raccordo tra le cassette di derivazione e/o il canale e i tubi di protezione.



Nei percorsi interrati esterni sarà invece necessaria l'installazione di pozzetti in calcestruzzo quando i tratti delle condutture superano una lunghezza di 25 m e qualora siano necessari cambi di direzione.

## 6.2 CAVI ELETTRICI

Nel dimensionamento dei conduttori si è fatto riferimento alle varie condizioni di posa, alle temperature massime ammissibili in relazione al tipo di conduttore ed ai coefficienti di correzione delle portate degli stessi, relativi alla temperatura ambiente ed al numero di condutture adiacenti.

Il dimensionamento delle sezioni dei conduttori sarà eseguito in ottemperanza a quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8 in merito al coordinamento delle condutture con i propri dispositivi di protezione contro i sovraccarichi, i corto circuiti e contatti diretti e indiretti per la protezione delle persone.

Il dimensionamento delle portate dei cavi elettrici dovrà rispettare le prescrizioni dettate dalla norma CEI-UNEL 35024/1 fascicolo 3516 relativa ai cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.

In particolare la portata  $I_z$  (A) di un cavo, in una determinata condizione di installazione, si ricava con la seguente formula:

$$I_z = I_0 \times k_1 \times k_2$$

Dove:

**$I_0$**  portata in aria a 30°C relativa al metodo di installazione previsto, ricavata dalle Tabelle I o II;

**$k_1$**  fattore di correzione per temperature ambiente diverse da 30°C (Tabella III);

**$k_2$**  fattore di correzione per più circuiti installati in fascio o strato (Tabella IV, V o VI).

Il fattore  **$k_2$**  si applica quando i cavi del fascio o strato, hanno sezioni simili, cioè contenute entro tre sezioni adiacenti unificate, ad esempio 10-16-25mmq.

Se le sezioni non sono simili, il fattore di correzione diventa:

$$k_2 = 1 / \sqrt[n]{n}$$

dove  $n$  è il numero di circuiti, o di cavi multipolari, del fascio.

Il fattore di correzione  **$k_2$**  è stato calcolato assumendo che tutti i cavi siano percorsi permanentemente da una corrente pari alla loro portata; quindi tale fattore nella realtà impiantistica è molto cautelativo.

La norma ammette di trascurare i conduttori che sono caricati con una corrente inferiore al 30% della loro portata  $I_z$ , previa applicazione dei coefficienti di correzione.

Per i cavi in parallelo, la portata di  $n$  conduttori per fase di un circuito trifase si considerano  $n$  circuiti tripolari.

Si calcola quindi la portata  $I_0$  di un circuito tripolare secondo il tipo di cavo e le modalità di posa e poi si applica il fattore di correzione  **$k_2$**  relativo a  $n$  circuiti, in fascio o su strato secondo il caso.

Per i cavi di sezione oltre 70 mmq, la reattanza non è più trascurabile rispetto alla resistenza; pertanto i cavi di una stessa fase devono essere disposti per quanto possibile in modo simmetrico rispetto al centro ideale del fascio di cavi.

I conduttori da impiegarsi dovranno essere di tipo non propaganti l'incendio, secondo le Norme CEI 20-22. E precisamente:

FS17 (grado di isolamento 450/750 V):	per gli impianti in cui si utilizzano tubi protettivi in PVC o canalizzazioni in materiale termoplastico;
---------------------------------------	---

FG16OR16 0,6/1 kV (grado di isolamento 600/1000 V):	per gli impianti in cui si utilizzano tubazioni metalliche, tubazioni interrato, canalizzazioni metalliche oltre che tubazioni e canalizzazioni in materiale isolante;
---	--

In particolare, per l'alimentazione dei quadri elettrici verranno utilizzati cavi flessibili con grado di isolamento **pari a 600/1000 V**, mentre per l'alimentazione degli utilizzatori dovranno essere usati dei cavi flessibili, con grado di isolamento **almeno pari a 450/750 V**.

Nell'esecuzione degli impianti sarà posta ogni cura ai fini di una corretta segregazione fisica dei circuiti a tensione diversa ed a diverso livello di sicurezza. Si dovranno pertanto usare canalizzazioni separate tramite setti divisorii e/o tubazioni separate per il contenimento di circuiti appartenenti a categorie diverse e precisamente per i seguenti gruppi di circuiti:

Circuiti normali luce e F.M.;

Circuiti di emergenza;

Circuiti di segnalazione e chiamata;

Circuiti telematici;

In generale non è ammesso usare la stessa canalizzazione per i circuiti a tensione diversa.

Qualora in corso d'opera, in accordo con la D.L., si rendesse necessario posare conduttori di sistemi a tensione diversa nella stessa conduttura, tutti i conduttori dovranno presentare lo stesso grado di isolamento di quelli a tensione più elevata.

Le sezioni minime dei conduttori di fase impiegati nella realizzazione delle dorsali dei circuiti dovranno essere:

1,5 mmq	per i circuiti di segnalazione e comando;
1,5 mmq	per le prese da 10 A e i circuiti di illuminazione;
2,5 mmq	per le prese da 16 A, e le dorsali F.M.

Le sezioni minime dei conduttori di neutro e di protezione dovranno invece essere determinati in funzione della seguente tabella:

<b>Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio</b> mm <sup>2</sup>	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase mm <sup>2</sup>	<b>Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase</b> mm <sup>2</sup>
minore o uguale a 16	sezione del conduttore di fase	2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente
maggiore di 16 e minore o uguale a 35	16	16
maggiore di 35	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme

I cavi unipolari di tipo FS17 per energia saranno contraddistinti dalle seguenti colorazioni:

nero, grigio, marrone	fase delle linee illuminazione, fase delle linee prese 2x10/16 A, fase delle linee F.M.;
blu chiaro	Conduttori di neutro;
giallo-verde	conduttori di protezione ed equipotenziali.

Per i cavi multipolari di tipo FG16OR16 0,6/1 kV, saranno utilizzate le colorazioni delle anime dei singoli conduttori, per tale individuazione **non saranno ammesse nastrature di nessun tipo, soprattutto per i conduttori di protezione**. I cavi di energia unipolari, invece, saranno opportunamente contrassegnati con fascette o collari in PVC.

Non saranno ammessi altri colori, con la sola eccezione per gli impianti di categoria zero e per i circuiti di comando, purché diversi da quelli sopra elencati e comunque ammessi dalla Tabella CEI-UNEL 00722.

Tutti i cavi dovranno riportare stampigliato oltre al marchio IMQ, la sigla di designazione secondo le tabelle CEI-UNEL 35011, il numero di conduttori per la sezione ed il nome del costruttore.

Tutti i cavi saranno provvisti alle due estremità di opportuni contrassegni di origine e destinazione, e di opportuni contrassegni di identificazione lungo i percorsi nelle canalizzazioni portacavi.

I singoli circuiti utilizzatori dovranno essere opportunamente distribuiti sulle diverse fasi in modo da contenere il più possibile lo squilibrio delle correnti di linea.

La differenza fra tensione a vuoto e la tensione a carico riscontrata in qualsiasi punto dell'impianto quando siano inseriti gli utilizzatori ammessi a funzionare contemporaneamente, mantenendo costante la tensione di alimentazione, non deve superare il 4%, rispetto alla tensione misurata contemporaneamente all'inizio ed alla fine dell'impianto stesso.

In ogni caso la portata massima di corrente, indipendentemente dalle sezioni ricavate in funzione della caduta di tensione, non deve essere inferiore a quella ricavabile dalle Tabelle CEI-UNEL 35024/1.

### 6.3 TABELLE DI DIMENSIONAMENTO CAVI

**COEFFICIENTI DI CORREZIONE K<sub>1</sub> PER TEMPERATURA AMBIENTE  
NORME CEI-UNEL 35024/1**

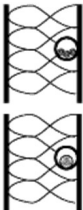
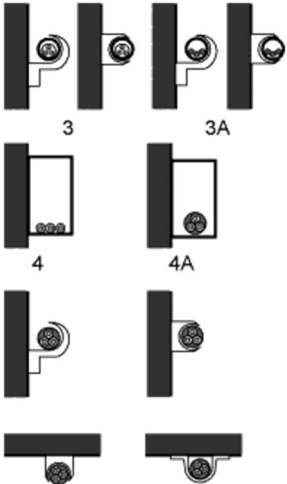
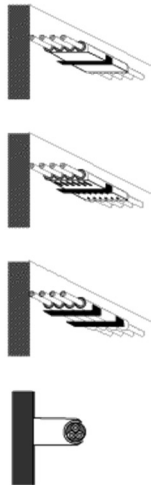
<i>Temperatura ambiente (°C)</i>	<i>PVC</i>	<i>EPR</i>
10	1.22	1.15
15	1.17	1.12
20	1.12	1.08
25	1.06	1.04
30	1.00	1.00
35	0.94	0.96
40	0.87	0.91
45	0.79	0.87
50	0.71	0.82
55	0.61	0.76
60	0.50	0.71
65	-	0.65
70	-	0.55
75	-	0.50
80	-	0.41


<b>Massima temperatura di servizio per gli isolanti più comunemente usati per cavi BT</b>	
<b>Tipo di isolamento</b>	<b>Temperatura massima di servizio °C (1)</b>
Cloruro di polivinile (PVC)	Conduttore: 70°
Polietilene reticolato (XLPE) ed etilen-propilene (EPR)	Conduttore: 90°
Minerale (con guaina in PVC oppure nudo ed accessibile)	Guaina metallica: 70°
Minerale(nudo e non accessibile e non in contatto con materiali combustibili)	Guaina metallica: 105° (2)

**NOTE:**  
(1) Le massime temperature di servizio indicate in questa tabella sono tratte dalle pubblicazioni IEC 502 (1983) e 702 (1981)





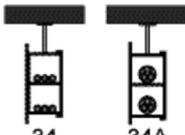
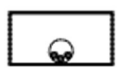




(2) Per i cavi con isolamento minerale possono essere ammesse temperature di servizio più elevate in funzione delle temperature ammissibili per il cavo e le sue terminazioni, delle condizioni ambientali e di altre influenze esterne.

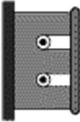

**SINTESI DELLE MODALITA' DI POSA – Tab. 1**

Esempio	Descrizione	n. di riferim.	gruppo
	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolati	1	a
	Cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolati	2	a'
	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti	3	b
	Cavi senza guaina in tubi protettivi non circolari posati su pareti	3A	b'
	Cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti	4	b
	Cavi multipolari in tubi protettivi non circolari posati su pareti	4A	b'
	Cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, e cavi con isolamento minerale: - posati su o distanziati da pareti	11	c
	- fissati su soffitti	11A	c
	- su passerella non perforata con cavi unipolari disposti a trifoglio	12	e
	- su passerella perforata	13	f
	- su mensole	14	f
	- fissati da collari	15	g
	Cavi multipolari (o unipolari con guaina) in cavità di struttura	21	b'

	Cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati in cavità di struttura	22	b
---	--	----	---

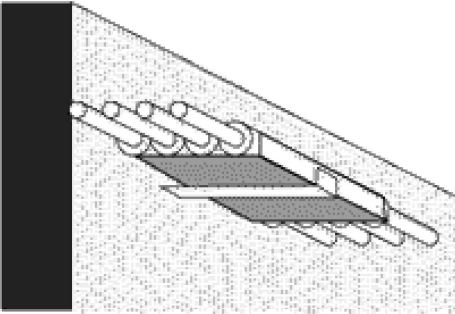
**SINTESI DELLE MODALITA' DI POSA – Tab. 2**

Esempio	Descrizione	n. di riferim.	gruppo
	Cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi non circolari annegati nella muratura	24	b
	Cavi multipolari (o unipolari con guaina) in tubi protettivi non circolari annegati nella muratura	24A	b
	Cavi senza guaina e cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali posati su parete: - con percorso orizzontale	31	b
	- con percorso verticale	32	b
	Cavi senza guaina in canali sospesi	34	b
	Cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali sospesi	34A	b'
	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro cunicoli chiusi, con percorso verticale o orizzontale	41	b
	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro cunicoli ventilati incassati nel pavimento	42	b
	Cavi unipolari con guaina e multipolari posati in cunicoli aperti o ventilati con percorso orizzontale o verticale	43	b'
	Cavi multipolari (o cavi unipolari con guaina) posati direttamente entro pareti termicamente isolanti	51	a'

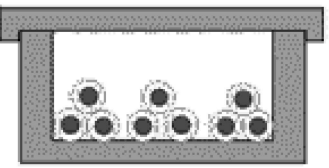
	Cavi senza guaina posati in elementi scanalati	71	a
	* circuiti per TV ** circuiti per telecomunicazioni Cavi senza guaina posati in canali provvisti di elementi di separazione	72	b

## ESEMPI ED APPLICAZIONI DI POSA

### Posa cavi in canale e su piastrelle



Cavi su passerella




Cavi in canale

**Principali regole**

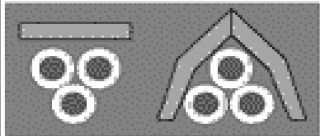
- Interdistanza minima tra passerelle sovrapposte 20 cm
- Cavi senza guaina solo per posa in canale conforme a Norma CEI 23-31 o 23-32
- Giunzioni ammesse nel canale solo se accessibili, previste dal costruttore e con grado  $\geq IP20$
- Non caricare più di quanto ammesso dal costruttore (0,13 kg per ogni cm<sup>2</sup> di superficie utile)
- Rispettare l'interdistanza dei sostegni indicata dal costruttore
- Accertarsi della tenuta dei tasselli di fissaggio

### Posa di cavi interrati



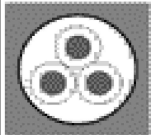
**Cavi direttamente interrati senza protezione**

**Principali regole**



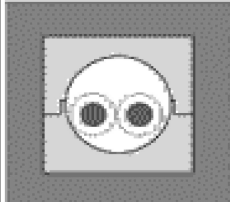
**Cavi direttamente interrati con protezione meccanica supplementare: lastra piana oppure apposito tegolo**

**Interrimento minimo di 0,5 dalla superficie del suolo se il cavo non è protetto da manufatti**



**Cavi in tubo interrato**

**Guaina dichiarata idonea dal costruttore: isolante tipo G5 o G7 - N/VV-K**



**Cavi in cunicolo interrato**

**Interrimento diretto (senza protezione meccanica) solo per cavi armati**

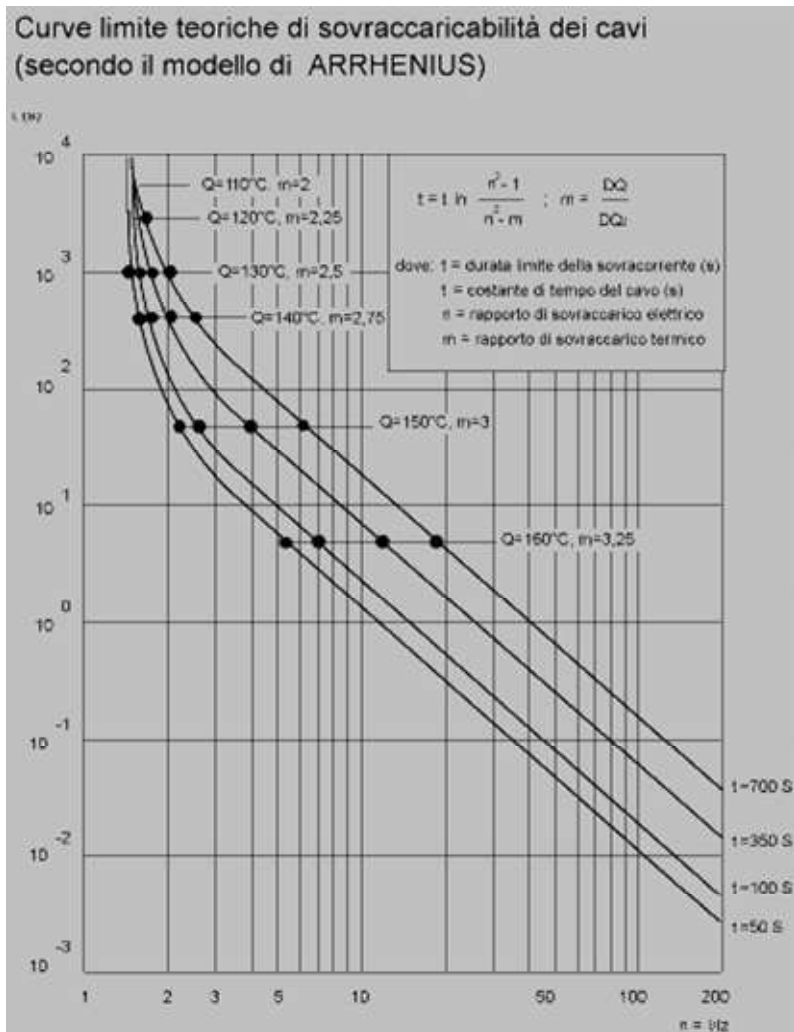
### PORTATA I<sub>z</sub> DEI CAVI IN EPR E PVC A 30°C TRATTE DA TABELLA CEI-UNEL 35024-1


Tratte da tabella I e II CEI- UNEL 35024-1																	
Gruppo	Isolante	Cond. att.	Sezione nominale mm <sup>2</sup>														
			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
	EPR	2	19	26	36	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424
		3	17	23	31	40	64	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380
a1	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
	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	233	269	309	353	415
		3	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	275	314	369



	EPR	2	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	402	472	555
		3	20	28	37	48	66	86	117	144	175	222	269	312	355	417	490
b1	PVC	2	16,5	23	30	38	52	69	90	111	133	168	201	232	258	294	344
		3	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	176	206	225	255	297
	EPR	2	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	334	384	459
		3	19,5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	300	340	398
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
	EPR	2	24	33	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	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	-	-	-	-
e	PVC	2	19,5	26	35	46	63	85	110	137	167	216	364	308	356	409	485
	EPR	3	24	33	45	58	80	107	135	169	207	268	328	383	444	510	607
f	PVC	2	22	30	40	52	71	96	131	162	196	251	304	352	406	463	546
		3	19,5	26	35	46	63	85	114	143	174	225	275	321	372	427	507
	EPR	2	27	37	50	64	88	119	161	200	242	310	377	437	504	575	679
		3	24	33	45	58	80	107	141	176	216	279	342	400	464	533	634
g	PVC	2	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281	341	396	456	521	615
		3	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569
	EPR	2	-	-	-	-	-	-	182	226	275	353	430	500	577	661	781
		3	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719
cavi interrati	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
	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

**CURVE LIMITE DI SOVRACCARICABILITA' DEI CAVI  
( Secondo il modello di ARRHENIUS)**



Codici di individuazione dei conduttori (tratto per la parte normalizzata da Norma CEI 16-4)					
Designazione dei conduttori		Individuazione			
		Notazione alfanumerica normalizzata	Simbolo grafico normalizzato	Colore	
				Normalizzato	consigliato
Sistema di alimentazione in corrente alternata	Fase 1	L1		Non specificato	Nero o marrone
	Fase 2	L2		Non specificato	Nero o marrone
	Fase 3	L3		Non specificato	Nero o marrone
	Neutro	N		Blu chiaro	Blu chiaro
Apparecchio in corrente alternata	Fase 1	U		Non specificato	Nero o marrone
	Fase 2	V		Non specificato	Nero o marrone
	Fase 3	W		Non specificato	Nero o marrone
Sistema in corrente continua	Positivo	L+	$\pm$	Non specificato	Rosso
	Negativo	L-		Non specificato	Nero
	Conduttore mediano	M		Blu chiaro	Blu chiaro
Conduttore di protezione terra		PE		Giallo verde	Giallo verde
Terra		E		Non specificato	Bianco (*)
Terra senza disturbi		TE		Non specificato	Bianco (*)
Ritorni o altri circuiti diversi dai suddetti		Libera (con esclusione delle sigle sopra indicate)			Grigio, arancione, rosa, turchese, violetto

(\*) quando la terra non è idonea alla protezione contro i contatti indiretti ed è perciò vietato utilizzare il colore giallo verde

## SISTEMA DI SIGLATURA DEI CAVI

Sistema internazionale di designazione dei cavi			
Ordine di lettura	Caratteristiche considerate	Sigle distintive	Significato
1	Stato di armonizzazione	H	Cavo di tipo armonizzato (Valido nei Paesi CEE)
		A	Cavo di tipo nazionale (autorizzato)
		N	Altro tipo di cavo nazionale
2	Tensione nominale $U_0/U$		$U_0/U$ (v)
		01	Minore di 300/300
		03	Uguale a 300/300
		05	Uguale a 300/500
		07	Uguale a 450/750
		1	Uguale a 0,6/1 kV
3	Tipo di isolante	B	Gomma etilenpropilenica
		B3	Gomma butilica
		J	Treccia di fibra di vetro
		M	Minerale
		N	Policloroprene (o materiale equivalente)
		R	Gomma naturale o gomma stirene-butadiene
		S	Gomma siliconica
		V	Polivinilcloruro (PVC) di uso comune
		X	Polietilene reticolato
4	Rivestimenti metallici	A	Conduttore concentrico di alluminio
		A5	Guaina in alluminio a nastro
		A7	Schermo di alluminio
		C	Conduttore concentrico di rame
		C2	Guaina di rame
		C4	Schermo a treccia di rame sull'insieme delle anime
		C7	Schermo di rame a fili, piattine o nastri
		F	Guaina di acciaio
		K	Guaina di zinco
5	Armatura	Z2	Armatura a fili rotondi di acciaio
		Z3	Armatura a piattine di acciaio
		Z4	Armatura a nastri di acciaio
		Y2	Armatura a fili rotondi di alluminio
		Y3	Armatura a piattine di alluminio
6	Guaina	B	Gomma etilenpropilenica
		B3	Gomma butilica
		J	Treccia di fibra di vetro
		M	Minerale
		N	Policloroprene (o materiale equivalente)

		R	Gomma naturale o gomma stirene-butadiene
		S	Gomma siliconica
		V	Polivinilcloruro (PVC) di uso comune
		X	Polietilene reticolato
7	Costruzione speciale	nessuna	Cavo rotondo
		D3	Organo portante posto al centro del cavo
		D4	Cavo autoportante
		H	Cavi piatti divisibili con o senza guaina
		H2	Cavi piatti non divisibili
		H3	Cavi piatti con anime distanziate da un listello
8	Materiale del conduttore	nessuna	Rame
		A	Alluminio
		Z	Conduttore di materiale e/o forma speciali
9	Forma del conduttore	F	Conduttore flessibile di un cavo flessibile per un servizio mobile
		H	Conduttore flessibilissimo di un cavo flessibile per servizio mobile
		K	Conduttore flessibile di un cavo per installazione fissa
		R	Conduttore rigido, rotondo, a corda
		S	Conduttore rigido, settoriale, a corda

#### 6.4 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI ELETTRICI

Nel dimensionamento delle sezioni dei conduttori, la caduta di tensione (per impianto funzionante a pieno carico) è stata contenuta entro il 4% della tensione nominale.

Il calcolo della caduta di tensione è stato verificato con il metodo della c.d.t. industriale secondo la seguente formula:

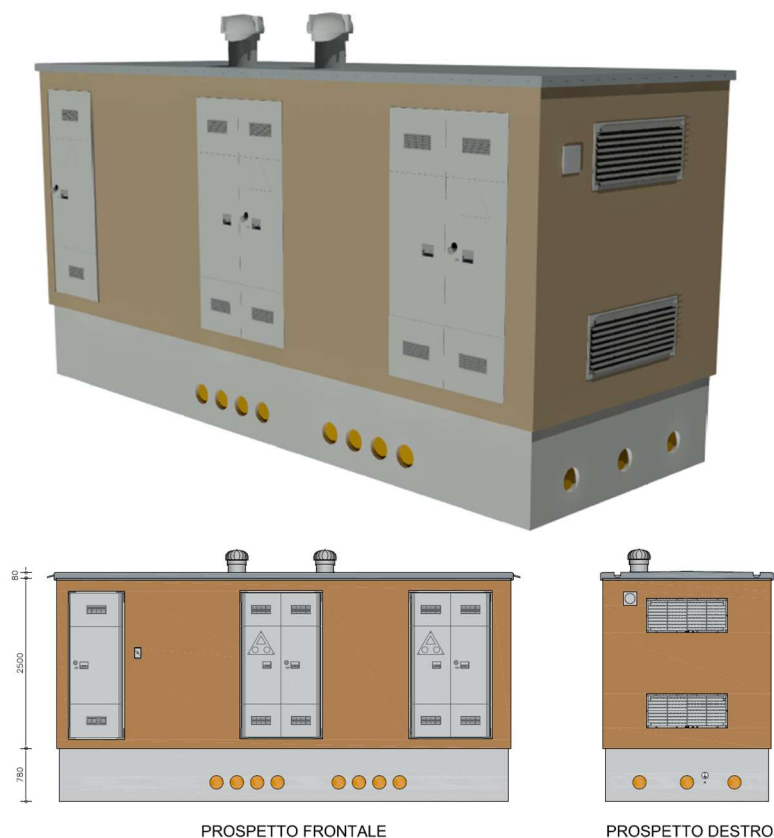
$$\Delta V = I_b \times Z_l = K \times I_b \times \sqrt{R_l^2 + X_l^2}$$

dove  $I_b$  = corrente di impiego  $I_b$  o corrente di taratura  $I_n$  espressa in A;

$R_l$  = resistenza (alla  $T_R$ ) della linea in  $\Omega$ ;

$X_l$  = reattanza della linea in  $\Omega$ ;

K = 2 per linee monofasi e 1,73 per linee trifasi.

**7. CABINA ELETTRICA PREFABBRICATA**


PROSPETTO FRONTALE

PROSPETTO DESTRO

La cabina tipo FG2061UT è stata progettata seguendo le prescrizioni **e-distribuzione DG 2061** e le **Norme CEI 0-16**.

La struttura è realizzata ad elementi componibili prefabbricati in calcestruzzo armato vibrato tali da garantire pareti interne lisce e senza nervature e una superficie interna costante lungo tutte le sezioni orizzontali. Le pareti (esterne ed interne) con spessore 9cm ed il pavimento sopraelevato con spessore 10cm rispettano quanto previsto nelle prescrizioni **e-distribuzione DG 2061**.

La copertura piana è calcolata per un carico uniformemente distribuito determinato secondo quanto previsto dal D.M.del 17/01/2018 ed è impermeabilizzata mediante stesura a caldo di doppia guaina bituminosa.

Nella cabina, vengono realizzati dei pannelli intermedi atti a ricavare, nel caso in oggetto, quattro locali (E-distribuzione, misura, locale UTENTE MT-BTe locale tecnico utente) dove vengono installate porte in resina del tipo Omologato E-Distribuzione U.E. DS 919 complete di serratura e di finestrini di aerazione in resina U.E. DS 927 e/o porte in lamiera zincata con relativa serratura a cilindro.

La struttura della cabina ha le seguenti dimensioni:

- lunghezza interna: 12,50 m;      - lunghezza esterna: 12,68 m;
- larghezza interna: 2,30 m;      - larghezza esterna: 2,48 m;
- altezza interna: 2,38 m;      - altezza esterna: 2,56 m;
- locale e-distribuzione: 5,53 x 2,3 m.

I locali ricavati all'interno della cabina hanno le seguenti dimensioni:

- locale misure: 0,9 x 2,3 m;
- locale utente MT/BT: 4,6 x 2,3 m;
- locale tecnico utente: 1,2 x 2,3 m.

Prima della posa della cabina sarà realizzata la platea di fondazione prefabbricata a vasca, realizzata con calcestruzzo Rck 350 dosato con cemento 525, armatura con rete elettrosaldata in acciaio B450C collegata all'impianto di messa a terra per garantire l'equipotenzialità, compresi fori flangiati per ingresso/uscita tubazioni passaggio dei cavi. E' compreso, inoltre, il pavimento autoportante completo dei fori di accesso al vano sottostante.

La platea ha le seguenti dimensioni:

- lunghezza: 12,50 m;
- larghezza: 2,30 m;
- profondità: 0,70 m.

## **8. CABINA MT/BT E LOCALE UTENTE**

### **8.1 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE**

#### **8.1.1 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE NORMALE**

L'illuminazione normale a servizio della cabina viene realizzata per mezzo di lampade con sorgente LED e grado di protezione IP55.

Tali corpi illuminanti vengono alimentati per mezzo di conduttori tipo FS17 Sez.(2x2.5)mmq alloggiati all'interno di tubazioni in PVC a vista.

Sono inoltre previste le cassette di derivazione, da collocare ove convergano più tubazioni, dove i tratti rettilinei siano superiori agli 8 m e dove sono necessarie più di 2 curve; le cassette da incasso; i frutti di comando, da installarsi ad un'altezza di 1.2m e le tubazioni, i conduttori e tutti gli accessori di completamento.

All'atto dell'installazione dei corpi illuminanti si dovrà verificare che essi siano provvisti di morsetto di messa a terra se in classe I, e quindi si dovrà effettuare il loro collegamento all'impianto di protezione; nel caso essi siano in classe II ovvero a doppio isolamento o isolamento rinforzato non dovrà essere realizzato il loro collegamento al conduttore di protezione che resterà in tal modo inutilizzato e dovrà essere pertanto isolato.

#### **8.1.2 ILLUMINAZIONE D'EMERGENZA**

L'illuminazione di emergenza è prevista per essere utilizzata in caso di mancanza dell'illuminazione normale ed è quindi alimentata da una sorgente di energia indipendente.

L'illuminazione di emergenza distingue 2 diverse applicazioni specifiche: l'illuminazione di sicurezza e l'illuminazione di riserva.

Lo scopo dell'illuminazione di sicurezza è consentire l'esodo sicuro da un luogo in caso di mancanza della normale alimentazione.

Lo scopo dell'illuminazione di riserva è di consentire il proseguo della normale attività senza sostanziali cambiamenti.

L'illuminazione di sicurezza, normativamente, è suddivisa in:

Illuminazione di sicurezza per l'esodo;

Illuminazione di sicurezza antipánico di aree estese;

Illuminazione di sicurezza aree ad alto rischio.

In questo progetto, non essendo presenti aree ad alto rischio, si sono considerate soltanto l'illuminazione di sicurezza per l'esodo e l'illuminazione di sicurezza antipánico di aree estese.

### **8.2 IMPIANTO FORZA MOTRICE**

L'impianto forza motrice è costituito dalle dorsali di alimentazione degli apparecchi utilizzatori realizzate con conduttori in cavo FG16OR16.

I frutti installati, dove indicato nelle tavole planimetriche, saranno del tipo presa bipasso 10-16 A e come i frutti di comando dell'impianto di illuminazione, anche le scatole i supporti e le placche di chiusura saranno a marchio IMQ, di fabbricazione conforme alle norme CEI, e verranno installati ad un'altezza minima di 175 mm dal pavimento.

### **8.3 IMPIANTO DI TERRA ED EQUIPOTENZIALE CABINA MT/BT**

#### **Protezione contro i contatti indiretti per mezzo di collegamento equipotenziale**

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti conduttrici accessibili in prossimità degli impianti elettrici e degli apparecchi utilizzatori che, normalmente non in tensione, possono essere soggette ad una differenza di potenziale a causa di un guasto o del cedimento dell'isolamento principale.

Per ottenere quanto sopra, oltre alla protezione per mezzo di interruttori differenziali aventi idonea corrente di intervento Id collocati a protezione delle linee in partenza dal quadro elettrico, è necessario il collegamento all'impianto di terra di



tutte le masse e masse estranee (sistemi di tubazioni metalliche destinate ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque e/o altri fluidi e tutte le altre masse accessibili presenti nelle vicinanze dell'impianto elettrico).

## **9. CABLAGGIO STRUTTURATO RETI LAN**

### **9.1 DEFINIZIONI**

Le reti locali sono sistemi coerenti di interconnessione tra dispositivi che consentono la condivisione di informazioni e risorse.

Il cablaggio strutturato è una tipologia di rete informatica che identifica una infrastruttura integrata per l'implementazione di servizi, di cui i principali sono l'utilizzo della fonia e dei dati. Esso permette di fruire dei servizi per la trasmissione dei dati, mediante l'integrazione di diverse tipologie di interfacce, sia con collegamenti fisici, come la fibra ottica ed il cavo in rame, che con l'etere mediante le reti wireless.

Il cablaggio strutturato è composto sia da una parte passiva identificata da cavi, prese utente, armadi rack, connettori e permutatori (patch panel) per i cavi in rame e cassette ottici per cavi in fibra, che da parte attiva, identificata con router, switch ed access point.

Le norme di riferimento standard internazionali per il cablaggio strutturato delle reti sono le seguenti:

- EIA/TIA 568A (Electronic Industries Alliance/Telecommunication Industries Association);
- ISO/IEC 11801 (International Standard Organization/International Electrotechnical Commission);
- CEI EN 50173 (European Norms emesse dal Comitato Tecnico CENELEC).

La scelta dei tipi di rete e di cavi dipenderà dal tipo di dispositivi da collegare, dalla loro posizione e dal modo in cui verranno utilizzati.

### **9.2 RETE LAN CON CABLAGGIO STRUTTURATO**

Una LAN è un sistema di comunicazione che permette ad apparecchiature indipendenti di comunicare tra di loro, entro un'area delimitata, utilizzando un canale fisico a velocità elevata e con basso tasso d'errore. In generale, anche se non unicamente, le reti LAN utilizzano l'infrastruttura di telecomunicazioni rappresentata dal cablaggio strutturato. La sintesi del quadro normativo per la progettazione e realizzazione di questa infrastruttura con tutti i riferimenti specifici applicabili è contenuto nella Guida CEI 306-10. In particolare le Norme relative ai criteri di installazione sono contemplate nella norma CEI EN 50174-2 e CEI EN 50174-3 (quest'ultima è da considerare nei limiti del campo di applicazione del DM 37/08).

Nell'ottica della sicurezza si farà anche riferimento alla norma CEI EN 50310 (Prescrizioni per il collegamento equipotenziale) e poiché la produzione della Dichiarazione di Conformità ai sensi del DM 37/08 presuppone l'esito positivo di verifiche, si indica anche la CEI EN 50346 (Prova del cablaggio installato).

Le prestazioni installative generali a cui si presterà attenzione sono dettate dalla norma CEI EN 50173-1.

La categoria attesta le caratteristiche trasmissive del singolo componente, escludendo il contesto installativo. La classe, invece, è riferita alle prestazioni di ogni singola linea.

L'estratto della Tabella CEI EN sottostante, riporta le Classi e Categorie raccomandate nel progetto.

Frequenza trasmissione	Categoria	Classe	ISO/IEC 11801	EIA/TIA 568A	CEI EN 50173
fino a 100 MHz	5	D	X	X	X
	5e	D 2000	X	X	X
fino a 250 MHz	6	E		X	
fino a 600 MHz	7	F		X	
2 GHz	fibra ottica	Ottica	X	X	X

### 9.3 REQUISITI E NORME DI RIFERIMENTO

Le principali proprietà e caratteristiche delle reti locali dovranno essere:

- l'elevata velocità
- le basse probabilità di errore
- l'elevata affidabilità
- l'espansibilità

La topologia di una rete locale indica come le diverse stazioni sono collegate al mezzo trasmissivo. Le principali topologie della rete locale saranno:

- a stella
- ad anello
- a bus o dorsale
- ad albero

Il cablaggio strutturato dovrà integrare i principali sistemi di distribuzione di segnali in un edificio: telefonia e rete dati. Dovrà eliminare costi rilevanti di modifica dell'impianto conseguenti alla dinamica di utilizzo futuro dell'edificio e l'estensione ad altri sistemi che trasmettono e ricevono segnali su una infrastruttura fisica comune.

Le reti dovranno inoltre essere conformi alle norme accettate a livello nazionale ed internazionale ed essere in grado di evolvere in modo da crescere nel tempo secondo le esigenze della committenza senza significativi cambiamenti strutturali.

Per la realizzazione di un cablaggio strutturato ad elevate prestazioni, oltre alla qualità propria dei componenti, è indispensabile garantire una corretta installazione di tutti i componenti. Le infrastrutture dei cablaggi secondo lo standard CEI EN 50174 richiedono la predisposizione di opere edilizie adeguate, quali:

- spazi dedicati per l'installazione degli armadi
- canalizzazioni per il cablaggio di dorsale
- canalizzazioni per il cablaggio orizzontale

Le canalizzazioni per il cablaggio orizzontale, generalmente, rappresentano uno dei fondamentali problemi in fase di realizzazione dell'impianto; ad esempio, l'incongruenza tra le predisposizioni realizzate e le necessità di posa secondo l'architettura di rete voluta. Un efficace coordinamento tra lavori edili e predisposizione delle tubazioni per il cablaggio strutturato risolverà questo genere di problematiche. L'installatore dovrà prestare attenzione alla:

- verifica che la massima lunghezza del cavo nel cablaggio orizzontale o di piano rispetti la normativa di riferimento per i cavi CEI EN 50288;
- verifica dell'etichettatura e del raggio di curvatura dei cavi;

- stesura ed inserimento dei cavi nei cavidotti, affinché si eviti la mescolanza con quelli elettrici e/o di antenne e causi problemi di interferenze, malfunzionamenti e una difficile identificazione in fase di collegamento;
- misurazione di parametri fondamentali come il NEXT (segnale di disturbo che si induce all'inizio di una coppia quando viene generato un segnale all'inizio della coppia adiacente).

Si dovranno prevedere eventuali upgrade futuri e dotare l'Armadio Rack di sistemi di raffreddamento, ventilazione, nomenclatura, e quant'altro risulti opportuno e garantisca un sistema di qualità conforme alla norma CEI EN 50174.

## **9.4 COMPONENTI PRINCIPALI DEL CABLAGGIO STRUTTURATO**

### **9.4.1 COMPONENTI PASSIVI**

- Armadio Rack di distribuzione cui sono installati i pannelli di permutazione, e che ospitano apparati attivi;
- Patch panel - Pannello di permutazione a cui si attestano i connettori dei cavi di dorsale e di distribuzione;
- Equipment Cable - Cavo di apparato per interconnettere gli apparati ai pannelli di permutazione;
- Patch cord - Cavo di Permutazione che consente di interconnettere i cavi entranti con quelli uscenti, oppure i cavi di apparato con i cavi di dorsale e/o con i cavi della distribuzione orizzontale;
- Patch cord - Cavo di Permutazione che consente l'interconnessione tra la presa utente e le apparecchiature al posto di lavoro;
- -Presa (da parete, a torretta, da tavolo, etc.) a cui l'utente può collegare i propri sistemi (telefono, computer, etc.).

La distribuzione planimetrica, spaziale e funzionale degli elementi passivi di cablaggio seguirà opportuni criteri di minimizzazione di distanze e ingombri disponibili nell'edificio e rispetterà rigorosamente le indicazioni progettuali e/o della Direzione Lavori.

### **9.4.2 CAVIDOTTI INTERRATI**

Tutto il cablaggio dovrà essere realizzato in conformità alle prescrizioni antincendio e alle condizioni di installazione previste per l'ambiente di posa.

I conduttori dovranno essere posati entro cavidotti interrati, di tipo corrugato o rigido, realizzati in materiale idoneo all'impiego previsto e dotati di adeguata resistenza meccanica, conformemente alle normative vigenti. Il grado di protezione e le caratteristiche costruttive dei cavidotti dovranno essere compatibili con le condizioni del terreno, con i carichi sovrastanti e con la destinazione d'uso delle aree interessate.

La posa dovrà avvenire entro scavo predisposto, alla profondità prevista dal progetto e secondo le indicazioni della Direzione Lavori, comprensiva di eventuale letto di sabbia, protezione meccanica superiore, nastro segnalatore e successivo reinterro con materiali idonei. La tipologia dei cavidotti sarà definita in funzione della destinazione d'uso dell'impianto, delle caratteristiche del tracciato e delle interferenze con eventuali sottoservizi esistenti.

I cavidotti dovranno terminare in pozzetti o manufatti di derivazione e ispezione di dimensioni adeguate, tali da consentire la corretta infilatura e posa dei cavi senza sottoporli a curvature eccessive. Non dovranno pertanto essere realizzate curve con raggio interno inferiore a 6 volte il diametro interno del cavidotto, ovvero inferiore a 10 volte il diametro interno del cavidotto per diametri superiori a 50 mm.

I cavi non dovranno essere sottoposti a raggi di curvatura eccessivamente ridotti. In particolare, dovranno essere rispettati i seguenti valori minimi:

- **$R_{min} = 8 \times d$**  durante l'installazione
- **$R_{min} = 4 \times d$**  in esercizio

dove:

- **$R_{min}$**  = raggio minimo di curvatura
- **$d$**  = diametro esterno del cavo

#### **9.4.3 TIPOLOGIE DI CAVI**

I cavi di dorsale, di distribuzione, di permutazione o d'utente (in rame o a fibre ottiche) usati per raccordare i terminali d'utente alle prese d'utente e queste ultime ai pannelli di permutazione, o ancora per raccordare gli apparati attivi ai pannelli di permutazione o questi ultimi tra di loro, saranno conformi alle indicazioni della norma CEI EN 50290-4-2. Tali mezzi trasmissivi normalmente utilizzati nel cablaggio strutturato saranno di tipo a coppie ritorte (twisted pair). I formati previsti saranno di 24 o 22 AWG per il cavo posato ed in genere 24 AWG per i cordoni di permutazione.

Le guaine contenenti i cavi saranno del tipo PVC o LSZH (Low smoke zero halogen), conformi alle norme di riferimento CEI EN 50267-2 e CEI 20-38 (CEI 20-37/0; CEI 20-37/4-0; CEI 20-37/6), quindi in grado di garantire, in caso d'incendio, una produzione contenuta di fumi opachi, gas tossici e corrosivi.

Le tipologie di cavi previste saranno le seguenti:

- UTP (Unshielded Twisted Pair): cavo composto da 8 fili di rame intrecciati a coppie, le cui coppie sono a loro volta intrecciate tra loro. Non schermato.
- FTP (Foiled Twisted Pair): cavo composto da 8 fili di rame intrecciati a coppie, ove ogni coppia è intrecciata con le altre e presenta una schermatura esterna in lamina d'alluminio.
- STP (Shielded Twisted Pair): cavo con duplice schermatura in lamina d'alluminio, una per ogni coppia e una esterna. Composto da otto fili di rame intrecciati a coppie, inoltre ogni coppia è intrecciata con le altre. L'intreccio dei fili ha lo scopo di ridurre le interferenze, i disturbi e limitare il fenomeno del crosstalk.
- Fibra ottica: supporto di trasmissione composto da un'anima di vetro o plastica rivestita da una placcatura protettiva. La fibra ottica viene contraddistinta da due numeri n/m, dove n è il diametro della parte conduttrice di luce ed m il diametro della parte esterna. I segnali vengono trasmessi come impulsi luminosi ed inseriti nella fibra da un emettitore luminoso, un laser o un LED.

Il connettore modulare 8P8C (RJ-45) sarà utilizzato come interfaccia fisica per il cablaggio della rete secondo gli standard Ethernet / IEEE 802. In merito alle lunghezze dei collegamenti, lo standard ISO 11801 fissa la lunghezza massima del cavo di collegamento tra le Prese Utenti ed il Patch Panel.

#### **9.4.4 PRESCRIZIONI DI POSA**

La posa in opera dei cavi dovrà essere eseguita a regola d'arte, con la massima cura, nel rispetto delle prescrizioni del Costruttore, delle normative vigenti e delle condizioni di posa interrata previste dal progetto.

I cavi dovranno essere posati entro cavidotti interrati preventivamente predisposti, avendo cura di verificare, prima dell'infilaggio, la continuità, la pulizia e la perfetta integrità delle tubazioni e dei relativi raccordi. I cavidotti e gli accessori non dovranno presentare schiacciature, deformazioni, lesioni o sbavature, sia dovute a difetti di produzione sia derivanti dalle operazioni di cantiere.

La posa dei cavidotti dovrà avvenire entro scavo realizzato alle quote di progetto, su fondo adeguatamente regolarizzato e, ove previsto, su letto di sabbia o materiale idoneo, con successiva protezione meccanica superiore, posa di nastro segnalatore e reinterro eseguito secondo le prescrizioni della Direzione Lavori. Dovrà inoltre essere posta particolare attenzione alla corretta separazione da eventuali altri sottoservizi interferenti.

Durante le operazioni di infilaggio dovranno essere rigorosamente rispettati i raggi minimi di curvatura e gli sforzi massimi di trazione indicati dal Costruttore. I cavi non dovranno in alcun modo subire torsioni; a tal fine si raccomanda l'impiego di idonee bobine svolgicavo e di attrezzature atte a garantire uno svolgimento controllato e progressivo.

Particolare attenzione dovrà essere posta al fine di evitare che i cavi vengano trascinati su superfici abrasive, schiacciati, urtati o comunque sottoposti a sollecitazioni meccaniche tali da alterarne le caratteristiche prestazionali e funzionali.

I cavi dovranno essere identificati in modo univoco in corrispondenza dei pozzetti, dei punti di derivazione, dei quadri elettrici, degli armadi e delle cassette di attestazione. Le fascette identificatrici non dovranno essere serrate al punto da deformare il cavo, onde evitare alterazioni delle relative caratteristiche prestazionali.

All'interno dei quadri e degli armadi dovranno inoltre essere previsti adeguati sistemi di passaggio, contenimento e ordinamento dei cavi, nonché una chiara identificazione delle linee, tale da consentire una rapida individuazione dei circuiti e agevolare le future operazioni di manutenzione e verifica.

## 9.5 TIPOLOGIE DI RETE

Il Comitato Internazionale IEEE 802 (Institution of Electrical and Electronics Engineering) ha sviluppato negli anni diversi standard di reti locali.

I principali standard applicativi utilizzati sono i seguenti:

1. Rete Token ring, (IEEE 802.5) o rete ad "anello" a 4 o 16 Mbit/s che, come suggerito dal nome, è caratterizzata da un anello continuo che passa attraverso ogni dispositivo. Questo assicura che i segnali inviati da un dispositivo siano visti da tutti gli altri con un meccanismo di "passaggio del testimone", cioè un tipo di rete ad anello in cui la determinazione di quale calcolatore abbia diritto a trasmettere avviene tramite un particolare messaggio, detto token (gettone). La configurazione fisica è spesso realizzata a stella tramite l'uso di concentratori (Hub).

2. Rete Ethernet e Fast Ethernet (rispettivamente IEEE 802.3 e IEEE 802.3u) su cavo in rame o fibra ottica che usa un protocollo di rete a 10 e 100 Mbit/s. Il cablaggio della rete è in genere caratterizzato dai seguenti standard:

- 10/100 Base-TX (cavo U/UTP Cat. 6) - 100 Base-FX (Fibra multimodale)

(NOTA: Lo standard applicativo 10BaseT eventualmente previsto, utilizza il doppino telefonico UTP per realizzare i collegamenti ed ammette la connessione di due sole stazioni nella modalità punto-punto (Standard di tipo link). La velocità di trasmissione è pari a 10 Mbit/s e la lunghezza massima di ciascun segmento è di 100 m).

3. Rete Gigabit Ethernet su cavo in rame o fibra ottica che usa un protocollo di rete a 1000 Mbit/s (standard IEEE 802.3z su fibra e IEEE 802.3ab su rame). Una nuova evoluzione del protocollo Gigabit Ethernet (IEEE 802.3z) è stato definito 10 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ae) e opera a 10 Gbit/s. Ideali per la realizzazione di dorsali.

4. Rete 100 VG Any LAN standardizzata dal comitato IEEE 802.12, consente di utilizzare cavi UTP e STP o fibra ottica ed opera ad una velocità di 100 Mbit/s. Supportando altre reti locali Ethernet o TokenRing viene indicata col nome anyLAN, mentre il termine VG deriva dal fatto che la rete può essere realizzata utilizzando 4 coppie di doppino non schermato di categoria 3, ossia di tipo telefonico (Voice Grade).

5. Rete FDDI è una versione ad alta velocità della rete Token Ring, che opera su fibra ottica a 100 Mbit/s e anche con cavi UTP e STP. I sistemi FDDI possono avere due anelli completi che trasferiscono l'informazione in senso opposto; tuttavia, un solo anello (il primario) è effettivamente utilizzato per la trasmissione dei dati. L'altro anello (il secondario) entra in funzione soltanto nel caso di malfunzionamenti o guasti sull'anello o sulle stazioni connesse agli anelli. Ideale per la realizzazione di dorsali.

Comitato STD IEEE	TIPO LAN
802.1	Bridging & Management
802.2	LLC Logical Link Control
802.3	Ethernet
802.3u	Fast Ethernet
802.3z	Gigabit Ethernet
802.4	Token bus
802.5	Token ring
802.6	DQDB - rete MAN
802.7	Broadband technical advisory group
802.8	Fiber - optic technical advisory group



---

802.9	Integrated Services LAN
802.10	Interoperable LAN Security
802.11	Wireless local area network
802.12	100 VG - Any LAN

## 10. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE

La norma UNI EN 12464-2, relativa all'illuminazione di lavoro in esterno, utilizza un approccio differente in quanto specifica, per alcune tipologie di aree, i requisiti prestazionali. Per completezza, essendo i parcheggi anche interessati dalla norma UNI 12464-2, si riportano i parametri di riferimento:

**Tabella 1. Classificazione delle strade ed individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento**

prospetto 5.9 Aree di parcheggio

N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	$\bar{E}_m$ lx	$U_o$ -	$R_{GL}$ -	$R_a$ -	Requisiti specifici
5.9.1	Traffico leggero, per esempio aree di parcheggio di negozi, villette a schiera e condomini; parchi ciclistici	5	0,25	55	20	
5.9.2	Traffico medio, per esempio aree di parcheggio di supermercati, edifici per uffici, impianti industriali, complessi di edifici sportivi e polivalenti	10	0,25	50	20	
5.9.3	Traffico intenso, per esempio aree di parcheggio dei principali centri commerciali, dei principali complessi di edifici sportivi e polivalenti	20	0,25	50	20	

Per l'area identificata si è effettuato un calcolo illuminotecnico utilizzando un apposito software, specifico per la tipologia di corpi illuminanti scelta.

Per il calcolo si sono utilizzati specifici apparecchi e le relative curve illuminotecniche caratteristiche fornite dal costruttore.

La geometria dell'area e l'altezza di installazione sono riportate nell'allegato calcolo di verifica.

Se in sede di realizzazione dei lavori si intendesse installare una tipologia di corpi illuminanti analoghi o migliorativi per caratteristiche, ma di marca differente, o risultasse necessario variare i parametri geometrici dell'area, occorrerà eseguire nuovamente i calcoli di verifica e confrontare i nuovi risultati ottenuti.

In conclusione, in relazione all'impianto elettrico di illuminazione in progetto:

- viste le considerazioni precedentemente riportate in merito ai requisiti illuminotecnici prestazionali minimi previste dalle norme applicabili;
- vista la tipologia di apparecchio di illuminazione scelto e la tipologia di installazione;
- Visti i risultati ottenuti dalla simulazione di calcolo,

**Si può concludere che l'installazione prevista in progetto è conforme ai requisiti prestazionali illuminotecnici minimi previsti dalla norma UNI EN 12464-2.**



**10.1 DESCRIZIONE CORPI ILLUMINANTI UTILIZZATI**
**10.1.1 AEC MOD 2.0 URBAN 200**

Scheda prodotto

DIVISIONE TECNICA

Rev. NOV-22

**MOD2.0**

MOD 2.0 URBAN 200	
CARATTERISTICHE PRINCIPALI	
<b>Applicazioni</b>	Illuminazione stradale, urbana e architettonica.
<b>Gruppo ottico</b>	STE-M/S: Ottica asimmetrica per illuminazione stradale extraurbana. STU-M/S: Ottica asimmetrica per illuminazione stradale, urbana e ciclopedonale. STW: Ottica asimmetrica per illuminazione di strade larghe e urbane e extraurbane, specifica per asfalti bagnati. SV/SV2: Ottica asimmetrica per illuminazione di svincoli autostradali o strade urbane molto strette. S05: Ottica asimmetrica per illuminazione stradale, urbana e aree verdi. OP-DX/SX: Ottica asimmetrica per attraversamenti pedonali. ASP/ASC: Ottica asimmetrica per proiezione. Temperatura di colore: 4000K (3000K in opzione)   CRI ≥ 70 LOR= 100%, DLOR= 100%, ULOR= 0% Classe di sicurezza fotobiologica: EXEMPT GROUP Efficienza sorgente LED: 168 lm/W @ 525mA, Tj=85°C, 4000K
<b>Classe di isolamento</b>	II, I
<b>Grado di protezione</b>	IP66
<b>Dimensioni</b>	Vedere tabella
<b>Peso</b>	max 11kg
<b>Superficie esposta</b>	Laterale max 0.08m²   Pianta max 0.19m²
<b>Montaggio</b>	TP: montaggio testa palo Ø60-70-76-102mm RX-2: montaggio su palo rettangolare 200x80mm AC: montaggio a braccio su pali Ø102-114-127mm
<b>Inclinazione</b>	0° non regolabile
<b>Moduli LED</b>	Gruppo ottico rimovibile
<b>Cablaggio</b>	Piastra cablaggio rimovibile
<b>Temp. di esercizio</b>	-40°C / +50°C
<b>Temp. di stoccaggio</b>	-40°C / +80°C
<b>Norme di riferimento</b>	EN 60598-1, EN 60598-2-3, EN 62471, EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3
CARATTERISTICHE ELETTRICHE	
<b>Alimentazione</b>	220-240V 50/60Hz
<b>Fattore di potenza</b>	>0,95 (a pieno carico, F, DA, DAC)
<b>Sezionatore</b>	Incluso, con ferma cavo integrato (versioni L=800 – 950mm)
<b>Connessione rete</b>	Per cavi sezione max. 4mm² (versioni con sezionatore) Cavo uscente H07RN-F nx1.5mm² (versioni L=350 - 500 - 650mm). In opzione: connettore esterno M/F IP66/68 per cavi sezione max. 2,5mm², Ømax. 12mm.
<b>Protezione sovratensioni</b>	Fino a 10kV   Con SPD (in opzione) 10kV / 10kV CMDM
<b>SPD (in opzione)</b>	10kV-10kA, type 2+3, completo di LED di segnalazione e termofusibile per disconnessione del carico a fine vita.
<b>Sistema di controllo (opzioni)</b>	F: Fisso non dimmerabile. DA: Dimmerazione automatica (mezzanotte virtuale) con profilo di default. DAC: Profilo DA custom. FLC: Flusso luminoso costante. WL: Telecontrollo punto/punto ad onde radio. DALI: Interfaccia di dimmerazione digitale DALI. NEMA: Presa 7 pin (ANSI C136.41).
<b>Vita gruppo ottico (Tq=25°C, 700mA)</b>	>100.000hr L90B10 >100.000hr L90, TM-21
MATERIALI	
<b>Attacco</b>	Alluminio pressofuso UNI EN1706. Verniciato a polveri.
<b>Corpo Dissipatore</b>	Alluminio estruso. Verniciato a polveri.
<b>Ganci di chiusura</b>	Molle in acciaio inox.
<b>Gruppo ottico</b>	Alluminio 99,95% con finitura superficiale realizzata con deposizione sotto vuoto 99,95%. Alluminio classe A+ (DIN EN 16268)
<b>Schermo</b>	Vetro piano temperato sp. 5mm elevata trasparenza.
<b>Pressacavo</b>	Plastico M20x1,5 - IP68
<b>Guarnizione</b>	Poliuretano
<b>Colore</b>	Grafite - Cod. 01

AEC Illuminazione S.r.l.  
www.aecilluminazione.it - aec@aecilluminazione.it



**10.1.2 ITALO 1 5P5 OP-DX**

Scheda prodotto

A

E

Φ

C

ILLUMINAZIONE

DIVISIONE TECNICA

ITALO 1

Rev. 02.2025

590

200

655

98

330

563

ITALO 1

ITALO 1

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

Applicazioni	Illuminazione stradale.
Gruppo ottico	STE-M/S: Ottica asimmetrica per illuminazione stradale extraurbana. STU-M/S: Ottica asimmetrica per illuminazione stradale, urbana e ciclopedonale. STW: Ottica asimmetrica per illuminazione di strade larghe urbane ed extraurbane, specifica per asfalti bagnati. SV: Ottica asimmetrica per illuminazione di svincoli autostradali o strade urbane molto strette. S05/S07: Ottica asimmetrica per illuminazione stradale, urbana e aree verdi. STA: Ottica asimmetrica per illuminazione di strade larghe urbane e ciclopedonale. OP-DX/SX: Ottica asimmetrica per attraversamenti pedonali. Temperatura di colore: 4000K, 3000K, 2700K, 2200K (altre in opzione)   CRI≥70 LOR= 100%, DLOR= 100%, ULOR= 0% Classe di sicurezza fotobiologica: EXEMPT GROUP Efficienza sorgente LED: 185 lm/W @ 140mA, Tj=85°C, 4000K
Classe di isolamento	II, I
Grado di protezione	IP66/IP67  IK09 totale
Dimensioni	Vedere disegno
Peso	max 7 kg
Superficie esposta	Laterale: 0.05m <sup>2</sup> – Pianta: 0.16m <sup>2</sup>   SCx: 0.048 m <sup>2</sup>
Montaggio	Braccio / testa palo: Ø33mm + Ø60mm   Ø60mm + Ø76mm (in opzione)
Inclinazione	Testa palo: -10°/+25° (step di 5°)   Braccio: -25°/+10° (step di 5°)
Moduli LED	Gruppo ottico rimovibile in campo.
Cablaggio	Apertura vano cablaggio senza utensili. Piastra cablaggio rimovibile in campo.
Temp. di esercizio	-40°C / +55°C
Temp. di stoccaggio	-40°C / +80°C
Norme di riferimento	EN 60598-1, EN 60598-2-3, EN 62471, PD EPRS 003 / EN 62722-2-1 2016 EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3
<div><div><div>CE</div><div>IK09</div><div>IP66</div><div>IP67</div><div>EXEMPT GROUP</div><div>HIGH</div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div>	

## **11. IMPANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA (TVCC)**

Sarà realizzato un impianto di videosorveglianza (TVCC) con lo scopo di monitorare costantemente il parcheggio, garantendo la sicurezza delle vetture e delle persone in transito nell'area pedonale.

Il ricorso all'installazione di sistemi di videosorveglianza da parte della PA per rispondere alla domanda di sicurezza delle persone è un fenomeno in continua crescita. Come forma di difesa passiva, controllo e deterrenza di fenomeni criminosi e vandalici attraverso l'uso delle telecamere, i sistemi di videosorveglianza rappresentano una tra le misure di controllo del territorio.

La realizzazione del sistema di videosorveglianza sarà finalizzato al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- controllo delle aree monitorate h 24, 7 giorni su 7;
- riprese sia in diurna che in notturna e/o in condizioni di scarsa luminosità;
- architettura hardware di registrazione e visualizzazione Server/Client;
- standard di codifica video simultanea MPEG4, MJPEG e H264;
- standard di codifica audio bidirezionale;
- protocolli di comunicazione TCP/IP;
- sistema SW di gestione e controllo con interfaccia programmatica;
- rispetto delle normative legate alla Privacy;
- elevato grado di security degli apparati di rete;
- possibilità di distribuire i flussi video/audio/dati a soggetti terzi (es. Forze dell'Ordine), tramite un collegamento in IP tra la centrale operativa e la sede del soggetto stesso;
- possibilità di videoregistrazione pre/post evento anche in assenza di collegamento di rete;
- gestione centralizzata e programmabile della visualizzazione e della videoregistrazione delle immagini;
- facilità di utilizzo da parte dell'operatore, il quale potrà interagire con il sistema tramite strumenti base a lui noti, quali tastiera e mouse di un personal computer, interfacce intuitive su sistemi operativi standard di mercato;
- utilizzo di standard consolidati di mercato per quanto riguarda le tecnologie HW e SW;
- visualizzazione delle registrazioni inerenti alle telecamere;
- registrazione delle immagini in visualizzazione o su fasce orarie;
- esportazione delle registrazioni in formato proprietario o in formato AVI (video for Windows);
- ricezione di allarmi (da comandi esterni) associati a telecamere;
- impostazione della registrazione con diversi criteri, ad esempio su tutte le telecamere, per gruppo di videoronda, in seguito ad allarme.

Il sistema di videosorveglianza che si intende adottare deve essere conforme agli indirizzi del mercato ed alle soluzioni tecniche più avanzate, e dovrà possedere le seguenti caratteristiche funzionali:

- espandibilità: i sistemi adottati nella realizzazione dovranno essere aperti all'implementazione con nuove tecnologie e all'incremento dei punti di ripresa: verranno privilegiate soluzioni di modularità e programmabilità delle apparecchiature;
- scalabilità: capacità di gestire con facilità numeri crescenti di telecamere, l'aumento della dimensione delle memorie del sistema e della potenza del server, prevedendo l'installazione di apparecchiature in grado di adeguarsi a nuovi standard video e di comunicazione;
- omogeneità: tutte le apparecchiature e le soluzioni adottate, compreso il sistema di registrazione, dovranno essere tecnologicamente omogenee.

### **11.1 TIPOLOGIA DI IMPIANTO**

L'impianto di videosorveglianza sarà costituito da telecamere bullet motorizzate, distribuite in modo strategico per coprire le zone strategiche del parcheggio. L'impianto sarà in grado di registrare video in alta definizione (HD) e di trasmettere le immagini in tempo reale a una centrale di monitoraggio.

- Telecamera bullet motorizzata varifocal 4MP, tecnologia di compressione efficiente H.265+, obiettivo varifocale motorizzato per una facile installazione e monitoraggio, Immagini nitide anche in controluce intenso grazie alla tecnologia True WDR da 120 dB, eccellenti prestazioni in condizioni di scarsa illuminazione grazie alla tecnologia Powered-by-DarkFighter, riduzione dei falsi allarmi attraverso la classificazione delle persone e dei veicoli basata sul deep learning.


**• Specification**

Camera	
Image Sensor	1/3" Progressive Scan CMOS
Max. Resolution	2688 × 1520
Min. Illumination	Color: 0.003 Lux @ (F1.4, AGC ON), B/W: 0 Lux with IR
Shutter Time	1/3 s to 1/100,000 s
Day & Night	IR cut filter
Angle Adjustment	Pan: 0° to 355°, tilt: 0° to 90°, rotate: 0° to 360°
Lens	
Lens Type	Varifocal lens, motorized lens, 2.7 to 13.5 mm and 7 to 35 mm optional
Focal Length & FOV	2.7 to 13.5 mm: horizontal FOV 107.6° to 32.9°, vertical FOV 56° to 18.5°, diagonal FOV 130.9° to 37.8°
	7 to 35 mm: horizontal FOV 28.7° to 10.5°, vertical FOV 16° to 6°, diagonal FOV 33.1° to 12.1°
Lens Mount	2.7 to 13.5 mm: Ø14; 7 to 35 mm: Integrated
Focus	Auto, Semi-auto, Manual
Iris Type	Auto-iris
Aperture	2.7 to 13.5 mm: F1.4; 7 to 35 mm: F1.6
DORI	
DORI	2.7 to 13.5 mm: D: 64 to 187 m, O: 25 to 74 m, R: 12 to 37 m, I: 6 to 18 m 7 to 35 mm: D: 218 to 580 m, O: 86 to 230 m, R: 43 to 116 m, I: 21 to 58 m
Illuminator	
Supplement Light Type	IR
Supplement Light Range	2.7 to 13.5 mm: up to 60 m; 7 to 35 mm: up to 80 m
Smart Supplement Light	Yes
IR Wavelength	850 nm
HEOP	
Open Resources	Memory: 60 MB, Smart RAM: 400 MB, eMMC: 2 GB
Computing Power	1.5 TOPS
Open Capability	HEOP 2.0 OpendevSDK
Deep Learning Structure	Caffe, PyTorch, TensorFlow, PaddlePaddle, ONNX
Programming Language	C, C++
Event	
Basic Event	Motion detection (support alarm triggering by specified target types (human and vehicle)), video tampering alarm, exception
Smart Event	scene change detection, audio exception detection, defocus detection, unattended baggage detection, object removal detection
Linkage	Upload to FTP/NAS/memory card, notify surveillance center, send email, trigger alarm output, trigger recording, trigger capture, audible warning
Deep Learning Function	
Perimeter Protection	Line crossing, intrusion, region entrance, region exiting Support alarm triggering by specified target types (human and vehicle)
Face Capture	Yes
People Counting	Yes

Tutte le telecamere dovranno essere fornite con protezione per ambienti esterni, idonee al funzionamento con temperature comprese tra -30° e +50° e tasso di umidità compreso tra 20% e 80% e a prova di atti vandalici. Nel caso di basse temperature la telecamera dovrà essere munita di un modulo di preriscaldamento atto a garantire lo start, anche a seguito di un'interruzione prolungata di corrente.

Tutti i materiali e gli apparecchi utilizzati negli impianti elettrici e nella loro installazione dovranno avere caratteristiche tali da essere idonei all'ambiente in cui lavoreranno e/o in cui saranno installati, in modo che possano resistere alle azioni meccaniche, termiche, corrosive alle quali saranno sottoposti durante l'utilizzo.

### **11.2 POSIZIONAMENTO DELLE TELECAMERE**

Le telecamere saranno posizionate in punti strategici per garantire una copertura totale:

- Ingresso e uscita del parcheggio.
- Percorsi pedonali
- Zone angolari.
- Area dedicata alla ricarica veicoli elettrici.

### **11.3 VIDEOSERVER**

I videoserver devono essere in grado di acquisire, in contemporanea, tutti i flussi provenienti dalle telecamere, che vengono convogliati nel sistema rispettando i seguenti requisiti:

- Gestione camere di differenti produttori, piattaforma aperta;
- Live View fino a 30 o più FPS;
- Gestione dei flussi video con algoritmo di compressione MJPEG/MPEG4/H264;
- Funzionalità di NVR;
- Esportazione file archiviati con crittografia;
- Gestione PTZ Patrolling;
- Funzionalità di WEB Client;
- Funzionalità di Mobile Client;
- Gestione Mappe;
- Integrazione con video analisi;
- Controllo I/O ed eventi,
- Sistemi Operativi di ultima generazione (piattaforme a 64 bit);
- Supporto multi stream per camera;
- Video Motion Detection (VMD) integrato con gestione zone di esclusione;
- Supporto canali audio Full-Duplex;
- Preset Positions per camera;
- Gestione Preset su Evento;
- Preset Patrolling;
- Privacy masking;
- Ricerca automatica ed auto riconoscimento delle telecamere;
- Export e import di configurazioni;
- Gestione e esportazione di archivi storici contenenti tutte le informazioni relative agli eventi di stato del sistema e le operazioni compiute dagli addetti (file di log);
- Fornitura di SDK per sviluppo applicazioni di terze parti.

### **11.4 SISTEMA DI REGISTRAZIONE**

Il sistema di registrazione e conservazione dei filmati, anche nell'ottica delle finalità d'impiego da parte dell'Autorità Giudiziaria, deve consentire:

- l'archiviazione schedabile con Playback;
- la capacità di registrazione per singola camera con gestione del pre e post allarme;
- la memorizzazione delle immagini provenienti da tutte le telecamere al massimo framerate possibile;
- l'archiviazione di flussi con algoritmo di compressione MJPEG/MPEG4/H264;
- la registrazione delle immagini deve avvenire in forma cifrata per garantirne la riservatezza e l'integrità;
- l'esportabilità (da locale o da remoto) dei filmati con corredo di specifico visualizzatore per la decifratura e verifica dell'integrità degli stessi;
- la capacità di storage deve essere dimensionata per la registrazione contemporanea di tutte le telecamere al massimo framerate consentito dalle stesse e/o dalla connettività, per un periodo di almeno 7gg/24h.

### **11.5 SOFTWARE DI GESTIONE**

I software di gestione dovranno essere in grado di gestire tutte le videocamere installate e permettere anche un eventuale ampliamento futuro.

Fra le altre caratteristiche dovranno avere una architettura aperta per essere in grado di interfacciarsi con altri software specifici prodotti da terze parti.

L'interfaccia di amministrazione dovrà essere sufficientemente intuitiva e contenere routine che facilitino tutte le operazioni di configurazione senza richiedere personale altamente specializzato.

### **11.6 MONITORAGGIO E CONTROLLO REMOTO**

Le immagini in tempo reale verranno trasmesse a una sala di controllo APS Holding. Gli operatori potranno gestire il sistema e rispondere prontamente a eventuali situazioni di emergenza.

### **11.7 NORMATIVE E PRIVACY**

Installazioni, posizionamento, regolazioni secondo le aree da inquadrare e il loro collaudo dovranno attenersi ai criteri dettati dalla Norma CEI EN 62676-4 (CEI 79-89) "Sistemi di videosorveglianza per applicazioni di sicurezza Parte 4: Linee guida di applicazione".

L'utilizzo degli impianti di videosorveglianza comporterà esclusivamente il trattamento di dati personali rilevati mediante le riprese video che, in relazione ai luoghi di installazione delle telecamere, interessano i soggetti ed i mezzi di trasporto che transitano nell'area interessata. Il trattamento dei dati personali si svolgerà nel pieno rispetto dei principi di liceità, finalità, necessità e proporzionalità, sanciti dal Codice in materia di protezione dei dati personali di cui al decreto legislativo 30 giugno 2003, n. 196 e s.m.i.

In attuazione del principio di proporzionalità e dei criteri di pertinenza e non eccedenza, gli impianti di videosorveglianza saranno configurati in modo da raccogliere esclusivamente i dati strettamente necessari per il raggiungimento delle finalità perseguite, registrando le sole immagini indispensabili, limitando l'angolo visuale delle riprese ed evitando, quando non indispensabili, immagini dettagliate, ingrandite o con particolari non rilevanti.

Gli impianti di videosorveglianza dovranno consentire riprese video a colori in condizioni di sufficiente illuminazione naturale o artificiale, in bianco e nero in caso contrario.

I segnali video delle unità di ripresa potranno essere inviati alle centrali di controllo ubicate presso le sedi del Comune, del Comando di Polizia locale, della Questura e del Comando dei Carabinieri.

I dati personali registrati mediante l'utilizzo degli impianti di videosorveglianza saranno conservati per un periodo di tempo non superiore a sette giorni dalla data della rilevazione. Decorso tale periodo, i dati registrati dovranno essere cancellati con modalità automatica.

Per quanto non espressamente disciplinato dal presente documento, si rinvia alla norma di "Linea guida applicazione" CEI EN 62676-4, al Codice Privacy, decreto legislativo 30/06/2003, n. 196, modificato dal decreto legislativo n. 101 del 10 agosto 2018, recante Codice in materia di protezione dei dati personali, recante disposizioni per l'adeguamento dell'ordinamento nazionale al regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 aprile 2016, al provvedimento in materia di videosorveglianza emanato dal Garante per la protezione dei dati personali in data 8 aprile 2010, nonché alle altre disposizioni normative vigenti in materia, e successive modificazioni e integrazioni.

### **11.8 ARCHITETTURA DI RETE**

Il sistema di video sorveglianza si dovrà basare su un'architettura di rete IP che permette la connessione tra gli apparati di campo e le sale apparati/sale controllo.

In funzione dei mezzi trasmissivi da utilizzare (ad es. fibra ottica, apparati wireless) le scelte architettureali dovranno rispettare in ogni caso i requisiti di seguito riportati:



- Capacità di banda necessaria al trasferimento delle immagini in funzione delle caratteristiche delle telecamere e della topologia della rete di trasporto;
- Crittografia dei flussi video in accordo a quanto richiesto dalla norma di riferimento;
- Affidabilità;
- Eventuale ridondanza.

### **11.9 INFORMATIVA PER AREA VIDEOSORVEGLIATA**

Particolare attenzione dovrà essere prestata alla segnaletica e ai modelli di informativa che devono indicare, oltre alle finalità di sicurezza, quelle di controllo e di conservazione delle immagini di competenza.

Gli interessati devono essere sempre informati che stanno per accedere in una zona videosorvegliata. A tal fine, il Garante ritiene che si possa utilizzare lo stesso modello semplificato di informativa “minima”, indicante il titolare del trattamento e la finalità perseguita, già individuato ai sensi dell'art. 13, comma 3, del Codice nel provvedimento del 2004 e riportato in facsimile in allegato.

Il modello è ovviamente adattabile a varie circostanze. In presenza di più telecamere, in relazione alla vastità dell'area oggetto di rilevamento e alle modalità delle riprese, potranno essere installati più cartelli.

Il supporto con l'informativa:

- deve essere collocato prima del raggio di azione della telecamera, anche nelle sue immediate vicinanze e non necessariamente a contatto con gli impianti;
- deve avere un formato ed un posizionamento tale da essere chiaramente visibile in ogni condizione di illuminazione ambientale, anche quando il sistema di videosorveglianza sia eventualmente attivo in orario notturno;
- può inglobare un simbolo o una stilizzazione di esplicita e immediata comprensione, eventualmente diversificati al fine di informare se le immagini sono solo visionate o anche registrate.



(P.S. Se le immagini non sono registrate, sostituire il termine “registrazione” con quello di “rilevazione”).

### **11.10 PRESCRIZIONI PER LE RIPRESE E CONSERVAZIONE DATI**

Nella fase di installazione dei sistemi di videosorveglianza si dovranno adottare tutte le cautele che vadano a prevenire eventuali forme di intrusione nella privacy dei cittadini, sensibilizzando tecnici e progettisti, oltre che responsabili e incaricati del trattamento, al fine di evitare la ripresa di persone in abitazioni private. Delimitando, quindi, la dislocazione, l'uso dello zoom e, in particolare, l'angolo visuale delle telecamere in modo da escludere ogni forma di ripresa, anche quando non c'è registrazione, di spazi interni di abitazioni private, si utilizzeranno sistemi di settaggio e/o oscuramento automatico, non modificabili dall'operatore.

Le immagini devono essere custodite in maniera protetta, in server dedicati e non su reti informatiche accessibili da tutti i dipendenti della stazione appaltante; il luogo ove è presente il server contenente le immagini, deve essere accessibile

mediante porte allarmate, l'accesso deve avvenire con la digitazione di codici a chiave alfa-numerica e gli uffici devono essere allarmati, nel caso di chiusura durante alcune ore del giornata.

L'eventuale estrapolazione di immagini dovrà rimanere traccia informatica. Ogni accesso ai server dovrà avvenire attraverso un log di sistema, che identifichi chiaramente (mediante UserId e Password) il soggetto che ha svolto le singole attività, secondo quanto previsto dalla nomina individuale che autorizza il trattamento delle immagini, anche se non espressamente previsto da specifico provvedimento del Responsabile del sistema di videosorveglianza.

## **12. LIMITI DEL PROGETTO**

Le installazioni da realizzarsi secondo le direttive dettate dal presente progetto, eseguito in ottemperanza alle norme CEI e alle disposizioni legislative vigenti, dovranno essere conformi alla "regola d'arte".

Fatto salvo quanto sopra si declina la responsabilità, in caso di sinistri a persone o a cose derivanti da manomissioni all'impianto da parte di terzi, difetti di installazione o carenze di manutenzione e riparazione, ad ognuno per la propria parte, all'installatore, al Committente ed agli utenti. La dislocazione dei componenti facenti parte dell'impianto dovrà rispettare, oltre alle indicazioni proposte nelle planimetrie allegate, anche le eventuali proposte, vincolate dalle disposizioni che verranno suggerite dal Committente. Pertanto eventuali modifiche e diverse dislocazione dei componenti facenti parte dell'impianto elettrico rispetto alle indicazioni del presente progetto, dovranno essere verificate tramite prove strumentali e/o esami a vista per attestare la conformità dell'esecuzione secondo le normative vigenti. Tali modifiche dovranno essere aggiornate nelle tavole planimetriche del presente progetto.

Sarà compito degli utenti verificare periodicamente l'efficienza dei componenti facenti parte dell'impianto elettrico e dell'impianto di messa a terra in oggetto, al fine di mantenerli in perfetta efficienza.

Si fa presente inoltre che qualora venissero a mutare le destinazioni d'uso dei locali si dovrà verificare l'idoneità delle installazioni previste alla nuova situazione.



**13. CRITERI ESECUTIVI DEGLI IMPIANTI**
**Scelta dei sostegni**

Questi distanziamenti minimi si applicano sia ai pali che ai bracci a muro.

I sostegni possono essere costituiti da pali in ferro o in cemento armato centrifugato o, più raramente, da preesistenti palificazioni in legno che comunque devono essere di essenza forte. I pali vanno dimensionati in modo che possano sopportare le sollecitazioni meccaniche rappresentate:

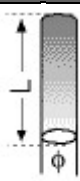

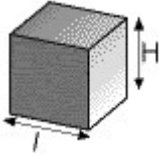
- dal peso del palo e del suo equipaggiamento;
- dalla spinta del vento sul palo stesso, sul braccio e sull'apparecchio di illuminazione;
- dal tiro dei fili in caso di linee aeree sospese ai pali stessi.

La spinta del vento in kg/m<sup>2</sup> viene valutata in base alla Norma UNI-EN40 tenendo conto dei valori indicati nella norma CEI 64-7 (zona A vento a 130 km/H, zona B vento a 50 km/H).

Le spinte specifiche sui pali e sugli apparecchi illuminanti, possono essere dedotte dalla tabella I: la spinta totale può essere facilmente calcolata moltiplicando la spinta specifica per la sezione maggiore che il complesso presenta al vento.

Per forme simmetriche il centro di spinta del vento coincide con il centro della figura.

**Tab. 1**

<b>Spinta esercitata dal vento sui sostegni degli apparecchi di illuminazione stradale</b>						
<b>Velocità del vento km/h</b>	26	50	65	100	130	
<b>COMPONENTE</b>	 Palo e braccio $S_{(m2)}=l_{(m)} \times \phi_{(m)}$	2,88	10,65	18	42,6	72
	 Apparecchio $S_{m2}$	1,2	4,44	7,50	17,75	30
	 Scatola, quadro o simili $S_{(m2)}=h_{(m)} l_{(m)}$	4,8	17,75	71	71	120
	<b>Spinta specifica in kg/m<sup>2</sup></b>					

I limiti di flessibilità dei pali e dei bracci non sono indicati dalla Norma, ma comunque devono essere tali da limitare a qualche centimetro lo spostamento dell'apparecchio di illuminazione sotto l'azione del vento e del proprio peso. Le sollecitazioni sul palo e sul braccio devono risultare non superiori alle massime ammesse dalla tabella UNI 10011-64.

***Criteri realizzativi***

L'illuminazione stradale richiede, per evidenti motivi estetici, un buon allineamento degli apparecchi di illuminazione e la perfetta verticalità dei pali.

E' pertanto indispensabile che i plinti di fondazione siano disposti perfettamente in linea. Il plinto di fondazione deve avere un foro di diametro maggiore rispetto al palo di almeno 7-8 cm per consentire, mediante l'utilizzazione di cunei, l'aggiustamento verticale.

L'intercapedine viene quindi riempita con sabbia fine costipata mediante acqua, per rendere possibile un'eventuale rimozione del palo. Si può completare l'opera consolidando la base del palo mediante un collare in calcestruzzo. Se l'impianto prevede una linea dorsale interrata il plinto deve avere una feritoia in corrispondenza della finestratura d'ingrasso del cavo nel palo.

#### **14. CRITERI AMBIENTALI MINIMI**

Il presente progetto illuminotecnico (come si può vedere dal calcolo e dalle schede tecniche allegate) rispecchia le SPECIFICHE TECNICHE prescritte dai CAM ILLUMINAZIONE PUBBLICA di seguito riportati (per corpi illuminanti a led):

##### **14.1 SORGENTI LUMINOSE E ALIMENTATORI PER APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE**

Si applicano le specifiche tecniche relative alle sorgenti luminose di cui si allegano di seguito i passaggi fondamentali per le sorgenti led

###### **14.1.1 EFFICIENZA LUMINOSA E INDICE DI POSIZIONAMENTO CROMATICO DEI MODULI LED**

Efficienza luminosa del modulo LED completo di sistema ottico [lm/W]  $\geq 95$ .

Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico [lm/W]  $\geq 110$ .

###### **14.1.2 FATTORE DI MANTENIMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO E TASSO DI GUASTO DEI MODULI LED**

Fattore di mantenimento del flusso luminoso: L80 per 60.000 h di funzionamento.

Tasso di guasto (%): B10 per 60.000 h di funzionamento.

###### **14.1.3 RENDIMENTO DEGLI ALIMENTATORI PER MODULI LED**

Potenza dell'alimentatore compreso tra i 25 e i 50W rendimento dell'alimentatore  $>83\%$ ;

Potenza dell'alimentatore compreso tra i 50 e i 60W rendimento dell'alimentatore  $>86\%$ ;

###### **14.1.4 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  $t_c$  (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  $t_p$  ( $^{\circ}C$ ), 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  $t_p$  ( $^{\circ}C$ ) e alla corrente di alimentazione (I) del modulo previste dal progetto;
- Efficienza luminosa (lm/W) iniziale del modulo LED alla temperatura  $t_p$  ( $^{\circ}C$ ) e alla temperatura  $t_c$  ( $^{\circ}C$ );
- Campo di variazione della temperatura ambiente prevista dal progetto (minima e massima);
- Fattore di potenza 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 al modulo, i parametri caratteristici dell'alimentatore elettronico (v. criterio 4.1.3.13);
- 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.

#### **14.1.5 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 e il regolamento (CE) n. 245/2009 della Commissione che abroga la direttiva 2000/55/CE del Parlamento europeo e del Consiglio e il regolamento (UE) n. 1194/2012 della Commissione
- Regolamento 1194/2012 UE, tabella 5 più Tabelle 1 e 2 e s. m. e i. (per sistemi LED direzionali), normativa specifica, quale EN 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.

#### **14.1.6 GARANZIA**

Nel caso di moduli LED il periodo di garanzia deve essere di 5 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.

### **15. APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE STRADALE**

Per apparecchi per illuminazione 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	IP 65
IP vano cablaggi	IP55
Categoria di intensità luminosa	$\geq G*2$
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK06
Resistenza alle sovratensioni <sup>11</sup>	4kV

(IP) = Grado di protezione degli agenti esterni

#### **15.1 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	$\geq G*2$
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK06
Resistenza alle sovratensioni <sup>10</sup>	4kV

### 15.2 APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE DI AREE PEDONALI, PERCORSI PEDONALI, PERCORSI CICLABILI, AREE CICLOPEDONALI

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	$\geq G*2$
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK07
Resistenza alle sovratensioni <sup>10</sup>	4kV

### 15.3 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	$\geq G*3$
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK07
Resistenza alle sovratensioni <sup>10</sup>	4kV

### 15.4 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	IP43
Categoria di intensità luminosa	$\geq G*2$
Resistenza alle sovratensioni <sup>8</sup>	4kV

### 15.5 ALTRI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

Tutti gli apparecchi che non ricadono nelle definizioni di cui agli artt. 4.2.3.2, 4.2.3.3, 4.2.3.4, 4.2.3.5, 4.2.3.6, 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 <sup>8</sup>	4kV

### 15.6 PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

Con riferimento alla tabella che segue, gli apparecchi d'illuminazione debbono avere l'indice IPEA\*<sup>12</sup> 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+	$IPEA^* \geq 1,10 + (0,10 \times n)$
A++	$1,30 \leq IPEA^* < 1,40$
A+	$1,20 \leq IPEA^* < 1,30$
A	$1,10 \leq IPEA^* < 1,20$
B	$1,00 \leq IPEA^* < 1,10$
C	$0,85 \leq IPEA^* < 1,00$
D	$0,70 \leq IPEA^* < 0,85$
E	$0,55 \leq IPEA^* < 0,70$
F	$0,40 \leq IPEA^* < 0,55$
G	$IPEA^* < 0,40$

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  $\eta_a$  = efficienza globale dell'apparecchio di illuminazione, che si calcola come segue:

$$\eta_a = \frac{\Phi_{app} \cdot Dff}{P_{app}} [lm/W]$$

in cui:

**$\Phi_{app}(lm)$** : flusso luminoso nominale iniziale 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  $90^\circ$  e con  $\eta_r$  = efficienza globale di riferimento, i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di apparecchio di illuminazione, nelle tabelle che seguono:

<b>Illuminazione stradale</b>	
Potenza nominale dell'apparecchio $P[W]$	Efficienza globale di riferimento $\eta_r [lm/W]$
$P \leq 65$	73
$65 < P \leq 85$	75
$85 < P \leq 115$	83
$115 < P \leq 175$	90
$175 < P \leq 285$	98
$285 < P \leq 450$	100
$450 < P$	100

<b>Illuminazione di grandi aree, rotatorie, parcheggi</b>	
Potenza nominale dell'apparecchio $P[W]$	Efficienza globale di riferimento $\eta_r [lm/W]$
$P \leq 65$	70
$65 < P \leq 85$	70
$85 < P \leq 115$	70
$115 < P \leq 175$	72
$175 < P \leq 285$	75
$285 < P \leq 450$	80
$450 < P$	83

<b>Illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, percorsi ciclabili, aree ciclo-pedonali</b>	
Potenza nominale dell'apparecchio $P[W]$	Efficienza globale di riferimento $\eta_r [lm/W]$
$P \leq 65$	75
$65 < P \leq 85$	80
$85 < P \leq 115$	85
$115 < P \leq 175$	88
$175 < P \leq 285$	90
$285 < P \leq 450$	92
$450 < P$	92



Illuminazione di aree verdi	
Potenza nominale dell'apparecchio $P$ [W]	Efficienza globale di riferimento $\eta_r$ [lm/W]
$P \leq 65$	75
$65 < P \leq 85$	80
$85 < P \leq 115$	85
$115 < P \leq 175$	88
$175 < P \leq 285$	90
$285 < P \leq 450$	92
$450 < P$	92

Illuminazione di centro storico con apparecchi di illuminazione artistici <sup>13</sup> :	
Potenza nominale dell'apparecchio $P$ [W]	Efficienza globale di riferimento $\eta_r$ [lm/W]
$P \leq 65$	60
$65 < P \leq 85$	60
$85 < P \leq 115$	65
$115 < P \leq 175$	65
$175 < P \leq 285$	70
$285 < P \leq 450$	70
$450 < P$	75

### 15.7 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 ciclo-pedonali e Illuminazione di aree verdi	U1	U2	U3	U4
Illuminazione di centro storico con apparecchi artistici	U2	U3	U4	U5

#### 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)15 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.

### 15.8 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 utilizzati nei prodotti 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 60.000 h di funzionamento	$B_{10}$ per 60.000 h di funzionamento

$L_{80}$ : Flusso luminoso nominale maggiore o uguale all'80% del flusso luminoso nominale iniziale per una vita nominale di 60.000 h;

$B_{10}$ : Tasso di guasto inferiore o uguale al 10% per una vita nominale di 60.000 h.

### 15.9 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, ogniqualevolta 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  $\pm 2\%$ , con carico pari al 50% del carico nominale e con il regolatore impostato in uscita alla tensione nominale);
  - Classe di stabilizzazione: Y1 (Su  $\pm 1\%$ , percentuale riferita al valore nominale della tensione di alimentazione).