PER. IND. ENRICO TAINO

PROGETTAZIONE E CONSULENZE
ELETTRICHE ED ILLUMINOTECNICHE

VIA MASCAGNI, N.10 - 46031 BAGNOLO SAN VITO (MN)
CELL: 346-7282169 - MAIL: ENRICO.TAINO@VIRGILIO.IT

PER. IND.
ENRICO
TAINO

BAGNOLO S.V. (MN)
VIA MASCAGNI N.10
346-7282169
ENRICO.TAINO@VIRGILIO.IT

IL PROGETTISTA

REGIONE LOMBARDIA

PROVINCIA DI MANTOVA

COMUNE DI MANTOVA

OGGETTO

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DEL PIANO ATTUATIVO N°23 "CIRCONVALLAZIONE SUD" A MANTOVA (MN)

COMMITTENTE

MANTOVANA IMMOBILIARE S.R.L.

IL COMMITTENTE

ELABORATO

RIFERIMENTI NORMATIVI
RELAZIONE TECNICA

TAVOLA N.

02

DATA
GIUGNO 2020

SCALA
-:-

FILE
REL-TEC.DOC

VIETATA PER QUALSIASI MOTIVO LA RIPRODUZIONE E CONSEGNA A TERZI.

1.RELAZIONE GENERALE

1.1. DESCRIZIONE DEI CRITERI UTILIZZATI PER LE SCELTE PROGETTUALI

Oggetto del seguente progetto è la progettazione dell'impianto di illuminazione pubblica compreso nelle opere di urbanizzazione del piano attuativo n°23 "Circonvallazione Sud" a Mantova.
Per il progetto si fa riferimento alle norme di buona tecnica (Legge 1.3.1968 n. 186), tra cui in particolare alle seguenti norme CEI ed UNI:

CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
CEI 0-3	Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati
CEI 0-3 V1	Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati
CEI 0-10	Guida per la manutenzione degli impianti elettrici
CEI 0-11	Guida alla gestione in qualità delle misure per la verifica degli impianti elettrici ai fini della sicurezza
CEI 11-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
CEI 11-1 V1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
CEI 11-4	Esecuzione delle linee elettriche aree esterne
CEI EN 60332	Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio
CEI EN 61386	Sistemi di tubi e accessori per installazione elettriche
CEI EN 60998-1	Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari
CEI EN 60529	Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
CEI EN 60598-1	Apparecchi di illuminazione. Parte 1: Prescrizioni generali e prove
CEI EN 60662	Lampade a vapori di sodio ad alta pressione
CEI EN 60998-2-1	Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari. Parte 2-1: Prescrizioni particolari per dispositivi di connessione come parti separate con unità di serraggio di tipo a vite
CEI EN 50086-2-4	Sistemi di canalizzazione per cavi. Sistema tubi. Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
CEI EN 50086-2-4/A1	Sistemi di canalizzazione per cavi. Sistema tubi. Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
CEI EN 50172	Sistemi di illuminazione di emergenza
CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – linee in cavo

CEI 11-17 V1	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – linee in cavo
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
CEI 11-27 V1	Esecuzione dei lavori su impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
CEI 20-13	Cavi con isolamento in estruso in gomma per tensioni nominali ad 1 a 30 kV.
CEI 20-14	Cavi con isolamento in polivinilcloruro per tensioni nominali ad 1 a 3 kV.
CEI 20-19	Cavi isolati con gomma con tensione nominale U_0/U non super. a 450/750 V
CEI 20-20	Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale U_0/U non super. a 450/750 V (fasc.663)
CEI 20-22	Prove d'incendio su cavi elettrici
CEI 20-27	Cavi per energia e per segnalamento Sistema di designazione
CEI 20-27 V1	Cavi per energia e per segnalamento Sistema di designazione
CEI 20-34	Metodi di prova per materiali isolanti e di guaina dei cavi elettrici
CEI 20-38	Cavi isolati con gomma non propagante l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi.
CEI 20-39	Cavi ad isolamento minerale.
CEI 20-36	CEI EN 50200 Cavi resistenti al fuoco con tensione nominale U_0/U non superiore a 0,6/1 kV.
CEI 20-40	Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
CEI 20-45	Cavi resistenti al fuoco isolati con mescola elastomerica con tensione nominale U_0/U non superiore a 0,6/1 kV.
CEI 20-65	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio
CEI 23-14	Tubi flessibili in PVC e loro accessori (fasc.297)
CEI 23-8	Tubi rigidi in PVC e loro accessori (fasc.335)
CEI 23-31	Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e porta apparecchi.
CEI 23-32	Sistemi di canali di materiale plastico isolante e

	loro accessori ad uso porta cavi e porta apparecchi per soffitto e pareti.
CEI 23-39	CEI EN 50086-1 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Prescrizioni generali.
CEI 23-46	CEI EN 50086-2-4 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Tubi interrati.
CEI 23-49	Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile
CEI 23-51	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
CEI 23-51 V1	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
CEI 23-51 V3	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
CEI 23-51 V4	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
CEI 23-54	CEI EN 50086-2-1 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Tubi rigidi.
CEI 23-55	CEI EN 50086-2-2 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Tubi pieghevoli.
CEI 23-56	CEI EN 50086-2-3 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Tubi flessibili.
CEI 23-58	CEI EN 50085-1 Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Prescrizioni generali.
CEI 34-21	Apparecchi di illuminazione. Parte 1a:
CEI 34-22	Apparecchi di illuminazione. Parte 2a: Requisiti particolari. Apparecchi per l'illuminazione di emergenza.
CEI 64-8	VOLUME Norma CEI 64-8 per impianti elettrici utilizzatori. Criteri di applicabilità. Prescrizioni di progettazione ed esecuzione.
CEI 64-8/1	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e 1500V in c.c.: Scopo e principi fondamentali;
CEI 64-8/2	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e 1500V in c.c.: Definizioni;
CEI 64-8/3	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e 1500V in c.c.: Caratteristiche generali;
CEI 64-8/4	Impianti elettrici utilizzatori a tensione

	nominale non superiore a 1000V in c.a. e 1500V in c.c.: Prescrizioni per la sicurezza
CEI 64-8/5	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e 1500V in c.c.: Scelta ed installazione dei componenti elettrici
CEI 64-8/6	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e 1500V in c.c.: Verifiche;
CEI 64-8/7	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e 1500V in c.c.: Ambienti ed applicazioni particolari
CEI 81-10/1	CEI EN 62305-1 Protezione delle strutture contro i fulmini
CEI 81-10/-2	CEI EN 62305-2 Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio
CEI 81-10/-3	CEI EN 62305-3 Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture
CEI 81-10/-4	CEI EN 62305-4 Protezione contro i fulmini. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
CEI – UNEL 00722	Identificazione dei cavi
CEI – UNEL 35024/1	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa aria.
CEI – UNEL 35375	Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina in PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con e senza schermo (treccia o nastro). Tensione nominale U_0/U: 0.6/1 kV.
CEI – UNEL 35752	Cavi per energia isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale U_0/U: 450/750 V.
CEI – UNEL 35755	Cavi per comando e segnalamento isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro). Tensione nominale U_0/U: 0,6/1 kV.
CEI – UNEL 35756	Cavi per energia isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi multipolari

	con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro). Tensione nominale U_0/U: 0,6/1 kV.
UNI 10819:1999	Luce e illuminazione – Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
UNI EN 40	Pali per illuminazione. Termini e definizioni
UNI EN 13201-2:2016	Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali
UNI EN 13201-3:2016	Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni
UNI EN 13201-4:2016	Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
UNI 11248:2016	Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche
EN 62471:2008/2-2009	Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di illuminazione

oltre ai seguenti riferimenti legislativi:

- *L.R. 17/2000: Legge Regione Lombardia 17 del 27/03/2000;*
- *DGR 7/6162: Delibera della Giunta Regionale n.7/6162 del 20/09/2001 "Criteri di applicazione della L.R. n. 17 del 27/03/01";*
- *L.R. 38/2004: integrazione alla L.R. 17/2000;*
- *L.R. 31/2015: Legge Regionale Lombardia 31 del 5/11/2015;*

Tutti i componenti elettrici saranno conformi alle norme di buona tecnica ed in particolare alle norme CEI e come tali provvisti di marchio, o comunque almeno di marcatura CE (Legge 791/77 e D.Lgs. 81/08).
Per la parte illuminotecnica si tiene conto delle norme di buona tecnica, tra cui le raccomandazioni dell'AIDI, la Norma UNI 11248 "Illuminazione Stradale", e la norma UNI EN 13201:2016.
La scelta dei sostegni e degli apparecchi di illuminazione, è stato il risultato della ricerca del migliore risultato estetico, comunque compatibilmente con le esigenze illuminotecniche.

1.2. SOLUZIONI TECNOLOGICHE PREVISTE

1.2.1. REQUISITI PER ILLUMINAZIONE DI STRADA URBANA LOCALE IN ALTRI AMBITI (CLASSE ILLUMINOTECNICA C)

I parametri da osservare affinché un impianto di illuminazione possa assicurare soddisfacenti condizioni di visibilità e confort visivo sono:

- *illuminamento medio;*
- *uniformità di illuminamento;*
- *l'abbagliamento;*
- *indice di resa cromatica delle sorgenti luminose;*
- *la disposizione dei centri luminosi;*

1.2.2. REQUISITI PER ILLUMINAZIONE DI STRADA URBANA LOCALE IN ALTRI AMBITI (CLASSE ILLUMINOTECNICA P)

I parametri da osservare affinché un impianto di illuminazione possa assicurare soddisfacenti condizioni di visibilità e confort visivo sono:

- *illuminamento medio;*
- *illuminamento minimo;*
- *l'abbagliamento;*
- *indice di resa cromatica delle sorgenti luminose;*
- *la disposizione dei centri luminosi;*

1.2.3. DESIGNAZIONE DELLE OPERE E LIMITI DELLA PROGETTAZIONE

Il presente progetto contempla:
- il collegamento dei nuovi impianti di illuminazione pubblica alle linee dorsali esistenti nei punti indicati sulla planimetria allegata;
- il dimensionamento delle linee elettriche di distribuzione e di alimentazione dei corpi illuminanti;
- l'installazione di pali di sostegno per i nuovi apparecchi illuminanti;
- l'installazione di corpi illuminanti rispondenti ai requisiti delle Leggi Regionali della Lombardia n°17/2000 e successive modifiche ed integrazioni e n°31/2015;
- la predisposizione per la futura installazione di un sistema di telecontrollo, ovvero il collegamento tra la linea dorsale ed i corpi illuminanti con cavo tipo FG16OR16 0,6/1kV sezione 4x1,5 mmq, e la dotazione di un alimentatore 1-10V su ogni apparecchio illuminante.

1.2.4. DATI DI PROGETTO IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Il nuovo impianto di illuminazione pubblica da realizzarsi riceverà energia in derivazione dall'impianto esistente di via Palatucci, il quale viene asservito con sistema TT con erogazione dell'energia da parte di ENEL Distribuzione in Bassa Tensione. I dati di progetto sono i seguenti:
- fornitura: Enel in Bassa Tensione;
- alimentazione: vedi sopra;
- sistema elettrico di alimentazione: TT, trifase con neutro a terra a distribuzione trifase con neutro interrata entro cavidotto dedicato;
- tensione nominale: 380 V;
- frequenza nominale: 50 Hz;
- conduttori distribuiti nell'impianto: tre fasi, neutro;
- corrente di corto circuito trifase presunta: 10 kA;
- classificazione dei luoghi: luogo ordinario;
- caduta di tensione massima ammissibile: 4% della tensione a vuoto;
- temperatura per condutture posate in ambiente: 30 °C;
- temperatura per condutture posate in tubo interrato: 20 °C.

1.2.5. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

Lo sviluppo complessivo dell'impianto è riportato nei disegni planimetrici allegati.

1.2.6. IDENTIFICAZIONE DEL TIPO DI IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA SECONDO CEI 64-8/7

Impianto del tipo indipendente, in parallelo con tensione nominale non superiore a 1000 V corrente alternata.

1.2.7. SISTEMA ELETTRICO DI ALIMENTAZIONE DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Alimentazione dell'impianto di illuminazione pubblica dalla rete a 380 V – 3F+N – 50 Hz in derivazione da impianto esistente asservito dall'ente pubblico di distribuzione, impianto elettrico esercito con sistema TT. La potenza totale impegnata nel tratto in progetto è di circa 0,246kW. L'impianto verrà alimentato in derivazione dagli impianti esistenti; ogni punto luce sarà provvisto di sistema di dimmerazione del flusso luminoso e della potenza assorbita. La distribuzione impiantistica avverrà con sistema trifase più neutro.

1.2.8. ARMATURA A LED PER ILLUMINAZIONE STRADALE

Vedi schede tecniche allegate
Ogni apparecchio sarà dotato di sistema di dimmerazione automatica preprogrammato di fabbrica per una riduzione del flusso luminoso entro le ore 24:00 secondo i valori riportati sull'allegata

planimetria; tale sistema dovrà poter essere integrabile con un impianto di telecontrollo che verrà installato dal futuro ente gestore, mediante alimentatore DALI 1-10V.

1.2.9. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO - CALCOLI ILLUMINOTECNICI

I criteri seguiti per il dimensionamento dell'impianto di illuminazione ed i calcoli illuminotecnici sono riportati sull'allegato elaborato 03.

1.2.10. PALI TRONCO CONICO

Per il sostegno dei corpi illuminanti, verranno utilizzati pali tronco conici, in acciaio zincato, spessore minimo 3 mm, marcati CE secondo la direttiva 89/106 sui prodotti da costruzione, con dimensioni come riportato negli elaborati grafici. I pali saranno in acciaio zincato. Tutti i pali dovranno essere costruiti e posati in conformità alla norma UNI-EN 40. Al fine di garantire una adeguata protezione contro la corrosione della zona di incastro del palo nella fondazione, verrà applicato una guaina termorestringente; tale accessorio verrà installato dal costruttore stesso dei sostegni.
Per garantire una ulteriore protezione, occorre prevedere un colletto in CLS "a raso" sulla base del palo.
I sostegni possiederanno le seguenti caratteristiche:
- materiale: lamiera in acciaio S235JR EN 10025 con saldatura longitudinale;
- lavorazioni: asola per ingresso cavi, asola per alloggiamento morsettiera di derivazione, attacco per messa a terra;
- zincatura: immersione in vasche di zinco fuso con spessore di quest'ultimo uniformemente alle norme UNI EN 40;
- saldatura: longitudinale esterna con procedimento automatico (arco sommerso) omologato;
- tolleranze dimensionali: secondo norme UNI EN 40/2 – UNI EN 10051;

I pali presenti sui punti luce dei parcheggi di via Rinaldo Mantovano possiederanno le seguenti dimensioni:
- altezza totale: 7.800 mm;
- altezza fuori terra: 7.000 mm;
- spessore: 4 mm;
- diametro di base: 138 mm;
- diametro di sommità: 60 mm;
- verniciatura: NON RICHIESTA;

I pali presenti sui punti luce dei parcheggi di strada Circonvallazione Sud possiederanno le seguenti dimensioni:
- altezza totale: 9.800 mm;
- altezza fuori terra: 9.000 mm;
- spessore: 4 mm;
- diametro di base: 158 mm;
- diametro di sommità: 60 mm;
- verniciatura: NON RICHIESTA;

1.2.11. MORSETTIERE DI ALIMENTAZIONE E DERIVAZIONE

All'interno di ogni palo verranno installate delle morsettiere del tipo a doppio isolamento, complete di fusibile per la protezione selettiva del corpo illuminante. Il collegamento ad ogni morsettiera verrà eseguito mediante giunzione di derivazione all'interno di ogni pozzetto del tipo ad "Y" con crimpaggio dei conduttori mediante morsetti a compressione oleodinamica e successive nastrature autoagglomeranti ed isolanti per il ripristino del grado di protezione IP68 e della classe d'isolamento II.

1.2.12. LINEA ELETTRICA DI ALIMENTAZIONE

I nuovi punti luce verranno alimentati con linee che si dipartiranno dai punti di connessione alle dorsali esistenti e saranno realizzate con cavi unipolari isolati con guaina tipo FG16R16 0,6/1kV avente pari sezione alla dorsale esistente cioè 4x1x16 mmq.

Le derivazioni per le alimentazioni specifiche dei centri luminosi verranno realizzate nella morsettiera a doppio isolamento, utilizzando cavi unipolari isolati con guaina, FG16OR16 0,6/1kV sezione 4x1,5 mmq.

1.2.13. IMPIANTO DI TERRA

Essendo i nuovi impianti di illuminazione pubblica realizzati in classe d'isolamento II, non è richiesto l'impianto di dispersione verso terra.

1.2.14. CAVIDOTTI INTERRATI

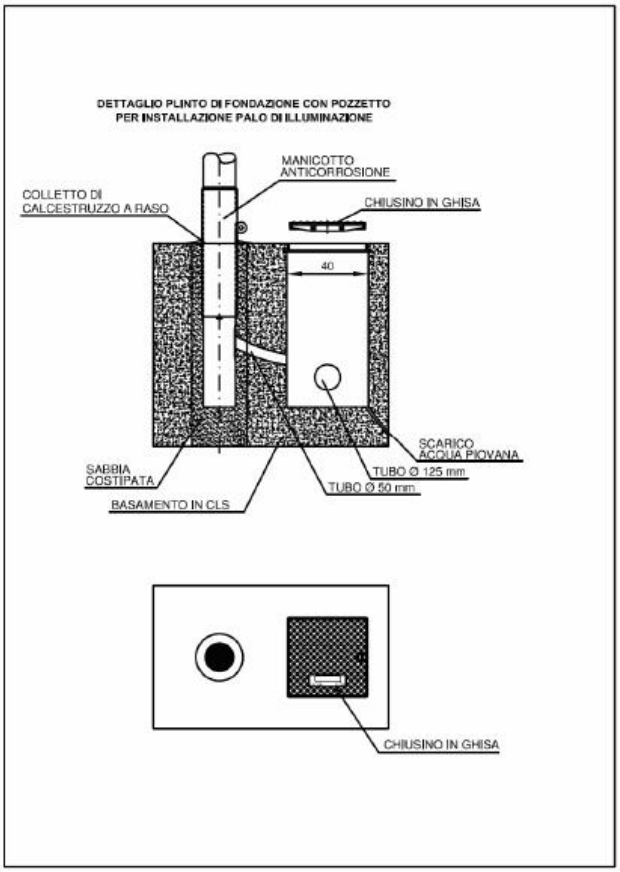
I cavidotti interrati dovranno essere realizzati con tubi del tipo flessibile, in materiale isolante non propagante la fiamma, marcato IMQ secondo le norme CEI-EN 50086-2-4 (CEI 23-46), serie pesante, posati ad almeno 50 cm sotto al p.c. con protezione superiore in cls. Il percorso dovrà essere segnalato a circa 30 cm dalla posa da apposito nastro con la scritta "illuminazione pubblica". Si consiglia che tutte le tubazioni abbiano un diametro tale da garantire uno spazio libero maggiore del 30% della sezione utile di passaggio e comunque non inferiore a 125 mm (110 mm interno).

1.2.15. POZZETTI DI DERIVAZIONE ED INFILAGGIO

I pozzetti di derivazione ed infilaggio dovranno essere realizzati in cls e dovranno avere le seguenti caratteristiche:
- dimensioni interne minime di 400x400 mm;
- pozzetto senza fondo;
- chiusino in ghisa carrabile ed ispezionabile, senza personalizzazioni;
- posa in corrispondenza di derivazioni e cambi di direzione;
- nei tratti rettilinei passo di posa massima 30 m (pozzetti rompitratta).

1.2.16. PLINTI DI FONDAZIONE

I plinti di fondazione dovranno essere prefabbricati o realizzati in getto di calcestruzzo, con tubo di cemento o PVC per innesto palo, di diametro non inferiore a 1,5 volte il diametro di base del palo stesso, e della lunghezza minima di cm 80.
I plinti dovranno essere completi di pozzetto ispezionabile, il quale dovrà essere posizionato nelle immediate vicinanze del palo, con chiusino in ghisa carrabile UNI EN 124, avente luce netta minima pari a 40x40 cm, senza personalizzazione (ENEL / TELECOM), completo di fori di aggancio per apertura con attrezzo apri - chiusini La classe di portata dovrà essere C250N.



I pali dovranno essere posizionati all'interno del plinto in modo che la parte interrata sia quella richiesta dal costruttore, e che la protezione a base palo si venga a trovare nella zona d'incastro. I pali dovranno essere infine bloccati all'interno della loro sede mediante l'uso di sola sabbia costipata, al fine di garantirne l'eventuale successiva sfilabilità. Non sarà ammesso l'impiego di materiali diversi dalla sola sabbia.

1.3. DESCRIZIONE DEL FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Il ciclo di funzionamento prevede l'accensione e lo spegnimento avverrà tramite l'esistente sistema di comando contenuto all'interno del quadro elettrico di via Palatucci.
Tutti i punti luce di nuova realizzazione saranno provvisti di sistema puntuale di dimmerazione e regolazione del flusso luminoso. Tale sistema è un protocollo elettronico di regolazione delle sorgenti luminose ideale per i led. Detto apparato, integrato all'interno del driver per gli apparecchi a led, funziona in modo indipendente e non necessita di controllo esterno, ovvero quindi in modalità "stand-alone". Le regolazioni nella casistica di cotesto intervento, eseguite e programmate direttamente dal costruttore degli apparecchi illuminanti, concerneranno una durata della regolazione di 8 ore (dalle ore 22:00 alle ore 06:00) ai flussi luminosi indicati sui disegni planimetrici allegati. Il sistema sarà già predisposto per la futura installazione del sistema di telecontrollo, in quanto ogni apparecchio possiederà alimentatore 1-10V DALI.

2.RELAZIONE SPECIALISTICA (D.M. 37/2008)

2.2. DATI DI PROGETTO

2.2.1. DATI DI PROGETTO DI CARATTERE GENERALE

N°	RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
1.1	Committente:	Mantovana Immobiliare s.r.l.
1.2	Cliente:	Mantovana Immobiliare s.r.l.
1.3	Progettista:	Per. Ind. Enrico Taino Via Mascagni n°10 46031 – Bagnolo San Vito (MN)
1.4	Ubicazione e denominazione:	P.A. n°23 "Circonvallazione Sud" a Mantova
1.5	Scopo del lavoro:	Progettazione Esecutiva
1.6	Elenco delle disposizioni legislative:	Gli impianti elettrici saranno realizzati secondo la regola d'arte (Legge n.186 del 1°marzo 1968). Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, faranno riferimento a norme di legge e di regolamento vigenti alla data del progetto.
1.7	Elenco delle norme:	Vedere Tab. A. (Elenco delle norme)
1.8	Vincoli da rispettare:	Eventuali disposizioni delle autorità locali; Prescrizioni o indicazioni dell'Ente fornitore dell'energia.

2.2.2. DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'OPERA

1.1	Destinazione d'uso:	Strada a traffico veicolare motorizzato
1.2	Caratteristiche ai fini della classificazione e valutazione dei rischi:	L'impianto di pubblica illuminazione è classificato come impianto di illuminazione situato all'esterno (i centri luminosi sono in parallelo tra loro, derivati dalla linea di alimentazione, la tensione nominale è inferiore a 1000V c.a.) Secondo la norma UNI 10819 l'impianto in oggetto è di Tipo A*: impianti dove la sicurezza è a carattere prioritario* (illuminazione pubblica di strade ecc…).
1.3	Barriere architettoniche:	-

2.3. DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLE INFLUENZE ESTERNE

2.1	Temperature massima, minima, umidità relativa, ecc.:	T. Min. -10°C T. Max. +35°C Umidità relativa 50-80%
2.2	Altitudine:	< 1000m
2.3	Presenza di corpi solidi estranei:	SI Con dim. > 2,5 mm
2.4	Presenza di liquidi:	SI Tipo di liquido: acqua All'aperto (pioggia)

		Nelle zone basse all'aperto (getti d'acqua e spruzzi)
2.5	Caratteristiche del terreno:	-
2.6	Ventilazione:	Ventilazione naturale
2.7	Dati relativi al vento:	-
2.8	Carico di neve:	-
2.9	Effetti sismici:	-
2.10	Condizioni ambientali speciali:	Nessuna

2.4. DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO

3.1	Tipo d'intervento richiesto	Nuova installazione	☐ Realizzazione di impianto non esistente in precedenza ❑ Rifacimento completo di un impianto esistente
		Trasformazione	❑ Cambio di destinazione d'uso dell'opera, edificio o luogo ❑ Cambio delle prestazioni dell'impianto ❑ Cambio delle condizioni di alimentazione dell'impianto ❑ Applicazione di prescrizioni di sicurezza (ad es. realizzazione impianto di terra o installazione di dispositivi differenziali)
		Ampliamento	☒ Espansione con l'aggiunta di uno o più circuiti elettrici
		Manutenzione Straordinaria	❑ Sostituzione di componenti con altri aventi caratteristiche diverse
		Manutenzione Ordinaria	❑ Sostituzione di componenti con altri aventi medesime caratteristiche

2.5. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Lo studio e la progettazione dell'impianto è stata effettuata conciliando tra loro varie esigenze tecniche e costruttive, e precisamente:

2.5.1. CALCOLO DELLE CORRENTI D'IMPIEGO

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos\varphi}$$

nella quale:

- $k_{ca} = 1$ *sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;*
- $k_{ca} = 1.73$ *sistema trifase, tre conduttori attivi.*

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza $\cos\varphi$ è pari a 1.
Dal valore massimo (modulo) di *Ib* vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$\dot{I}_1 = I_b \cdot e^{-j\varphi} = I_b \cdot (\cos\varphi - jsin\varphi)$$

$$\dot{I}_2 = I_b \cdot e^{-j(\varphi - 2\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos\left(\varphi - \frac{2\pi}{3}\right) - jsin\left(\varphi - \frac{2\pi}{3}\right)\right)$$

$$\dot{I}_3 = I_b \cdot e^{-j(\varphi - 4\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos\left(\varphi - \frac{4\pi}{3}\right) - jsin\left(\varphi - \frac{4\pi}{3}\right)\right)$$

Il vettore della tensione *Vn* è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

$$\dot{V}_n = V_n + j0$$

La potenza di dimensionamento *Pd* è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot coeff$$

nella quale *coeff* è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.
La potenza P_n, invece, è la potenza nominale del carico per utenze terminali, ovvero, la somma delle P_d delle utenze a valle ($\sum P_d$ a valle) per utenze di distribuzione (somma vettoriale).
La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \cdot \tan\varphi$$

per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle ($\sum Q_d$ a valle).
Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos\varphi = \cos\left(arc\tan\left(\frac{Q_n}{P_n}\right)\right)$$

2.5.2. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.
In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$a) \quad I_b \le I_n \le I_z$$

$$b) \quad I_f \le 1.45 \cdot I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente *Ib*, pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.
Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- *condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;*
- *conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata Iz della conduttura principale.*

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Le cinque tabelle utilizzate sono:

- *IEC 448;*
- *IEC 365-5-523;*
- *CEI-UNEL 35024/1;*
- *CEI-UNEL 35024/2;*

- *CEI-UNEL 35026.*

mentre per la media tensione si utilizza la tabella CEI 17-11.
Esse oltre a riportare la corrente ammissibile *Iz* in funzione del tipo di isolamento del cavo, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi, riportano anche la metodologia di valutazione dei coefficienti di declassamento.
La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z\min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente *k* ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- *tipo di materiale conduttore;*
- *tipo di isolamento del cavo;*
- *numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;*
- *eventuale declassamento deciso dall'utente.*

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia superiore alla $I_{z\,min.}$ Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).
La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento *If* e corrente nominale In minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45.
Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.
Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

2.5.3. INTEGRALE DI JOULE

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.
I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

- *Cavo in rame e isolato in PVC:* *K = 115*
- *Cavo in rame e isolato in gomma G:* *K = 135*
- *Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:* *K = 143*
- *Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:* *K = 115*
- *Cavo in rame serie L nudo:* *K = 200*
- *Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:* *K = 115*
- *Cavo in rame serie H nudo:* *K = 200*
- *Cavo in alluminio e isolato in PVC:* *K = 74*
- *Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:* *K = 87*

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

- *Cavo in rame e isolato in PVC:* *K = 143*
- *Cavo in rame e isolato in gomma G:* *K = 166*
- *Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:* *K = 176*
- *Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:* *K = 143*
- *Cavo in rame serie L nudo:* *K = 228*

- *Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:* *K = 143*
- *Cavo in rame serie H nudo:* *K = 228*
- *Cavo in alluminio e isolato in PVC:* *K = 95*
- *Cavo in alluminio e isolato in gomma G:* *K = 110*
- *Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:* *K = 116*

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

- *Cavo in rame e isolato in PVC:* *K = 115*
- *Cavo in rame e isolato in gomma G:* *K = 135*
- *Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:* *K = 143*
- *Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:* *K = 115*
- *Cavo in rame serie L nudo:* *K = 228*
- *Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:* *K = 115*
- *Cavo in rame serie H nudo:* *K = 228*
- *Cavo in alluminio e isolato in PVC:* *K = 76*
- *Cavo in alluminio e isolato in gomma G:* *K = 89*
- *Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:* *K = 94*

2.5.4. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- *il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm^2;*
- *la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso;*
- *la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16mm^2 se il conduttore è in rame e a 25 mm^2 se il conduttore è in alluminio.*

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm^2 se conduttore in rame e 25 mm^2 se conduttore in allumino, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- *determinazione in relazione alla sezione di fase;*
- *determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;*
- *determinazione in relazione alla portata del neutro.*

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

$$S_f < 16mm^2: \qquad S_n = S_f$$
$$16 \le S_f \le 35mm^2: \quad S_n = 16mm^2$$
$$S_f > 35mm^2: \qquad S_n = S_f/2$$

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

2.5.5. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- *determinazione in relazione alla sezione di fase;*
- *determinazione mediante calcolo.*

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$S_f < 16mm^2: \qquad S_{PE} = S_f$$
$$16 \le S_f \le 35mm^2: \quad S_{PE} = 16mm^2$$
$$S_f > 35mm^2: \qquad S_{PE} = S_f / 2$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

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

dove:

- *- Sp è la sezione del conduttore di protezione (mm²);*
- *- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);*
- *- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);*
- *- K è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.*

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore.
In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3.
Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- *2,5 mm² se è prevista una protezione meccanica;*
- *4 mm² se non è prevista una protezione meccanica;*

E' possibile, altresì, determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.

2.5.6. CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

$$T_{cavo}(I_b) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2}\right)$$
$$T_{cavo}(I_n) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2}\right)$$

espresse in °C.
Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.
Il coefficiente α_{cavo} è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

2.5.7. CADUTE DI TENSIONE

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale.
Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

$$cdt(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \left(R_{cavo} \cdot \cos\varphi + X_{cavo} \cdot sin\varphi\right) \cdot \frac{100}{V_n}$$

con:

- *kcdt=2 per sistemi monofase;*
- *kcdt=1.73 per sistemi trifase.*

I parametri *Rcavo* e *Xcavo* sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 80°C, mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km. La *cdt (Ib)* è la caduta di tensione alla corrente *Ib* e calcolata analogamente alla *cdt (Ib).*
Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta

$$X'cavo = \frac{f}{50} \cdot Xcavo$$

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.
Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea (per esempio trasformatori MT/BT o BT/BT). In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta di tensione totale tiene conto sia della caduta interna nei trasformatori, sia della presenza di spine di regolazione del rapporto spire dei trasformatori stessi.
Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

2.5.8. RIFASAMENTO

Il rifasamento è quell'operazione che tende a portare il valore del fattore di potenza il più possibile sopra il valore di 0,9 e ad un massimo di 1.
In generale il rifasamento si esegue con dei condensatori che compensano la potenza reattiva che di solito è di tipo induttiva. Se un carico assorbe la potenza attiva Pn e la potenza reattiva Q, per diminuire φ e quindi aumentare cos φ senza variare Pn si deve mettere in gioco una potenza Qrif di segno opposto a quello di Q tale che:

$$Q_{rif} = P_n \cdot (\tan\varphi - \tan\Theta)$$

nella quale φ è l'angolo corrispondente al fattore di potenza a cui si vuole rifasare. Tale valore oscilla tra 0.8 e 0.9 a seconda del tipo di contratto di fornitura.
Il rifasamento può essere eseguito in due modalità:

- *distribuito;*
- *centralizzato.*

Tale scelta va valutata al fine di ottimizzare i costi ed i risultati finali, quindi le batterie di condensatori potranno essere inseriti localmente in parallelo ad un carico terminale, oppure centralizzato per rifasare un determinato nodo della rete.
Se la rete dispone di trasformatori, possono essere inserite anche batterie di rifasamento a valle degli stessi per compensare l'energia reattiva assorbiata a vuoto dalla macchina.
La corrente nominale della batteria di condensatori viene calcolata tramite la:

$$I_{nc} = \frac{Q_{rif}}{k_{ca} \cdot V_n}$$

nella quale Q_{rif} viene espressa in kVAR.
Le correnti nominali e di taratura delle protezioni devono tenere conto (CEI 33-5) che ogni batteria di condensatori può sopportare costantemente un sovraccarico del 30% dovuto alle armoniche; inoltre deve essere ammessa una tolleranza del +15% sul valore reale della capacità dei condensatori. Pertanto la corrente nominale dell'interruttore deve essere almeno di $I_{tarth}=1.53\ I_{nc.}$
Infine la taratura della protezione magnetica non dovrà essere inferiore a $I_{tarmag}= 10\ I_{nc}$

2.5.9. FORNITURA DELLA RETE

La conoscenza della fornitura della rete è necessaria per l'inizializzazione della stessa al fine di eseguire il calcolo dei guasti.
Le tipologie di fornitura possono essere:
- *in bassa tensione*

I parametri trovati in questa fase servono per inizializzare il calcolo dei guasti, ossia andranno sommati ai corrispondenti parametri di guasto dell'utenza a valle. Noti i parametri alle sequenze nel punto di fornitura, è possibile inizializzare la rete e calcolare le correnti di cortocircuito secondo le norme CEI 11-25.
Tali correnti saranno utilizzate in fase di scelta delle protezioni per la verifica dei poteri di interruzione delle apparecchiature.

BASSA TENSIONE

Questa può essere utilizzata quando il circuito è alimentato alla rete di distribuzione in bassa tensione, oppure quando il circuito da dimensionare è collegato in sottoquadro ad una rete preesistente di cui si conosca la corrente di cortocircuito sul punto di consegna.
I dati richiesti sono:
tensione concatenata di alimentazione espressa in V;
corrente di cortocircuito trifase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente nel caso di fornitura ENEL 6-10 kA).
corrente di cortocircuito monofase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente nel caso di fornitura ENEL 4.5-6 kA).
Dai primi due valori si determina l'impedenza diretta corrispondente alla corrente di cortocircuito Icctrif:

$$Z_{cctrif} = \frac{V_2}{\sqrt{3} \cdot I_{cctrif}}$$

In base alla tabella fornita dalla norma CEI 17-5 che fornisce il cosø$_{cc}$ di cortocircuito in relazione alla corrente di cortocircuito in kA, si ha:

$$\begin{array}{ll} 50 < I_{cctrif} & \cos\phi_{cc} = 0.2 \\ 20 < I_{cctrif} \le 50 & \cos\phi_{cc} = 0.25 \\ 10 < I_{cctrif} \le 20 & \cos\phi_{cc} = 0.3 \\ 6 < I_{cctrif} \le 10 & \cos\phi_{cc} = 0.5 \\ 4.5 < I_{cctrif} \le 6 & \cos\phi_{cc} = 0.7 \\ 3 < I_{cctrif} \le 4.5 & \cos\phi_{cc} = 0.8 \\ 1.5 < I_{cctrif} \le 3 & \cos\phi_{cc} = 0.9 \\ I_{cctrif} \le 1.5 & \cos\phi_{cc} = 0.95 \end{array}$$

da questi dati si ricava la resistenza alla sequenza diretta, in mΩ:

$$R_d = Z_{cctrif} \cdot \cos\phi_{cc}$$

ed infine la relativa reattanza alla sequenza diretta, in mΩ:

$$X_d = \sqrt{Z_{cctrif}^2 - R_d^2}$$

Dalla conoscenza della corrente di guasto monofase Ik1, è possibile ricavare i valori dell'impedenza omopolare.
Invertendo la formula:

$$I_{k1} = \frac{\sqrt{3} \cdot V_2}{\sqrt{(2 \cdot R_d + R_0)^2 + (2 \cdot X_d + X_0)^2}}$$

con le ipotesi $\frac{R_0}{X_0} = \frac{Z_0}{X_0} \cdot \cos\varphi_{cc}$, cioè l'angolo delle componenti omopolari uguale a quello delle componenti dirette, si ottiene:

$$R_0 = \frac{\sqrt{3} \cdot V}{I_{k1}} \cdot \cos\varphi_{cc} - 2 \cdot R_d$$

$$X_0 = R_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{(\cos\varphi_{cc})^2} - 1}$$

2.5.10. CALCOLO DEI GUASTI

Con il calcolo dei guasti vengono determinate le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea).
Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- *guasto trifase (simmetrico);*
- *guasto bifase (disimmetrico);*
- *guasto fase terra (disimmetrico);*
- *guasto fase neutro (disimmetrico).*

I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati da quelli corrispondenti della potenza a monte che, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

CALCOLO DELLE CORRENTI MASSIME DI CORTOCIRCUITO

Il calcolo è condotto nelle seguenti condizioni:
tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione Cmax;
impedenza di guasto minima, calcolata alla temperatura di 20°C.
La resistenza diretta, del conduttore di fase e di quello di protezione, viene riportata a 20 °C, partendo dalla resistenza a 80 °C, data dalle tabelle UNEL 35023-70, per cui esprimendola in mΩ risulta:

$$R_{dcavo} = \frac{R_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (60 \cdot 0.004)} \right)$$

Nota poi dalle stesse tabelle la reattanza a 50 Hz, se f è la frequenza d'esercizio, risulta:

$$X_{dcavo} = \frac{X_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

possiamo sommare queste ai parametri diretti dell'utenza a monte ottenendo così la impedenza di guasto minima a fine utenza.
Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza diretta sono:

$$R_{dsbarra} = \frac{R_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{L_{sbarra}}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{dsbarra} = \frac{X_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{L_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

Per le utenze con impedenza nota, le componenti della sequenza diretta sono i valori stessi di resistenza e reattanza dell'impedenza.
Per quanto riguarda i parametri alla sequenza omopolare, occorre distinguere tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.
Per il conduttore di neutro si ottengono da quelli diretti tramite le:

$$R_{0cavoNeutro} = R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoNeutro}$$

$$X_{0cavoNeutro} = 3 \cdot X_{dcavo}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$R_{0cavoPE} = R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoPE}$$
$$X_{0cavoPE} = 3 \cdot X_{dcavo}$$

dove le resistenze $R_{dvavoNeutro}$ e $R_{dcavoPE}$ vengono calcolate come la R_{dcavo}.
Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza omopolare sono distinte tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.
Per il conduttore di neutro si ha:

$$R_{0sbarraNeutro} = R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraNeutro}$$
$$X_{0sbarraNeutro} = 3 \cdot X_{dsbarra}$$

Per il conduttore di protezione viene utilizzato il parametro di reattanza dell'anello di guasto fornito dai costruttori:

$$R_{0sbarraPE} = R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraPE}$$
$$X_{0sbarraPE} = 2 \cdot X_{anello_guasto}$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, della utenza a monte, espressi in mΩ:

$$R_d = R_{dcavo} + R_{dmonte}$$
$$X_d = X_{dcavo} + X_{dmonte}$$
$$R_{0Neutro} = R_{0cavoNeutro} + R_{0monteNeutro}$$
$$X_{0Neutro} = X_{0cavoNeutro} + X_{0monteNeutro}$$
$$R_{0PE} = R_{0cavoPE} + R_{0montePE}$$
$$X_{0PE} = X_{0cavoPE} + X_{0montePE}$$

Per le utenze in condotto in sbarre basta sostituire sbarra a cavo.
Ai valori totali vengono sommate anche le impedenze della fornitura.
Noti questi parametri vengono calcolate le impedenze (in mΩ) di guasto trifase:

$$Z_{k\min} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1Neutr\,omin} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{\left(2 \cdot R_d + R_{0Neutro}\right)^2 + \left(2 \cdot X_d + X_{0Neutro}\right)^2}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE\min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{\left(2 \cdot R_d + R_{0PE}\right)^2 + \left(2 \cdot X_d + X_{0PE}\right)^2}$$

Da queste si ricavano le correnti di cortocircuito trifase I_{kmax} , fase neutro $I_{k1Neutromax}$, fase terra $I_{k1PEmax}$ e bifase I_{k2max} espresse in kA:

$$I_{k\max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k\min}}$$
$$I_{k1Neutr\,omax} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1Neutr\,omin}}$$
$$I_{k1PE\max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE\min}}$$
$$I_{k2\max} = \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k\min}}$$

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti (CEI 11-25 par. 9.1.1.):

$$I_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k\max}$$

$$I_{p1Neutro} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1Neutro\max}$$
$$I_{p1PE} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE\max}$$
$$I_{p2} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2\max}$$

dove:

$$\kappa \approx 1.02 + 0.98 \cdot e^{-3 \cdot \frac{R_d}{X_d}}$$

Vengono ora esposti i criteri di calcolo delle impedenze allo spunto dei motori sincroni ed asincroni, valori che sommati alle impedenze della linea forniscono le correnti di guasto che devono essere aggiunte a quelle dovute alla fornitura. Le formule sono tratte dalle norme CEI 11.25 (seconda edizione 2001).

CALCOLO DELLE CORRENTI MINIME DI CORTOCIRCUITO

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI 11.25 par 2.5 per quanto riguarda la tensione nominale viene moltiplicata per per il fattore di tensione di 0.95 (tab. 1 della norma CEI 11-25);
Per la temperatura dei conduttori ci si riferisce al rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario dal cavo. Essa viene indicata dalla norma CEI 64-8/4 par 434.3 nella quale sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente:

- *isolamento in PVC* — *Tmax = 70°C*
- *isolamento in G* — *Tmax = 85°C*
- *isolamento in G5/G7* — *Tmax = 90°C*
- *isolamento serie L rivestito* — *Tmax = 70°C*
- *isolamento serie L nudo* — *Tmax = 105°C*
- *isolamento serie H rivestito* — *Tmax = 70°C*
- *isolamento serie H nudo* — *Tmax = 105°C*

Da queste è possibile calcolare le resistenze alla sequenza diretta e omopolare alla temperatura relativa all'isolamento del cavo:

$$R_{d\max} = R_d \cdot \left(1 + 0.004 \cdot \left(T_{\max} - 20\right)\right)$$
$$R_{0Neutro} = R_{0Neutro} \cdot \left(1 + 0.004 \cdot \left(T_{\max} - 20\right)\right)$$
$$R_{0PE} = R_{0PE} \cdot \left(1 + 0.004 \cdot \left(T_{\max} - 20\right)\right)$$

Queste, sommate alle resistenze a monte, danno le resistenze minime.
Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase I_{k1min} e fase terra , espresse in kA:

$$I_{k\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k\max}}$$
$$I_{k1Neutro\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1Neutro\max}}$$
$$I_{k1PE\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE\max}}$$
$$I_{k2\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k\max}}$$

2.5.11. SCELTA DELLE PROTEZIONI

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- *corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;*
- *numero poli;*
- *tipo di protezione;*
- *tensione di impiego, pari alla tensione nominale dell'utenza;*
- *potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dalla utenza Ikm max;*
- *taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea (Imag max).*

VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:
il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.
La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

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

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.
La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:
Le intersezioni sono due:
Iccmin >= Iinters min (quest'ultima riportata nella norma come Ia);
Iccmax <= Iinters max (quest'ultima riportata nella norma come Ib).
L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
Iccmin >= Iinters min.
L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:
Icc max <= Iinters max.
Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.
Note:
La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti e la Iz dello stesso.
La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal programma consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa.
Un interruttore automatico idoneo per la protezione contro il sovraccarico di un cavo è generalmente idoneo anche per la protezione contro il cortocircuito, se ha un potere di interruzione, o un potere di cortocircuito, almeno pari alla corrente di cortocircuito presunta nel punto d'installazione
E' ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione
In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante I2t lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

PROTEZIONE DEL CONDUTTORE DI NEUTRO

Nei circuiti fase-neutro l'interruttore automatico può avere un solo polo protetto contro le sovracorrenti, ma in tal caso deve essere inserito sul conduttore di fase.
Nei sistemi trifasi, quando il conduttore di neutro è di sezione uguale a quella delle fasi, oppure quando ha sezione inferiore a quella delle fasi ma il carico è sostanzialmente equilibrato, il polo di neutro dell'interruttore quadripolare può non essere protetto.
Se occasionalmente la corrente di squilibrio può superare la portata del conduttore di neutro, si deve utilizzare per il conduttore di neutro la stessa sezione dei conduttori di fase.

VERIFICA DI SELETTIVITÀ

E' verificata la selettività tra protezioni mediante la sovrapposizione delle curve di intervento. I dati forniti dalla sovrapposizione, oltre al grafico sono:
Corrente Ia di intervento in corrispondenza ai massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64.8: pertanto viene sempre data la corrente ai 5s (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la corrente ad un tempo determinato tramite la tabella 41A della CEI 64.8 par 413.1.3. Fornendo una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati sono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;
Tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto alla fine dell'utenza a valle: minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);
Rapporto tra le correnti di intervento magnetico: delle protezioni;
Corrente al limite di selettività: ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3 par 2.5.14).
Selettività: viene indicato se la caratteristica della protezione a monte si colloca sopra alla caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico).
Selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito in cui è verificata.
Nelle valutazione si deve tenere conto delle tolleranze sulle caratteristiche date dai costruttori.
Quando possibile, alla selettività grafica viene affiancata la selettività tabellare tramite i valori forniti dalle case costruttrici. I valori forniti corrispondono ai limiti di selettività in A relativi ad una coppia di protezioni poste una a monte dell'altra. La corrente di guasto minima a valle deve essere inferiore a tale parametro per garantire la selettività.

2.5.12. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI

Tale protezione consiste nel realizzare le misure per proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto diretto con le parti attive; le Norme CEI 64-8 (4/412) prevedono le seguenti modalità esecutive:
- *protezione mediante isolamento che può essere rimosso solo mediante distruzione;*
- *protezione mediante involucri o barriere;*
- *protezione mediante ostacoli;*
- *protezione mediante distanziamento;*
- *protezione addizionale mediante interruttore differenziale.*

2.5.13. PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

Consiste nel prendere le misure contro i contatti di tutte le masse e le masse estranee accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione.

Viene realizzato essenzialmente in due modi:

- *protezione con sistemi a doppio isolamento effettuata mediante componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente*
- *protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione*

La scelta della modalità e dell'apparecchiatura più appropriata dipende dal particolare tipo di impianto in cui si opera: TT, TN oppure IT.
Negli impianti con propria cabina di trasformazione, il sistema elettrico è collegato a terra con la *configurazione TN* (un punto collegato direttamente a terra e le masse collegate ad esso tramite il PE). Secondo le CEI 64-8 la protezione è garantita se è verificata la condizione:

$$Z_S \leq \frac{U_0}{I_a}$$

dove:

- *U_0 è la tensione nominale in c.a. dell'impianto verso terra,*
- *Z_s è l'impedenza totale dell'anello di guasto*
- *I_a è la corrente di intervento del dispositivo di protezione.*

Il tempo di intervento nei luoghi ordinari per i circuiti di distribuzione che alimentano quadri, sottoquadri ed utenze fisse è previsto essere ≤ 5 secondi; per i circuiti terminali che alimentano direttamente, o tramite prese a spina, apparecchi trasportabili, mobili, o portatili l'interruzione deve avvenire in un tempo che dipende dal valore di U_0 (0,4 s per i normali impianti 220/380 V).
Negli impianti con fornitura direttamente in bassa tensione il sistema elettrico è collegato a terra con la *configurazione TT* (impianto di terra locale separato da quello dell'Ente Fornitore). Secondo le CEI 64-8 la protezione è garantita se è verificata la condizione:

$$R_a \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

- *U_0 è la tensione limite di contatto (pari a 50V per ambienti ordinari o 25V per ambienti particolari),*
- *R_a è la somma delle resistenze dei conduttori di protezione PE e del dispersore, in ohm*
- *I_a è la massima corrente di intervento del dispositivo di protezione differenziale presente nell'impianto.*

2.5.14. PROTEZIONE VERSO TERRA E VERSO MASSA

La resistenza di isolamento dell'impianto di illuminazione all'atto della verifica deve essere

$$\geq \frac{2}{L+N}\left[M\Omega\right]$$

dove:

- *L = lunghezza complessiva linee di alimentazione in Km (valore =1 per lunghezze inferiori al km)*
- *N = numero di apparecchi presenti nel sistema elettrico*

2.6. DESCRIZIONE DELLE MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

La protezione dai contatti diretti sarà effettuata secondo il seguente sistema:
- *Protezione mediante isolamento delle parti attive secondo l'art. 412.1 della Norma CEI 64-8.*
- *Protezione mediante involucri o barriere secondo l'art. 412.2 della Norma CEI 64-8.*

La protezione dai contatti indiretti sarà effettuata secondo il seguente sistema:
Protezione mediante componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente secondo l'art. 413.2 della Norma CEI 64-8.
La protezione deve essere assicurata con l'uso:
Componenti elettrici aventi un isolamento doppio o rinforzato;
Quadri elettrici aventi un isolamento completo (Norma CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1);

Condutture elettriche in cavo con guaina non metallica aventi tensione nominale maggiore di un gradino rispetto a quella necessaria per il sistema elettrico servito e che non comprendano un rivestimento metallico;
Cavi unipolare senza guaina installati in tubo protettivo o canale isolante, rispondente alle rispettive Norme.
Cavi con guaina metallica aventi isolamento idoneo per la tensione nominale del sistema elettrico servito, tra la parte attiva e la guaina metallica e tra questa e l'esterno.
Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione osservando quanto indicato nella sezione 413.1 della Norma CEI 64-8.

2.7. DESCRIZIONE DELLE MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI

Lo scopo dell'LPS interno è di evitare differenze di potenziale tra i vari punti dell'impianto, mediante l'equipotenzialità sistematica di tutti i corpi metallici e dei conduttori attivi tramite scaricatori. L'inserzione di scaricatori nei diversi sistemi di distribuzione deve tenere però conto delle misure adottate per la protezione dai contatti indiretti delle persone e delle esigenze di garantire, per quanto possibile, la continuità d'esercizio.
Le sovratensioni negli impianti elettrici sono classificate in:

- *Sovratensioni di origine atmosferica;*
- *Sovratensioni dovute alle manovre di apertura o commutazione di circuiti elettrici;*
- *Sovratensioni dovute a fenomeni di accumulo cariche.*

La protezione contro le sovratensioni risulta efficace solo se viene considerato il livello di tenuta degli isolamenti.
In particolare si deve confrontare il livello di tenuta degli isolamenti con il livello di protezione assicurato dagli SPD.
La Norma Internazionale IEC 60 664 definisce quattro categorie di tenuta all'impulso per le apparecchiature in bassa tensione. Gli scaricatori e i limitatori di sovratensione vengono classificati secondo le seguenti classi di prova:

Norma Tedesca VDE 0675-6	**Norma Internazionale IEC 61 643-1**	**Norma italiana CEI EN 61 643-11**	**Denominazione**
Classe B	Classe I	Type 1	Scaricatore di sovratensione
Classe C	Classe II	Type 2	Limitatore di sovratensione per distribuzione
Classe D	Classe III	Type 3	Limitatore di sovratensione per apparecchio finale

Il principio di coordinamento delle protezioni si basa sulla possibilità di distribuire l'energia associata alla sovratensione con l'intervento combinato dei diversi dispositivi. Per garantire una protezione efficace, il livello di protezione offerto dagli SPD deve essere inferiore alla tensione di tenuta all'impulso degli apparecchi e del circuito dove questi sono installati.
In caso di distanze ridotte tra dispositivi di classe diversa è necessario l'impiego di bobine di disaccoppiamento al fine di ottenere il coordinamento energetico.
Cessata la sovratensione, l'isolamento del circuito deve essere ripristinato e la corrente dell'SPD deve estinguersi.

2.8. DATI DIMENSIONALI RELATIVI ALL'ILLUMINAZIONE

I dati dimensionali relativi all'illuminazione dei vari tipi di aree, e compiti visivi sono ricavabili dalla legislazione e dalla normativa vigente.
Nella tabella sottostante si riporta una sintesi della classificazione delle strade sulla base al D.M. n.6792 del 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" emanato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti:

TIPO SECONDO IL CODICE		AMBITO TERRITORIALE		LIMITE DI VELOCITÀ (KM/H)	NUMERO DI CORSIE PER SENSO DI MARCIA	BANCHINE	REGOLAZIONE DELLA SOSTA	TRAFFICO PEDONALE	ACCESSI
AUTOSTRADA	A	EXTRAURBANO	Strada principale	130	2 o più	Pavimentata e/o corsia di emergenza	Ammessa in appositi spazi. Immissioni ed uscite concentrate su strada principale.	Escluso	NO
			Eventuale strada di servizio	90	1 o più			In banchina	SI
		URBANO	Strada principale	130	2 o più			Escluso	NO
			Eventuale strada di servizio	50	1 o più			Su marciapiedi protetti	SI
ESTRAURBANA PRINCIPALE	B	EXTRAURBANO	Strada principale	110	2 o più	Pavimentata	Ammessa in appositi spazi. Immissioni ed uscite concentrate o in piazzole di sosta su strada principale.	Escluso	NO
			Eventuale strada di servizio	90	1 o più			In banchina	SI
ESTRAURBANA SECONDARIA	C	EXTRAURBANO	C1	90	1	Pavimentata a destra	Ammessa in piazzole di sosta	In banchina	SI
			C2	90	1				
URBANA DI SCORRIMENTO	D	URBANO	Strada principale	70	2 o più	Pavimentata	Ammessa in appositi spazi. Immissioni ed uscite concentrate su strada principale.	Su marciapiedi protetti	NO
			Eventuale strada di servizio	50	1 o più			Su marciapiedi	SI
URBANA DI QUARTIERE	E	URBANO		50	1 o più	Pavimentata a destra	Ammessa in appositi spazi (fascia di sosta)	Su marciapiedi	SI
LOCALE	F	EXTRAURBANO	F1	90	1	Pavimentata a destra	Ammessa in piazzole di sosta	In banchina	SI
			F2	90	1	Pavimentata a destra			
		URBANO		50	1 o più	-	Ammessa in appositi spazi (fascia di sosta)	Su marciapiedi	SI

2.9. INQUINAMENTO LUMINOSO

Per inquinamento luminoso s'intende ogni forma di irradiazione della luce artificiale che si disperda fuori dalle aree a cui essa e funzionalmente dedicata ed in particolar modo se orientata sopra la linea dell'orizzonte.
In materia di lotta all'inquinamento luminoso, essendo più restrittiva nella definizione delle zone di rispetto e nei limiti di emissione di luce verso l'alto rispetto alla Norma UNI 10819, si applicheranno esclusivamente le prescrizioni delle Leggi Regionali della Lombardia n°17/2000 e delle successive modifiche ed integrazioni e n°31/2015.

2.10. REGOLAZIONE DEL FLUSSO EMESSO

Tutti i punti luce di nuova realizzazione saranno provvisti di sistema puntuale di dimmerazione e regolazione del flusso luminoso. Tale sistema è un protocollo elettronico di regolazione delle sorgenti luminose ideale per i led. Detto apparato, integrato all'interno del driver per gli apparecchi a led, funziona in modo indipendente e non necessita di controllo esterno, ovvero quindi in modalità "stand-alone". Le regolazioni nella casistica di cotesto intervento, eseguite e programmate direttamente dal costruttore degli apparecchi illuminanti, concernano una durata della regolazione di 8 ore (dalle ore 22:00 alle ore 06:00) ai flussi luminosi indicati sui disegni planimetrici allegati.

2.11. RISPETTO DELLE INTERDISTANZE

Il posizionamento dei nuovi punti luce non è soggetto all'applicazione dell'interdistanza minima in quanto area di parcheggio in conformità alla Legge Regionale della Lombardia n°31/2015 pari a 3,7 volte l'altezza del punto luce per l'altezza dei punti luce in oggetto.

2.12. SCELTA E CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

2.12.1. ISOLAMENTO DEI CAVI

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensioni nominali verso terra e tensione nominale (U_0/U) non inferiori a 450/750 V, il cui simbolo di designazione è 07.
I conduttori utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V, in questo caso il simbolo di designazione è 05. La tabella seguente riporta quanto esposto:

CONDIZIONI	CARATTERISTICHE MINIME DEL CAVO
Categoria 0	300/300 V
Categoria I per segnalazioni	300/500 V
Categoria I per energia	450/750 V
Categoria I anche per posa interrata	0,6/1 kV

Qualora si preveda l'esistenza di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da cavidotti diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso cavidotto e far capo alle stesse cassette, purché tutti i cavi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare i conduttori appartenenti a sistemi diversi.

2.12.2. COLORI DISTINTIVI DEI CAVI

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 0072-74 e 00712. In particolare i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde.
Per quanto riguarda i conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio e marrone.

2.12.3. SEZIONI MINIME E CADUTE DI TENSIONE AMMESSE

Le sezioni dei conduttori, calcolate in funzione della potenza impegnata e dalla lunghezza dei circuiti, devono essere scelte tra quelle unificate in modo che la caduta di tensione massima misurabile nel punto di alimentazione dell'utenza sia:

- energia ordinaria di illuminazione pubblica = 5% della U_N
- energia ordinaria di illuminazione = 4% della U_N
- energia ordinaria di F.M. = 4% della U_N
- energia illuminazione di sicurezza = 3% della U_N

In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.
Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, per gli impianti fissi si devono utilizzare cavi con sezione dei conduttori non inferiore ai valori minimi riportati in tabella qui di seguito.

IMPIEGHI	SEZ. MIN (MM^2)
Impianti citofonici; circuiti di segnalazioni acustiche; circuiti comando relè o contattori	0,5
Condutture volanti per alimentazione di apparecchi portatili soggetti a deboli sollecitazioni meccaniche in locali domestici e uffici; cavetti per lampadari.	0,75
Per cablaggi interni di quadri elettrici; per circuiti elettrici di ascensori e montacarichi e per segnalamento e comando.	1
Uso generale per posa in tubi o canalette per alimentazione di singoli apparecchi di illuminazione o prese a spina con portata nominale ≤ 10 A.	1,5

2.12.4. DISTANZIAMENTO DEGLI IMPIANTI DAL PIANO VIABILE E DAI LIMITI DELLA CARREGGIATA

La distanza minima dei sostegni e di ogni altra parte dell'impianto dai limiti della carreggiata, fino ad un'altezza di 5 m dal piano della pavimentazione stradale, fermo restando il rispetto di quanto prescritto dal Codice della Strada e dai Regolamenti locali, deve essere:

- Per le strade urbane dotate di marciapiedi con cordonatura: ≥ 0,5 m netti. In ogni caso occorre che la posizione del palo sia scelta in modo da assicurare un passaggio della larghezza minima di 0,9 m verso il limite esterno della sede stradale; per i marciapiedi di larghezza insufficiente, il sostegno va installato, per quanto possibile, al limite della sede stradale.
- Per le strade extraurbane e per quelle urbane prive di marciapiedi con cordonatura: ≥ 1,4 m netti.

Distanze inferiori[1] possono essere adottate nel caso che la configurazione della banchina non consenta il distanziamento sopra indicato; distanze maggiori devono essere adottate nel caso di banchine adibite anche alla sosta dei veicoli.

2.12.5. DISTANZIAMENTO DEGLI IMPIANTI DAI CONDUTTORI DI LINEE ELETTRICHE

Le distanze dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dai conduttori di linee elettriche aeree (conduttori supposti sia con catenaria verticale sia con catenaria inclinata di 30° sulla verticale, nelle condizioni indicate nel D.M. 21/03/1988), non devono essere inferiori a:

- 1 m dai conduttori di linee di classe 0 e l; il distanziamento minimo sopra indicato può essere ridotto a 0,5 m quando si tratti di linee con conduttori in cavo aereo ed in ogni caso nell'abitato
- (3 + 0,015 U) m dai conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea espressa in kV.

Il distanziamento può essere ridotto a (1+ 0,015 U) m per le linee in cavo aereo e, quando ci sia l'accordo fra i proprietari interessati, anche per le linee con conduttori nudi.
I distanziamenti sopraindicati si riferiscono unicamente al corretto funzionamento dell'impianto.
Distanziamenti maggiori sono, in genere, necessari per tenere conto della sicurezza degli operatori addetti alla manutenzione.

[1] Comunque sempre previo benestare dell'autorità competente proprietaria della strada.

2.12.6. DISTANZIAMENTO DEGLI IMPIANTI DA ALTRE OPERE

Le distanze da rispettare da altre opere circostanti o componenti di altri servizi tecnologici sono riepilogate nella tabella seguente (come indicato nel D.M. 21/03/1988).

OPERA AVVICINATA		ELEMENTO DA CONSIDERARE	DISTANZA MINIMA (M)
Linee di telecomunicazione e linee elettriche di 1ª classe in conduttori nudi fuori dell'abitato		Conduttore più vicino	1
Linee di telecomunicazione e linee elettriche di 1ª classe in cavo aereo e in ogni caso nell'abitato		Conduttore più vicino	0,50
Ferrovie e tranvie in sede propria fuori dell'abitato (esclusi i binari morti e raccordi a stabilimenti)		Rotaia più vicina Ciglio delle trincee Piede dei rilevati	6 (1) 3 (1) 2 (1)
Funicolari terrestri fuori dall'abitato		Rotaia più vicina	4 (1)
Filovie fuori dall'abitato		Conduttore di contatto più vicino	4 (1)
Funivie, sciovie e seggiovie per trasporto persone		Organo più vicino, e se esso è mobile, sua posiz. più vic. poss.	4 (1)
Funivie per trasporto merci o similari		Organo più vicino, e se esso è mobile, sua posiz. più vic. poss.	2 (1)
Ferrovie, tranvie e filovie nell'abitato, e binari e raccordi a stabilimenti		Rotaia più vicina Conduttore di contatto più vicino	2 (1)
Argini di 3a categoria (3)		Piede dell'argine	5 (1)
Autostrade		Confine di proprietà (C.P.)	25 (1) (4)
Condotti a pressione > 25 atm	Protetti	Esterno tubazione	2 (4) 1 (5)
	Non protetti		6 (4) 3 (5)
Condotti a pressione < 25 atm ed oleodotti	Protetti	Esterno tubazione	1,5 (4) 1 (5)
	Non protetti		2 (4) 1 (5)

Pali sfiato del gas metano; (sfiati da valvola da sicurezza, sfiati di organi di intercettazione)	Apertura o griglia alla sommità del palo sfiato	7,5 (6)

(1)Le distanze sono da riferire a tutto il centro luminoso e alla fondazione se del tipo affiorante

(2)Compreso l'eventuale impianto di messa a terra

(3)Per argini di categoria superiore ci si deve attenere alle disposizioni degli organi competenti

(4)Riducibili previa autorizzazione dell'Ente proprietario

(5)Nel caso di sostegno senza linea aerea

(6) Zona AD di divisione *2* dei luoghi di classe 1 (C1Z2)

Nota: Zona AD determinata dalla presenza di pali sfiato della rete del gas. Gli apparecchi di illuminazione di normale esecuzione non devono essere collocati nella zona AD AD di divisione 2 dei luoghi di classe 1 (C1Z2) - caso dei pali sfiato di valvole di sicurezza -. Possono essere installati a condizione che siano in esecuzione rispettivamente AD - FT o AD – FE (Norma CEI 31-30).

2.13. SCELTA E CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

2.13.1. GENERALITÀ

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme :

- CEI EN (IEC) 62305 - 1 "Protezione contro il fulmine - Parte 1: Principi generali".
- CEI EN (IEC) 62305 - 2 "Protezione contro il fulmine - Parte 2: Gestione del rischio".
- CEI EN (IEC) 62305 - 3 "Protezione contro il fulmine - Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone".
- CEI EN (IEC) 62305 - 4 "Protezione contro il fulmine - Parte 4: Sistemi elettrici ed elettronici all'interno delle strutture ".
- CEI 81-3 "Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico. Elenco dei Comuni.";

2.13.2. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DOVUTO AL FULMINE E SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Non è necessario realizzare alcun sistema di protezioni contro i fulmini per l'impianto in questione poiché il rischio dovuto al fulmine è sotto i limiti tollerati.
In altre parole, l'impianto è da considerarsi **AUTOPROTETTO.**
In forza della legge 1/3/1968 n.186 che individua nelle Norme CEI la regola dell'arte, si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche.

2.14. ALTRE INFORMAZIONI

2.14.1. VERIFICHE

Prima della messa in esercizio dell'impianto, devono essere eseguite le verifiche che consentano di accertare la rispondenza dell'impianto stesso alle prescrizioni delle norme e leggi secondo quanto previsto dalla norma CEI 64-8/6.

2.14.2. Esame a Vista

Per esame a vista si intende il controllo dell'impianto elettrico per accertare che le sue condizioni di realizzazione siano corrette, senza l'effettuazione di prove.
L'esame a vista riguarda i seguenti controlli:

- *metodo di protezione contro i contatti diretti e indiretti.*
- *metodo di protezione contro gli effetti termici*
- *scelta dei conduttori per quanto concerne sezioni ed isolamento.*
- *scelta e caratteristiche nominali dei dispositivi di protezione e segnalazione*
- *presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento e comando.*
- *scelta dei componenti elettrici in funzione del luogo di installazione.*
- *identificazione per colore dei conduttori di neutro e protezione.*
- *presenza di schemi, cartelli monitori o di informazioni particolari.*
- *identificazione dei circuiti e dei relativi dispositivi di comando con targhette esplicative.*
- *idoneità delle connessioni.*
- *agevole accessibilità a tutte le parti dell'impianto per interventi di manutenzione.*
- *rispetto delle istruzioni di installazione date dai costruttori delle apparecchiature.*

2.14.3. Prove e Misure

Per prova si intende l'effettuazione di misure o di altre operazioni sull'impianto elettrico attraverso le quali si accerti l'efficienza dello stesso.
La misura comporta l'accertamento di valori per mezzo di appositi strumenti e tecniche di inserzione.
Devono essere eseguite per quanto applicabili e preferibilmente nell'ordine indicato le seguenti prove:

- *continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali*
- *resistenza di isolamento dell'impianto elettrico*
- *misura della resistenza di terra*
- *prova di funzionamento*
- *prova di intervento degli interruttori differenziali.*

A carico dell'impresa esecutrice dei lavori sono tutti gli oneri derivanti da prove e misure.

2.14.4. Collaudo

Il collaudo dovrà accertare che i lavori eseguiti, i materiali impiegati la funzionalità dell'impianto siano rispondenti a quanto richiesto nel capitolato di appalto e nelle eventuali varianti successive.
In particolare si controlleranno che siano rispettate:

- *la rispondenza alle norme di legge*
- *le prescrizioni delle autorità competenti (COMUNE, ASL, VVF, ENEL, TELECOM)*
- *la rispondenza a prescrizioni diverse concordate in sede di appalto*
- *la rispondenza alle norme CEI relative al tipo di impianto*

La ditta installatrice è responsabile della manutenzione delle opere sino al termine delle operazioni di collaudo; sarà inoltre tenuta ad eseguire i lavori di modifica e o riparazione che si riterranno necessari nel corso del medesimo.

2.14.5. Documentazione finale degli impianti

Al termine degli interventi dovrà essere rilasciata dall'impresa installatrice la seguente documentazione in triplice copia:

- *relazione con tipologia dei materiali utilizzati;*
- *planimetria dell'impianto in versione **"AS – BUILT"** sulla quale saranno indicate:*
  - *l'ubicazione definitiva e le caratteristiche dei componenti installati;*

- *la posizione e le caratteristiche degli apparecchi di comando e delle eventuali cabine;*
- *le caratteristiche e lo schema delle linee di alimentazione;*
- *la posizione esatta dei cavidotti e dei pozzetti;*

- *schema elettrico in versione **"AS – BUILT"**;*
- *dichiarazione di conformità alla regola dell'arte (Legge n°186/68);*
- *dichiarazione di conformità degli impianti di illuminazione esterna alle Leggi Regione Lombardia n°17/2000 e s.m.i. e n°31/2015;*
- *copia del certificato dei requisiti tecnico-professionali;*
- *denuncia impianto di terra ASL e ISPESL.*

San Biagio di Bagnolo San Vito (MN), giugno 2020

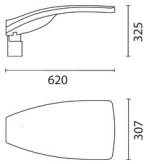
Il Professionista

Per. Ind. Enrico Taino

Wow

Design Piano Design **iGuzzini**

Ultimo aggiornamento delle informazioni: Giugno 2020



Sistema da palo – Ottica ST1.2 – Neutral White - Dali- ø46-60-76mm

Codice prodotto
EC33

Descrizione tecnica
Apparecchio di illuminazione per esterni con ottica stradale a luce diretta dall'elevato comfort visivo (G4), finalizzato all'impiego di sorgenti luminose con led di potenza. Vano ottico e sistema di attacco al palo realizzati in lega di alluminio EN1706AC 46100LF, sottoposti a un processo di pre-trattamento multi step in cui le fasi principali sono: sgrassaggio, fluorozirconatura (strato protettivo superficiale) e sigillatura (strato nano-strutturato ai silani). La fase di verniciatura è realizzata con primer e vernice acrilica liquida, cotta a 150 °C, che fornisce un'alta resistenza agli agenti atmosferici. Possibilità di regolazione, anche tramite scala graduata, dell'inclinazione rispetto al manto stradale di +15°/-10°(a step di 5°) nel montaggio a testapalo e +5°/¬20° (a step di 5°) nel montaggio laterale. Vetro di chiusura sodico-calcico spessore 5 mm. Il vetro fissato alla cornice chiude il vano led che è fissato al vano componenti tramite cerniera e 2 viti. L'alto grado IP è garantito dalla guarnizione siliconica interposta tra i due elementi. Completo di circuito con led monocromatici di potenza , riflettori in alluminio silver. Sostituibilità vano led direttamente sul posto. Possibilità di sostituire in laboratorio i led a gruppi da 12. Alimentazione elettronica DALI. Gruppo di alimentazione collegato con connettori ad innesto rapido. Driver con sistema automatico di controllo della temperatura interna. Gruppo piastra alimentazione estraibile senza utensili. Il vano ottico è fissato all'attacco applique o testapalo tramite due viti di serraggio, due grani di sicurezza ne facilitano il montaggio. Il flusso luminoso emesso nell'emisfero superiore del Sistema in posizione orizzontale è nullo (in conformità alle più restrittive norme contro l'inquinamento luminoso). Tutte le viti esterne utilizzate sono in acciaio inox.

Installazione
Il proiettore è installabile con montaggio a testapalo o laterale , tramite il testapalo in alluminio pressofuso per diametri ø46/60/76mm. Da ø60 a ø76mm senza l'utilizzo del riduttore di serie, da ø46 a ø 60mm con l'utilizzo del riduttore. Fissaggio al palo tramite due grani e due dadi per il bloccaggio di sicurezza.

Dimensione (mm)
620x307x325

Colore
Grigio (15)

Peso (Kg)
9

Montaggio
ad applique|a testapalo

Cablaggio
Il testapalo garantisce il passaggio dei cavi di alimentazione in assoluta sicurezza evitando la foratura. Morsettiera a 6 poli per cavi ø 7-14mm. Protezioni sovratensioni, 10KV di Modo Comune e 6KV di Modo Differenziale

Soddisfa EN60598-1 e relative note

IK08 IP67

Configurazione di prodotto: EC33

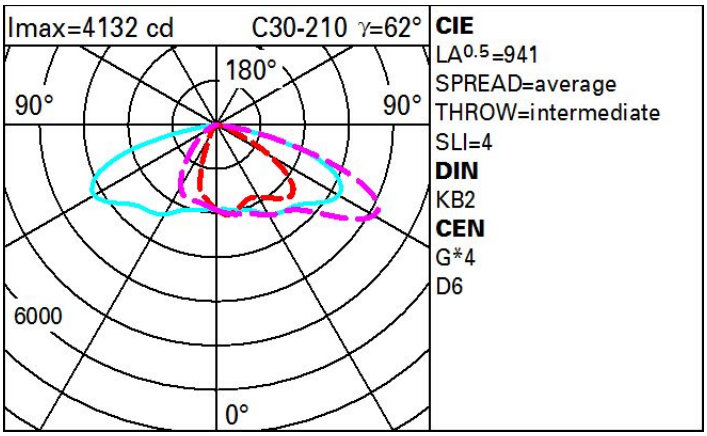
Dati tecnici

lm di sistema:	7500
W di sistema:	62.9
lm di sorgente:	-
W di sorgente:	-
Efficienza luminosa (lm/W, dati di sistema):	119.2
lm in modalità emergenza:	-
Flusso totale emesso a 90° o superiore [Lm]:	0
Light Output Ratio (L.O.R.) [%]:	100
Indice di resa cromatica:	70
Temperatura colore [K]:	4000
MacAdam Step:	3
Life Time LED 1:	100,000h - L90 - B10 (Ta 25°C)
Life Time LED 2:	100,000h - L90 - B10 (Ta 40°C)

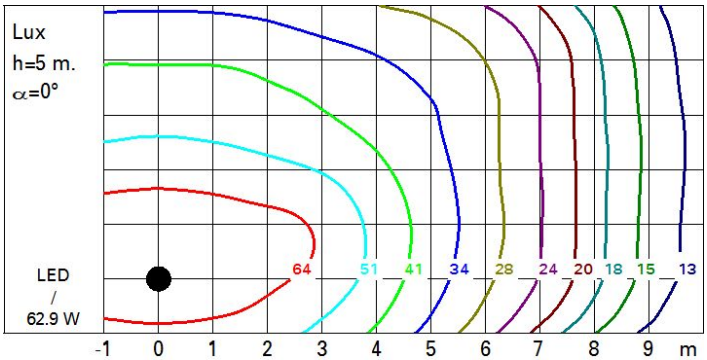
Perdite dell'alimentatore [W]:	4.9
Voltaggio [Vin]:	230
Codice lampada:	LED
Numero di lampade per vano ottico:	1
Codice ZVEI:	LED
Numero di vani ottici:	1
Intervallo temperatura ambiente operativa:	da -20°C a +35°C. (*)
Power factor:	Vedi istruzioni di installazione
Corrente di spunto (in-rush):	43 A / 260 µs
Massimo numero di apparecchi collegabili a ogni interruttore automatico:	B10A: 6 apparecchi B16A: 10 apparecchi C10A: 10 apparecchi C16A: 17 apparecchi
Protezione alle sovratensioni:	10kV Modo comune e 6kV Modo differenziale
Modalità di dimmerazione:	CCR
Control:	DALI

* Dato preliminare

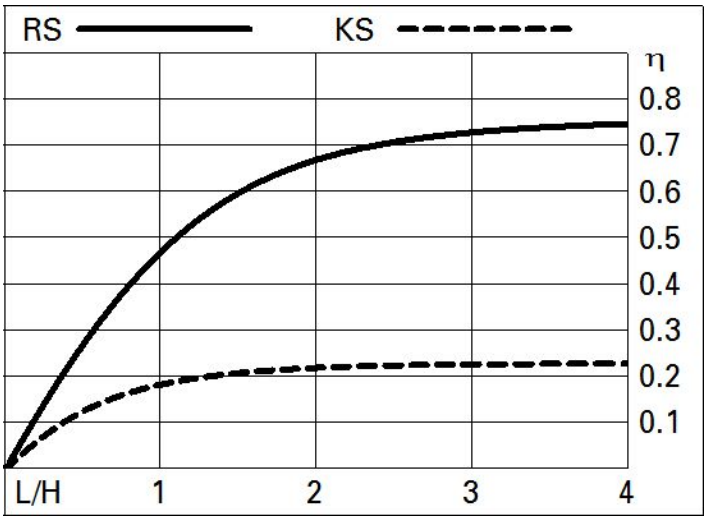
Polare



Isolux



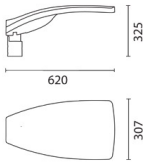
Coefficienti di utilizzazione



Wow

Design Piano Design **iGuzzini**

Ultimo aggiornamento delle informazioni: Giugno 2020



Sistema da palo – Ottica ST0.8C – Neutral White - Dali- ø46-60-76mm

Codice prodotto
EC37

Descrizione tecnica
Apparecchio di illuminazione per esterni con ottica stradale a luce diretta dall'elevato comfort visivo (G6), finalizzato all'impiego di sorgenti luminose con led di potenza. Vano ottico e sistema di attacco al palo realizzati in lega di alluminio EN1706AC 46100LF, sottoposti a un processo di pre-trattamento multi step in cui le fasi principali sono: sgrassaggio, fluorozirconatura (strato protettivo superficiale) e sigillatura (strato nano-strutturato ai silani). La fase di verniciatura è realizzata con primer e vernice acrilica liquida, cotta a 150 °C, che fornisce un'alta resistenza agli agenti atmosferici. Possibilità di regolazione, anche tramite scala graduata, dell'inclinazione rispetto al manto stradale di +15°/-10°(a step di 5°) nel montaggio a testapalo e +5°/¬20° (a step di 5°) nel montaggio laterale. Vetro di chiusura sodico-calcico spessore 5 mm. Il vetro fissato alla cornice chiude il vano led che è fissato al vano componenti tramite cerniera e 2 viti. L'alto grado IP è garantito dalla guarnizione siliconica interposta tra i due elementi. Completo di circuito con led monocromatici di potenza , riflettori in alluminio silver. Sostituibilità vano led direttamente sul posto. Possibilità di sostituire in laboratorio i led a gruppi da 12. Alimentazione elettronica DALI. Gruppo di alimentazione collegato con connettori ad innesto rapido. Driver con sistema automatico di controllo della temperatura interna. Gruppo piastra alimentazione estraibile senza utensili. Il vano ottico è fissato all'attacco applique o testapalo tramite due viti di serraggio, due grani di sicurezza ne facilitano il montaggio. Il flusso luminoso emesso nell'emisfero superiore del Sistema in posizione orizzontale è nullo (in conformità alle più restrittive norme contro l'inquinamento luminoso). Tutte le viti esterne utilizzate sono in acciaio inox.

Installazione
Il proiettore è installabile con montaggio a testapalo o laterale , tramite il testapalo in alluminio pressofuso per diametri ø46/60/76mm. Da ø60 a ø76mm senza l'utilizzo del riduttore di serie, da ø46 a ø 60mm con l'utilizzo del riduttore. Fissaggio al palo tramite due grani e due dadi per il bloccaggio di sicurezza.

Dimensione (mm)
620x307x325

Colore
Grigio (15)

Peso (Kg)
9

Montaggio
ad applique|a testapalo

Cablaggio
Il testapalo garantisce il passaggio dei cavi di alimentazione in assoluta sicurezza evitando la foratura. Morsettiera a 6 poli per cavi ø 7-14mm. Protezioni sovratensioni, 10KV di Modo Comune e 6KV di Modo Differenziale

Soddisfa EN60598-1 e relative note

IK08 IP67

Configurazione di prodotto: EC37

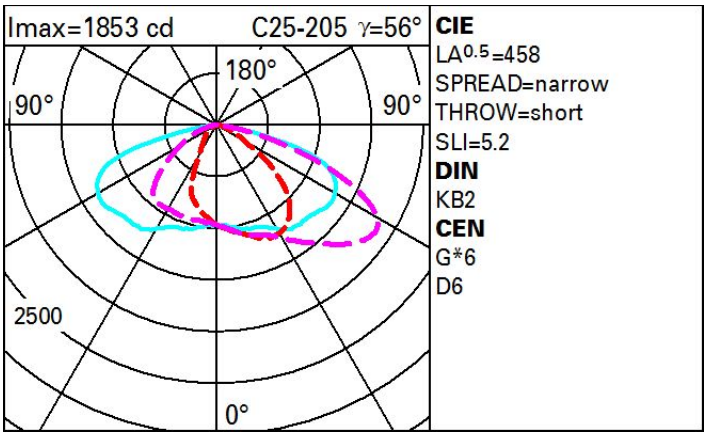
Dati tecnici

lm di sistema:	3660
W di sistema:	36.3
lm di sorgente:	-
W di sorgente:	-
Efficienza luminosa (lm/W, dati di sistema):	100.8
lm in modalità emergenza:	-
Flusso totale emesso a 90° o superiore [Lm]:	0
Light Output Ratio (L.O.R.) [%]:	100
Indice di resa cromatica:	70
Temperatura colore [K]:	4000
MacAdam Step:	3
Life Time LED 1:	100,000h - L90 - B10 (Ta 25°C)
Life Time LED 2:	100,000h - L90 - B10 (Ta 40°C)

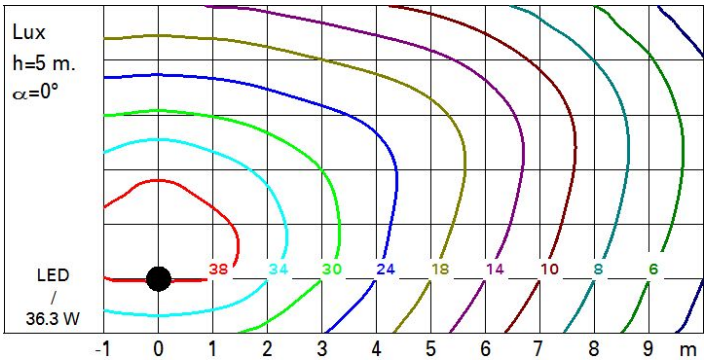
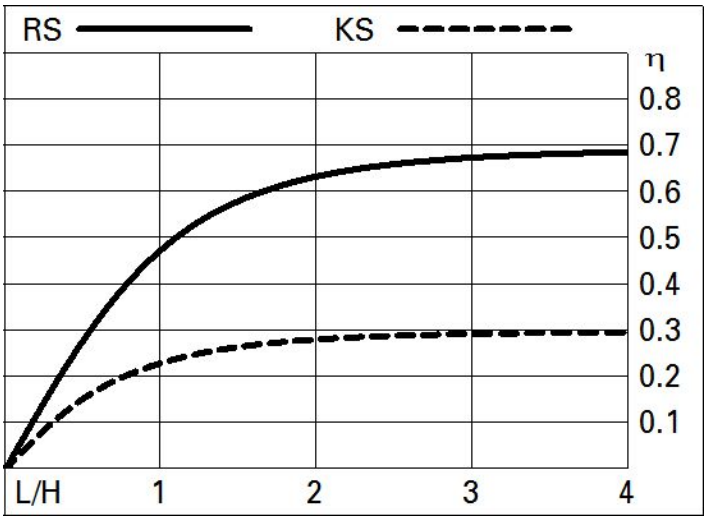
Perdite dell'alimentatore [W]:	5.3
Voltaggio [Vin]:	230
Codice lampada:	LED
Numero di lampade per vano ottico:	1
Codice ZVEI:	LED
Numero di vani ottici:	1
Intervallo temperatura ambiente operativa:	da -20°C a +35°C. (*)
Power factor:	Vedi istruzioni di installazione
Corrente di spunto (in-rush):	21 A / 300 µs
Massimo numero di apparecchi collegabili a ogni interruttore automatico:	B10A: 13 apparecchi B16A: 21 apparecchi C10A: 21 apparecchi C16A: 35 apparecchi
Protezione alle sovratensioni:	10kV Modo comune e 6kV Modo differenziale
Modalità di dimmerazione:	CCR
Control:	DALI

* Dato preliminare

Polare



Isolux



Coefficienti di utilizzazione