



PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO



PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO ADEGUAMENTO IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DI VIALE A. DE GASPERI NEL COMUNE DI GESSATE (MI)

ALLEGATO:

RELAZIONE SPECIALISTICA

timbro e firma



PROGETTISTA:



STUDIO PALA di Eros Pala Per. Ind.
Progettazione Impianti Elettrici e Fotovoltaici
Sede legale: Via Morengo, 262 24040 PAGAZZANO (BG)
info@studiopala.it
T. +39 0363 705555 - F. +39 0363 705555

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ORIGINATO	APPROVATO
00	06 settembre 2022	Emissione	G. Bellezza	E. Pala



INDICE

1 - OGGETTO DELLA RELAZIONE TECNICA DEL PROGETTO ESECUTIVO.....	4
2 - OBIETTIVI DEL PROGETTO	5
2.1 - Raffronto fra le diverse soluzioni	6
3 - VALENZA DELL'INIZIATIVA	7
4 - SICUREZZA FOTOBIOLOGICA DEI PRODOTTI A LED	7
5 - FASCE DI RISPETTO DA OSSERVATORI ASTRONOMICI E/O PRESENZA DI AREE NATURALI PROTETTE	8
6 - REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI.....	9
6.1 - Disposizioni legislative	9
6.2 - Norme e Guide CEI	11
6.3 - Norme UNI	13
7 - PRESTAZIONI ENERGETICHE	15
8 - PRINCIPI UTILIZZATI NELL'ANALISI DELLO STATO DI FATTO DEGLI IMPIANTI	16
9 - L'ILLUMINAZIONE DELLE STRADE CON TRAFFICO MOTORIZZATO.....	16
10 - DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	17
11 - LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE ED INSTALLAZIONE DEGLI IMPIANTI	18
11.1 - Caratteristiche illuminotecniche generali	18
12 - ALTEZZE MINIME DEGLI IMPIANTI SULLA CARREGGIATA	20
13 - RISPARMIO ENERGETICO TRAMITE LA REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO	21
14 - REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE	23
14.1 - Disposizioni generali	23
14.2 - Disfacimento delle pavimentazioni	23
14.3 - Scavi	23
15 - DATI PROGETTUALI.....	24
15.1 - Dati di carattere generale	24
15.2 - Incarichi affidati al progettista	25
15.3 - Dati di progetto relativi alle influenze esterne.....	25
15.4 - Dati di progetto relativi all'impianto elettrico	26
16 - CRITERI DI PROGETTAZIONE.....	27
17 - REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO	27
17.1 - Premessa	27
17.2 - Sistemi di regolazione presenti sul mercato	28
17.3 - Sistemi di regolazione del flusso proposti	28
18 - CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE	29
18.1 - Alcuni termini e definizioni tratti dalla Norma UNI 11248	29
18.2 - Procedura per l'individuazione delle categorie illuminotecniche.....	31
18.3 - Caratteristiche illuminotecniche delle categorie previste dalle Norme	32
18.4 - Scelta della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi.....	34
18.5 - Metodologia da utilizzare per l'analisi dei rischi.....	39
18.6 - Analisi dei rischi	40
18.7 - Sintesi conclusiva	41
19 - PRESCRIZIONE SULLA TEMPERATURA DI COLORE DA UTILIZZARE.....	44
19.1 - Definizione di indice di resa cromatica	44
20 - DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI.....	45
20.1 - Protezione contro i contatti diretti ed indiretti	45
20.2 - Protezione delle condutture contro le sovracorrenti	46
20.3 - Quadri elettrici	48
20.4 - Tipologia di comando e protezione dei circuiti	49



20.5 - Sistema di telecontrollo	49
21 - CRITERI REALIZZATIVI	50
21.1 - Gradi di protezione e criteri impiantistici.....	50
21.2 - Caratteristiche dei componenti utilizzati	50
21.3 - Livello di isolamento	50
21.4 - Caduta di tensione	51
21.5 - Protezione contro i fulmini.....	51
21.6 - Caratteristiche delle palificazioni.....	51
21.7 - Caratteristiche dei corpi illuminanti.....	57
21.8 - Verifiche degli impianti	58
21.9 - Documentazione da consegnare a fine lavori.....	61
APPENDICE – A – REQUISITI TECNICO-PROFESSIONALI DEL PROGETTISTA	62
APPENDICE – B – REQUISITI TECNICO-PROFESSIONALI DELL'INSTALLATORE.....	63
APPENDICE – C – GUIDA ALL'USO DELLA DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO E DELLA DOCUMENTAZIONE FINALE DELL'IMPIANTO	64
APPENDICE – D – ALLEGATI.....	65



1 - OGGETTO DELLA RELAZIONE TECNICA DEL PROGETTO ESECUTIVO

La presente **relazione tecnica di Progetto Definitivo/Esecutivo** ha lo scopo di definire le caratteristiche tecniche, costruttive e funzionali **della ristrutturazione degli impianti di pubblica illuminazione comunale con tecnologia a LED di Viale De Gasperi nel comune di Gessate (MI)**.

Per tale intervento vige l'obbligo della realizzazione del progetto illuminotecnico come previsto dalla Legge Regionale n. 17 del 27 marzo 2000, in vigore fino all'approvazione del regolamento della L.R. 31 del 05 ottobre 2015.

Per semplicità nel prosieguo della relazione faremo esclusivamente riferimento alla L.R. 31/15, la quale rimanda alla L.R. 17/00 fino all'approvazione del proprio regolamento di attuazione.

Le descrizioni tecniche di seguito riportate indicano le caratteristiche che dovranno essere osservate nella realizzazione della progettazione esecutiva.

In particolare la presente relazione evidenzia:

- a) la descrizione dell'impianto;
- b) i dati di progetto;
- c) la classificazione delle strade in relazione alle condizioni di esercizio e ad eventuali particolarità, completa di analisi dei rischi;
- d) i dati del sistema di distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica (tensione, frequenza, fasi, stato del neutro, tipo di alimentazione, cadute di tensione ammissibili e correnti di guasto nei diversi punti dell'impianto);
- e) la descrizione dei carichi elettrici;
- f) le norme tecniche di riferimento per gli impianti e i componenti;
- g) eventuali vincoli da rispettare, compresi quelli derivanti dal coordinamento con le altre discipline coinvolte;
- h) le caratteristiche generali dell'impianto elettrico, quali le condizioni di sicurezza, la disponibilità del servizio, la flessibilità (es. futuri ampliamenti), la manutenzione;
- i) la descrizione delle misure di protezione contro i contatti indiretti, quali l'interruzione automatica dell'alimentazione, l'uso dei componenti elettrici aventi isolamento di classe II o equivalente, la separazione elettrica, la bassissima tensione di sicurezza, ecc.;
- j) la descrizione delle misure di protezione contro i contatti diretti, quali l'uso di involucri o barriere (IP...), di ostacoli o di distanziamenti, di interruttori differenziali come protezione aggiuntiva;
- k) i dati dimensionali relativi all'illuminazione artificiale;
- l) la scelta della tipologia degli impianti e dei componenti elettrici principali in relazione ai parametri elettrici (es. tensioni, correnti), alle condizioni ambientali e di utilizzazione;
- m) i criteri di dimensionamento e scelta dei componenti elettrici;
- n) altre eventuali informazioni.

Per le prescrizioni illuminotecniche si è fatto riferimento, ove applicabile, alla Norma UNI 11248 Nov. 2016: Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche EN 13201-2: Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali.

Il presente progetto si estende dai punti di consegna dell'energia elettrica da parte dell'ente fornitore, definiti preliminarmente, fino ai singoli corpi illuminanti, considerando tutti gli impianti ed i componenti relativi al sistema di distribuzione primaria.

Alla presente relazione tecnica sono allegati i documenti di progetto specificati nell'apposito elenco.



2 - OBIETTIVI DEL PROGETTO

Gli obiettivi generali del progetto sono:

- 1) Il rispetto del Piano d'Azione Nazionale sul Green Public Procurement (PANGPP);
- 2) L'eliminazione delle situazioni critiche e pericolose;
- 3) L'adeguamento dei corpi illuminanti alle normative illuminotecniche vigenti;
- 4) L'adeguamento degli impianti alle normative elettrotecniche vigenti;
- 5) La limitazione dell'inquinamento luminoso e ottico;
- 6) Migliorare la sicurezza del traffico e delle persone sul territorio;
- 7) Migliorare la viabilità;
- 8) Valorizzare l'ambiente urbano, dei centri storici e residenziali;
- 9) Salvaguardare e proteggere l'ambiente;
- 10) Il risparmio energetico;
- 11) Consentire una gestione ottimizzata degli impianti.

L'obiettivo di cui al punto 1 è attuabile attraverso la strategia generale per la diffusione del GPP (Green Public Procurement), le categorie merceologiche da adottare, gli obiettivi ambientali di riferimento qualitativi e quantitativi. La strategia dei GPP intende incidere su alcune problematiche ambientali di carattere generale e ritenute particolarmente rilevanti nel nostro contesto. Si tratta di: efficienza e risparmio nell'uso delle risorse, in particolare dell'energia, e conseguente riduzione delle emissioni di CO₂. I criteri ambientali e le indicazioni del Piano d'Azione Nazionale favoriscono in primo luogo il raggiungimento di quella che è riconosciuta come una priorità in campo ambientale, ovvero la riduzione dei consumi di energia da fonti fossili, sia attraverso l'aumento dell'efficienza energetica, sia attraverso l'utilizzo delle fonti rinnovabili.

Gli obiettivi di cui ai punti 2-9 sono attuabili realizzando impianti nel rispetto degli standard proposti dalla L.R. 31/15 e dalle Norme CEI.

Il risparmio energetico, di cui al punto 10, è ottenibile grazie all'utilizzo della tecnologia a LED, acquistando prodotti e realizzando un progetto nel rispetto del Decreto del 23/12/2013.

L'obiettivo di cui al punto 11 è raggiungibile tramite la scelta di corpi illuminanti realizzati con materiali duraturi e riciclabili (alluminio e vetro), riparabili in campo, garantiti dal costruttore per almeno 5/10 anni.

In buona sostanza, oggi con la tecnologia a LED, grazie alla forte riduzione dei costi di questi anni ed i grandi miglioramenti delle performance illuminotecniche è possibile:

- a) Rendere remunerativa la realizzazione degli impianti di Pubblica Illuminazione con tale tecnologia;
- b) Ottenere il miglior rapporto costi/benefici per la collettività;
- c) Realizzare un impianto con un lungo ciclo di vita a fronte di ridotta manutenzione dell'opera;
- d) Ridurre le emissioni di sostanze inquinanti nell'atmosfera;
- e) Utilizzare apparecchiature che per più del 70% del loro peso sono riciclabili al 100%.



2.1 - Raffronto fra le diverse soluzioni

Per l'efficientamento degli impianti di Pubblica Illuminazione, il loro adeguamento normativo ed alle leggi regionali contro l'inquinamento luminoso sono state prese in considerazione almeno due soluzioni, dove nella tabella seguente ne vengono sintetizzate le conclusioni:

TIPOLOGIA DI INTERVENTO	COSTO DELLA SOLUZIONE CON CORPI ILLUMINANTI SAP	COSTO DELLA SOLUZIONE CON CORPI ILLUMINANTI A LED
Adeguamento Quadri Elettrici	Pieno costo in quanto la differenza di potenza di prima e dopo gli interventi è limitata	La riduzione della potenza impegnata di almeno il 50%, porta spesso all'esigenza di un quadro monofase con una riduzione dei costi di circa il 30%. ⁽¹⁾
Adeguamento linee elettriche	Pieno costo in quanto la differenza di potenza di prima e dopo gli interventi è limitata	La riduzione della potenza impegnata di almeno il 50%, comporta un dimensionamento delle linee ridotto del 50% con una riduzione dei costi di circa il 30%. ⁽¹⁾
Scavi, plinti, opere edili in genere	Costo Pieno	Costo Pieno
Costi fissi per la potenza impegnata	Costo Pieno	Il costo è mediamente ridotto del 50%. ⁽¹⁾
Regolazione del flusso luminoso	Realizzabile generalmente con un solo gradino con costose apparecchiature da installare in prossimità del quadro di comando	Realizzabile con costi generalmente inferiori del 20% direttamente sul corpo illuminante con più gradini. ⁽¹⁾
Costi dell'Energia consumata	Costo Pieno	Il costo è mediamente ridotto del 50%. ⁽¹⁾
Costi di manutenzione	Costo Pieno	Il costo è mediamente ridotto del 50%. ⁽¹⁾
Produzione di CO ₂	Produzione al 100% della CO ₂	Riduzione della produzione di CO ₂ del 50%. ⁽²⁾
Costi totali per l'adeguamento	Costo Pieno	Il costo è mediamente superiore del 30% rispetto alla soluzione SAP. *

*Il costo superiore degli interventi viene ripagato in pochi anni con la riduzione dei costi di cui ai punti ⁽¹⁾ ed i benefici ambientali di cui al punto ⁽²⁾

L'analisi effettuata individua l'efficientamento con tecnologia a LED quello che presenta il miglior rapporto costi/benefici per la collettività, ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs 50/16.



3 - VALENZA DELL'INIZIATIVA

L'intervento prevede opere di adeguamento degli impianti di pubblica illuminazione, con totale conversione degli stessi con tecnologia a LED, la completa sostituzione delle armature, l'esecuzione degli interventi di adeguamento normativo, rifacimento, ristrutturazione, riqualificazione ed efficienza energetica.

Gli obiettivi generali del progetto sono un uso razionale dell'energia elettrica per la pubblica illuminazione nell'ambito degli standard proposti dalla L.R. 31/15, con indubbi benefici per gli utenti.

La corretta illuminazione stradale di un centro urbano – prestando particolare attenzione all'equilibrio delle luminanze nelle zone di conflitto – garantisce all'utente una buona percezione degli ostacoli e, conseguentemente, una migliore viabilità stradale. L'ulteriore corretta illuminazione dei passaggi pedonali ed un corretto riconoscimento dei volti trasmettono al cittadino quella sicurezza che risulta determinante per poter vivere al meglio il centro urbano anche al di fuori degli orari diurni.

La progettazione, che ha avuto come base di partenza una classificazione delle strade, è proseguita con la ricerca sul mercato di corpi illuminanti con tecnologia a LED dotati di ottiche idonee all'installazione delle armature sia a bordo che nel centro strada, con caratteristiche fotometriche dedicate all'illuminazione di: strade, parcheggi, piste ciclopedonali, aree verdi, ecc., certificate secondo gli standard della L.R. 31/15, con la possibilità della regolazione del flusso luminoso che permetterà di affrontare al meglio le diverse esigenze presenti sul territorio.

Le armature a LED prese in considerazione nei calcoli effettuati permettono di risparmiare più del 50% di energia elettrica attualmente consumata, la garanzia di durata da 70.000 a 100.000 ore di funzionamento, equivale a dire da 16 a 23 anni di funzionamento senza sostituzioni di lampade e di alimentatori, quindi oltre al risparmio energetico va aggiunto il risparmio derivante dalla drastica riduzione delle manutenzioni ordinarie e straordinarie degli impianti a LED rispetto all'illuminazione tradizionale (cambio lampade, sostituzione reattori e accenditori).

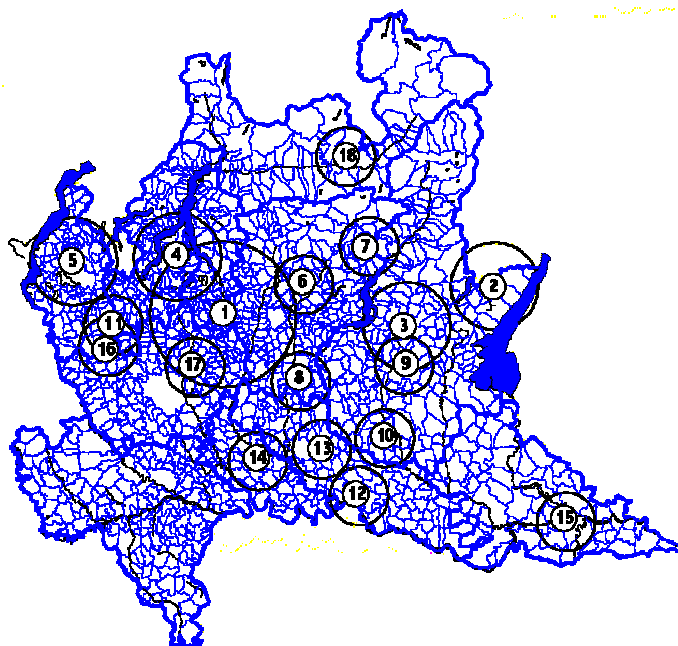
4 - SICUREZZA FOTOBIOLOGICA DEI PRODOTTI A LED

L'armatura dovrà inderogabilmente rientrare nella classe di sicurezza fotobiologica **"RG0 o RG1"** di cui alla Norma EN 60598-1/15 (Apparecchi di illuminazione – Parte 1: prescrizioni generali e prove).



5 - FASCE DI RISPETTO DA OSSERVATORI ASTRONOMICI E/O PRESENZA DI AREE NATURALI PROTETTE

L'intervento rientra nella fascia di rispetto di osservatori astronomici e/o astrofisici compresi nell'elenco della Delibera della Giunta Regionale n. 7/2611 del 11/12/2000 ovvero nella deliberazione di Giunta regionale n. 8/3720 del 5/12/2006 e/o in un'area protetta (interessata da misure di protezione a valenza nazionale, regionale e locale).



Elenco degli osservatori astronomici e/o astrofisici compresi nell'elenco della Delibera della Giunta Regionale n. 7/2611 del 11/12/2000 ovvero nella deliberazione di Giunta regionale n. 8/3720 del 5/12/2006:

1. Osservatorio astronomico di Merate (LC)
 2. Osservatorio di Cima Rest - Masaga (BS)
 3. Osservatorio astronomico Serafino Zani di Lumezzane (BS)
 4. Osservatorio astronomico di Sormano (CO)
 5. Osservatorio astronomico G.V. Schiaparelli di Campo dei Fiori (VA)
 6. Osservatorio Astronomico delle Prealpi Orobiche di Aviatico (BG)
 7. Osservatorio Astronomico "Presolana" di Castione della Presolana (BG)
 8. Osservatorio Astronomico Sharru di Covo (BG)
 9. Civica Specola Cidnea di Brescia (BS)
 10. Osservatorio privato di Bassano Bresciano (BS)
 11. New Millenium Observatory of Mozzate (CO)
 12. Osservatorio sociale del Gruppo Astrofili Cremonesi di Cremona (CR)
 13. Osservatorio Pubblico di Soresina (CR)
 14. Osservatorio Astronomico provinciale del Lodigiano (LO)
 15. Osservatorio Astronomico Pubblico di Gorgo San Benedetto Po (MN)
 16. Osservatorio Città di Legnano (MI)
 17. Osservatorio sociale "A. Grosso" di Brugherio (MI)
 18. Osservatorio Pubblico Giuseppe Piazzi di Ponte in Valtellina (SO)
- Nuovo Osservatorio Civico "Gabriele Barletta" in Cernusco SN (MI)



6 - REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

Tutti gli impianti, i materiali e le apparecchiature dovranno essere realizzati a regola d'arte (Legge 186 del 1.3.68), secondo le modalità riportate nel progetto e nel pieno rispetto delle Norme CEI vigenti e della legislazione in materia.

Il riferimento alle Norme è da intendere sempre all'ultima edizione con le eventuali varianti.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e ai regolamenti vigenti alla data del contratto.

6.1 - Disposizioni legislative

Legge n. 186 (01/03/1968)	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari e installazione di impianti elettrici ed elettronici.
Legge n. 791 (18/10/1977)	Attuazione della Direttiva del consiglio della Comunità Europea (n. 73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.
Circ. M. LLPP 20/03/86, n.27291	Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni.
Legge n. 339 (28/06/1986)	Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne.
D.M. 21 marzo 1988	Approvazione norme tecniche per la progettazione, esecuzione, ed esercizio delle linee aeree elettriche esterne.
L. 9/1991	Nuovo Piano Energetico Nazionale
L. 10/1991	Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale, e smi
D.Lgs. n.285 (30/04/1992)	Nuovo codice della strada, e smi
D.Lgs. n.360 (10/09/1993)	Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada approvato con D.Lgs. n.285 (30/04/1992)
D.P.R. 412/93	Regolamento recante norme in attuazione dell'art. 4 della L. 10/91.
D.Lgs. n.495 (16/12/1992)	Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada e smi
D.M. LLPP del 12/12/1985	Norme tecniche relative alle tubazioni
D.M. LLPP del 12/04/95	Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico
D.P.R. n. 503 (24/07/1996)	Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.
L.R. n. 17 (27/03/2000)	Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso.



Legge n. 36 (22/02/2001)	Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.
DM n. 6792 (05/11/2001)	Norme funzionali e geometriche per la costruzione il controllo e il collaudo delle strade, dei relativi impianti e servizi
D.P.R. n. 462 (22/10/2001)	Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
Direttiva 2002/95/CE	Restrizione nell'uso di determinate sostanze chimiche nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche (RoHS), recepite dal D.Lgs. 151/2005
Direttiva 2002/96/CE	Rifiuti elettrici ed elettronici (RAEE)
D.P.C.M. del 08/07/2003	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.
L.R. n. 38 (24/12/2004)	Modifiche e integrazioni alla Legge Regionale n. 17 del 27/03/2000 (Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso) ed ulteriori disposizioni.
Direttiva 2004/108/CE	Ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE.
D. Lgs n. 151 (25/07/2005)	Attuazione delle direttive 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE relative alla riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche nonché allo smaltimento dei rifiuti
Direttiva 2005/32/CE EUP	Eco-design di prodotti che consumano energia
Direttiva 2006/95/CE	Ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione
Legge n. 123 (03/08/2007)	Testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro.
D.Lgs. n. 81 (09/04/2008)	Attuazione dell'art. 1 della Legge n. 123 del 03/08/2007 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
D.Lgs. n.115 (30/05/2008)	Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza energetica degli usi finali dell'energia e dei servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE
Decreto n. 37 (22/01/2008)	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della Legge n. 248 del 02/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
D. Lgs n. 106 (03/08/2009)	Disposizioni integrative e correttive del Decreto Legislativo 09/04/2008, n.81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro



Regolamento CE n.245/2009	Modalità di esecuzione della Dir. 2005/32/CE riguardante le specifiche per la progettazione ecocompatibile di lampade fluorescenti senza alimentatore integrato, lampade a scarica ad alta intensità e di alimentatori e apparecchi di illuminazione in grado di far funzionare tali lampade.
D.P.R. n.207 (5/10/10)	Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n.163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE
L.R. n. 31 (5/10/15)	Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso.
L. 221/2015	Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali.
D.Lgs. n.50 (18/04/16)	Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.
DECRETO 27/09/2017	Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica.
DECRETO 28/03/2018	Criteri Ambientali Minimi dei SERVIZI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA.

6.2 - Norme e Guide CEI

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 11-1	Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali
CEI 11-4	Esecuzione delle linee elettriche aree esterne
CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
CEI 17-113	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione)
CEI 23-20	Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari
CEI 23-29	Cavidotti in materiale plastico rigido
CEI 20-38	Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 1: Tensione nominale U_0/U non superiore a 0,6/1 kV.



CEI 23-80	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali.
CEI 34-21	Apparecchi di illuminazione. Parte 1: Prescrizioni generali e prove.
CEI 34-22	Apparecchi di illuminazione. Parte 2: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza.
CEI 34-33	Apparecchi per illuminazione stradale
CEI 34-75	Apparecchi per illuminazione generale – Prescrizioni di immunità
CEI 34-90	Unità di alimentazione lampade. Parte 1: prescrizioni generali e sicurezza
CEI 34-115	Unità di alimentazione di lampada. Parte 2-13: prescrizioni particolari per unità di alimentazioni elettroniche alimentate in corrente continua o in corrente alternata per moduli LED
CEI 34-118	Moduli LED per illuminazione generale – Specifiche di sicurezza
CEI 34-116	Alimentatori elettronici alimentati in corrente continua o alternata per moduli LED – Prescrizioni di prestazione
CEI 64-12	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
CEI 64-19	Guida agli impianti di illuminazione esterna
CEI 64-19 V1	Guida agli impianti di illuminazione esterna – Variante V1
CEI 110-2	Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e a 1500V in c.c.
CEI 64-8 parte 7	Impianti di illuminazione situati all'esterno.
CEI 64-14	Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
CEI 70-1	Gradi di protezione degli involucri.
CEI 70-3	Gradi di protezione contro gli urti
CEI 76-2	Sicurezza degli apparecchi laser. Parte 1: classificazione delle apparecchiature, prescrizioni e guida per l'utilizzatore
CEI 76-10	Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi lampada – parte 2: Guida ai requisiti costruttivi relativi alla sicurezza da radiazione ottica non laser
CEI 81-10 (EN 62305-1/4)	Protezione delle strutture contro i fulmini
CEI EN 60598-1/15	Apparecchi di illuminazione – Parte 1: Prescrizioni generali e prove
CEI EN 60598-2-3	Apparecchi di illuminazione - Parte 2 - Prescrizioni particolari - Sez.3- Apparecchi per illuminazione stradale



CEI EN 60598-2-5	Apparecchi di illuminazione - Parte 2- Prescrizioni particolari - Sez.5 - Proiettori
CEI EN 60838	Portalampe eterogenei parte 2-2: prescrizioni particolari – Connettori per moduli LED
CEI EN 61547	Apparecchiature per l'illuminazione generale - Prescrizioni di immunità EMC (compatibilità elettromagnetica)
CEI EN 61048:2006	Ausiliari per lampade - Condensatori da utilizzare nei circuiti di lampade tubolari a fluorescenza e di altre lampade a scarica Prescrizioni generali e di sicurezza
CEI EN 61049:1993	Ausiliari per lampade - Condensatori da utilizzare nei circuiti di lampade tubolari a fluorescenza e di altre lampade a scarica Prescrizioni di prestazione
CEI EN 60926	Ausiliari per lampade - Dispositivi di innesco (esclusi gli starter a bagliore
CEI EN 60923	Alimentatori
CEI EN 62471	Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi lampada
CEI EN 55015	Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radio disturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi

6.3 - Norme UNI

UNI EN ISO 6708 30/04/97	Elementi di tubazione. Definizione e selezione dei DN
UNI CEI 70030	Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa
UNI EN 40-3-1	Pali per illuminazione pubblica - Progettazione e verifica - Specifica dei carichi caratteristici
UNI EN 40-3-2	Pali per illuminazione pubblica - Progettazione e verifica - Verifica tramite prova
UNI EN 40-1	Pali per illuminazione. Termini e definizioni
UNI EN 40-2	Pali per illuminazione pubblica - Parte 2: Requisiti generali e dimensioni
UNI EN 40-3-3	Pali per illuminazione pubblica - Progettazione e verifica – Verifica mediante calcolo
UNI EN 40-4	Pali per illuminazione pubblica - Parte 4: Requisiti per pali per illuminazione di calcestruzzo armato e precompresso
UNI EN 40-5	Pali per illuminazione pubblica - Requisiti per pali per illuminazione pubblica di acciaio
UNI EN 40-6	Pali per illuminazione pubblica - Requisiti per pali per illuminazione pubblica di alluminio
UNI EN 40-7	Pali per illuminazione pubblica - Parte 7: Requisiti per pali per illuminazione pubblica di compositi polimerici fibrorinforzati



UNI 10671	Misurazione dei dati fotometrici e presentazione dei risultati
UNI 10819	Limitazione del flusso luminoso verso l'alto
UNI 11095	Illuminazione nelle gallerie
UNI 11356	Luce e Illuminazione – Caratterizzazione fotometrica degli apparecchi di illuminazione a LED
UNI 11431	Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso
UNI 11630	Luce e illuminazione – Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico
UNI 11248	Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche
UNI 12464-2	Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 2: esterni
UNI EN 12665	Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici
UNI EN 13201-1	Illuminazione stradale – Parte 1: Individuazione delle categorie illuminotecniche
UNI EN 13201-2	Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali
UNI EN 13201-3	Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni
UNI EN 13201-4	Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misura delle prestazioni fotometriche
UNI EN 13201-5	Illuminazione stradale – Parte 5: Valutazione energetica
UNI EN 13032-1	Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 1: Misurazione e formato di file
UNI EN 61347-1	Unità di alimentazione di lampada - Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza
UNI EN 61347-2-1	Unità di alimentazione di lampada - Parte 2-1: Prescrizioni particolari per dispositivi di innesco (escluso gli starter a bagliore)
UNI EN 60927	Ausiliari per lampade - Dispositivi di innesco (esclusi gli starter a bagliore) Prescrizioni di prestazione
UNI EN 61000-3-2	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase)
UNI EN 61000-3-3	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-3: Limiti - Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale ≤ 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione
UNI EN 61347-1 UNI EN 61049	Reattori, unità di alimentazione e alimentatori Condensatori di rifasamento



UNI EN 60927	Accenditori
UNI EN 60838-1	Portalampade
UNI EN 62031	Prescrizioni di sicurezza per apparecchi LED
UNI EN 61347-2-13	Prescrizioni di sicurezza per schede di controllo apparecchi LED
UNI EN 62384	Performance schede di controllo apparecchi LED

Nonché tutte le altre norme inerenti ai materiali e alle apparecchiature elettriche.

Dovranno inoltre essere rispettate:

- 1) le prescrizioni dei **Vigili del Fuoco** e delle Autorità locali,
- 2) le prescrizioni e indicazioni dell'**ENEL o dell'Azienda Distributrice dell'Energia Elettrica**, per quanto di loro competenza nei punti di consegna,
- 3) le prescrizioni e indicazioni del **Gestore della Rete Telefonica**,
- 4) le prescrizioni e indicazioni dei **Gestori delle Reti Idrica e del Gas**

L'elenco delle Norme e delle Leggi sopra esposto è da ritenersi non esaustivo, pertanto in fase di realizzazione degli impianti si dovranno comunque rispettare tutte le disposizioni di legge e normative, complete di aggiornamenti e varianti, applicabili alla tipologia di impianto e/o di apparecchiature.

7 - PRESTAZIONI ENERGETICHE

Viene prevista l'adozione di un sistema di regolazione del flusso luminoso, grazie a cui i vantaggi ottenibili possono essere sintetizzati come segue: sicurezza nella viabilità (intesa come 'corretta' visibilità per i mezzi di locomozione, i pedoni, gli operatori notturni sui luoghi di lavoro, mediante la programmazione dei cicli di riduzione del flusso luminoso, in accordo alle norme UNI 10439 "prescrizioni illuminotecniche per aree urbane a traffico misto" – UNI 10419 "la quale regola gli aspetti illuminotecnici" – UNI 10819 "la quale stabilisce i limiti di emissione luminosa verso la volta celeste, anche a protezione degli osservatori astronomici", garantendo sicurezza, comfort visivo e un ottimo grado di uniformità dell'illuminamento e offrendo la possibilità di variare il livello di illuminamento in relazione alle necessità) e risparmio energetico.

La riduzione nelle ore notturne, quando la diminuzione del traffico lo consente, può determinare un risparmio di energia elettrica, il risparmio energetico può variare in funzione della potenza del sistema e delle condizioni dell'impianto.



8 - PRINCIPI UTILIZZATI NELL'ANALISI DELLO STATO DI FATTO DEGLI IMPIANTI

La progettazione esecutiva valuta la fattibilità, a fronte di un'analisi oggettiva, minuziosa e puntuale dello stato di fatto, di interventi volti a:

- Eliminare situazioni critiche e pericolose;
- Adeguare gli impianti alle normative elettrotecniche ed illuminotecniche vigenti;
- Limitare l'inquinamento luminoso e ottico;
- Risparmiare energia;
- Consentire una gestione ottimizzata degli impianti;
- Migliorare la sicurezza del traffico e delle persone sul territorio;
- Migliorare la viabilità;
- Valorizzare l'ambiente urbano, dei centri storici e residenziali;
- Salvaguardare e proteggere l'ambiente.

9 - L'ILLUMINAZIONE DELLE STRADE CON TRAFFICO MOTORIZZATO

La sicurezza della circolazione automobilistica dipende in modo sostanziale dalla qualità della rete viabile e dei veicoli circolanti; durante le ore notturne o in caso di scarsa visibilità, un aspetto fondamentale nella sicurezza della rete urbana è rappresentato dalla qualità degli impianti di pubblica illuminazione.

Un impianto di illuminazione è considerato buono quando consente di avere una percezione visiva rapida e sicura delle caratteristiche del contesto stradale e degli ostacoli eventualmente presenti sulla carreggiata, per una distanza pari a quella necessaria per l'arresto del veicolo.

A seconda della velocità di marcia, lo spazio di arresto **può risultare superiore** allo spazio illuminato dai soli fari della vettura.

Risulta evidente che le caratteristiche dell'impianto devono essere tali da consentire all'occhio umano una corretta visione e vanno realizzate in funzione delle caratteristiche fisiche proprie dell'occhio nella visione notturna di un automobilista ed in particolare:

- Quantità e qualità della luce (Luminanza ed uniformità)
- Percezione degli ostacoli (acuità visiva e sensibilità ai contrasti)
- Perturbazione della visione (abbagliamento molesto e di incapacità)

Questi fenomeni sono strettamente legati fra loro in quanto la variazione di un singolo fenomeno comporta un adattamento automatico dell'occhio alle mutate condizioni di visibilità.

Le raccomandazioni internazionali e la norma UNI 13201 relative alla pubblica illuminazione stabiliscono i parametri di riferimento in modo tale da contenere l'adattamento dell'occhio umano entro limiti idonei alle differenti condizioni di guida.

La norma è stata realizzata per regolamentare tutte le strade urbane ed extraurbane con traffico sia esclusivamente che parzialmente motorizzato.

Riprendendo i concetti di cui sopra, vengono date le seguenti definizioni ai parametri introdotti dalla norma:

- **Luminanza**: quantità di energia luminosa riflessa da un oggetto (nel Ns. caso il manto stradale) verso l'occhio di un osservatore. In pratica definisce la quantità di luce che viene riflessa dalla strada e quanto questa sarà visibile.
- **Luminanza media mantenuta**: valore che assume la luminanza media del manto stradale nelle condizioni peggiori di invecchiamento ed insudiciamento dell'impianto di illuminazione.
- **Uniformità di luminanza**: è un rapporto che esprime la qualità della distribuzione della luminanza sul piano stradale in quanto valuta la differenza tra i punti più e meno illuminati della superficie stradale. Le norme stabiliscono due diversi parametri di uniformità:
 - **Uniformità generale**: che stabilisce la qualità generale dell'impianto
 - **Uniformità longitudinale**: che fa riferimento ad ogni corsia e stabilisce la qualità che deve avere l'impianto di illuminazione nel senso di scorrimento del traffico e nella corsia relativa al senso di marcia.
- **Flusso di traffico**: numero degli autoveicoli che percorrono la strada nell'unità di tempo prescelta, durante l'intera giornata o in particolari ore notturne.
- **Abbagliamento debilitante**: abbagliamento prodotto dai centri luminosi, che può compromettere la visione, senza necessariamente provocare una forte sensazione fastidiosa.



- o **Fattore di manutenzione:** rapporto fra la luminanza media mantenuta dal manto stradale e la luminanza media di progetto, quale si riscontra ad impianto nuovo.
- o **Coefficiente di luminanza di un punto del manto stradale:** rapporto fra la luminanza del punto del manto stradale ed il suo illuminamento sul piano stradale.
- o **Luminanza equivalente di velo:** effetto dell'abbagliamento debilitante prodotto dalla presenza dei centri luminosi del campo visivo dell'osservatore;
- o **Acuità visiva:** E' la capacità di una persona di vedere distintamente un ostacolo di dimensioni definite ad una determinata distanza (l'acuità visiva normale - 10/10 – è stata valutata dalla C.I.E. ponendo un ostacolo di 20x20 cm a 100 m di distanza).
- o **Sensibilità ai contrasti:** valuta la capacità di percepire un ostacolo al variare delle condizioni in cui l'ostacolo è situato, considerando la luminanza propria dell'oggetto rispetto a quella del fondo in cui è situato. La scala di valutazione va da 1 a 10, ove ad un valore più alto corrisponde un minore fastidio visivo.

In conclusione:

- o Le strade con traffico motorizzato devono essere illuminate in modo tale da rendere il più possibile **"confortevole"** il transito veicolare, al fine di aumentare la velocità di percezione degli ostacoli presenti sulla strada.
- o Per fare questo è necessario dare **uniformità** di luce in modo da evitare all'occhio continui e repentini passaggi da zone di luce a zone di buio che peggiorano la visibilità.

10 - DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

L'intervento di cui al presente progetto prevede il sostanziale mantenimento dei pali esistenti, con gli opportuni interventi di adeguamento (sostituzione, tagli degli sbracci, ecc.), apportando le opportune **implementazioni**, dove le caratteristiche fotometriche delle armature scelte non siano in grado di mantenere i requisiti illuminotecnici minimi previsti dalle Norme, in funzione della tipologia di strada analizzata.

L'impianto dovrà essere realizzato secondo:

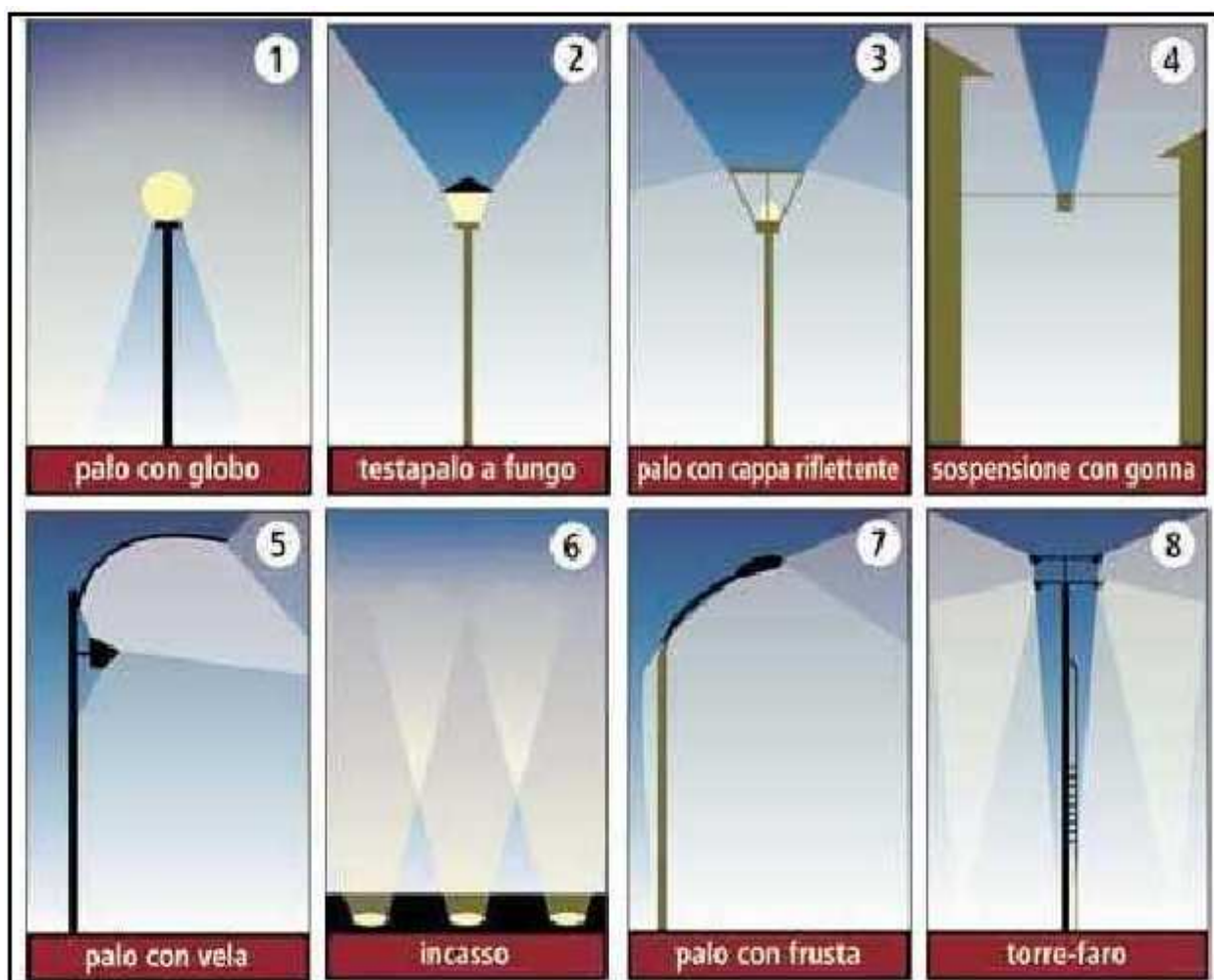
- la **Norma UNI 11248 "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche"**,
- la **Norma EN 13201-2 "Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali"**,
- la **L.R. n. 31/15 "Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso"**.

11 - LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE ED INSTALLAZIONE DEGLI IMPIANTI

11.1 - Caratteristiche illuminotecniche generali

Dalla data di entrata in vigore della L.R. 31/15, tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna, pubblici e privati, che interessano l'intero territorio regionale, devono essere realizzati in conformità ai presenti criteri antinquinamento luminoso ed a ridotto consumo energetico.

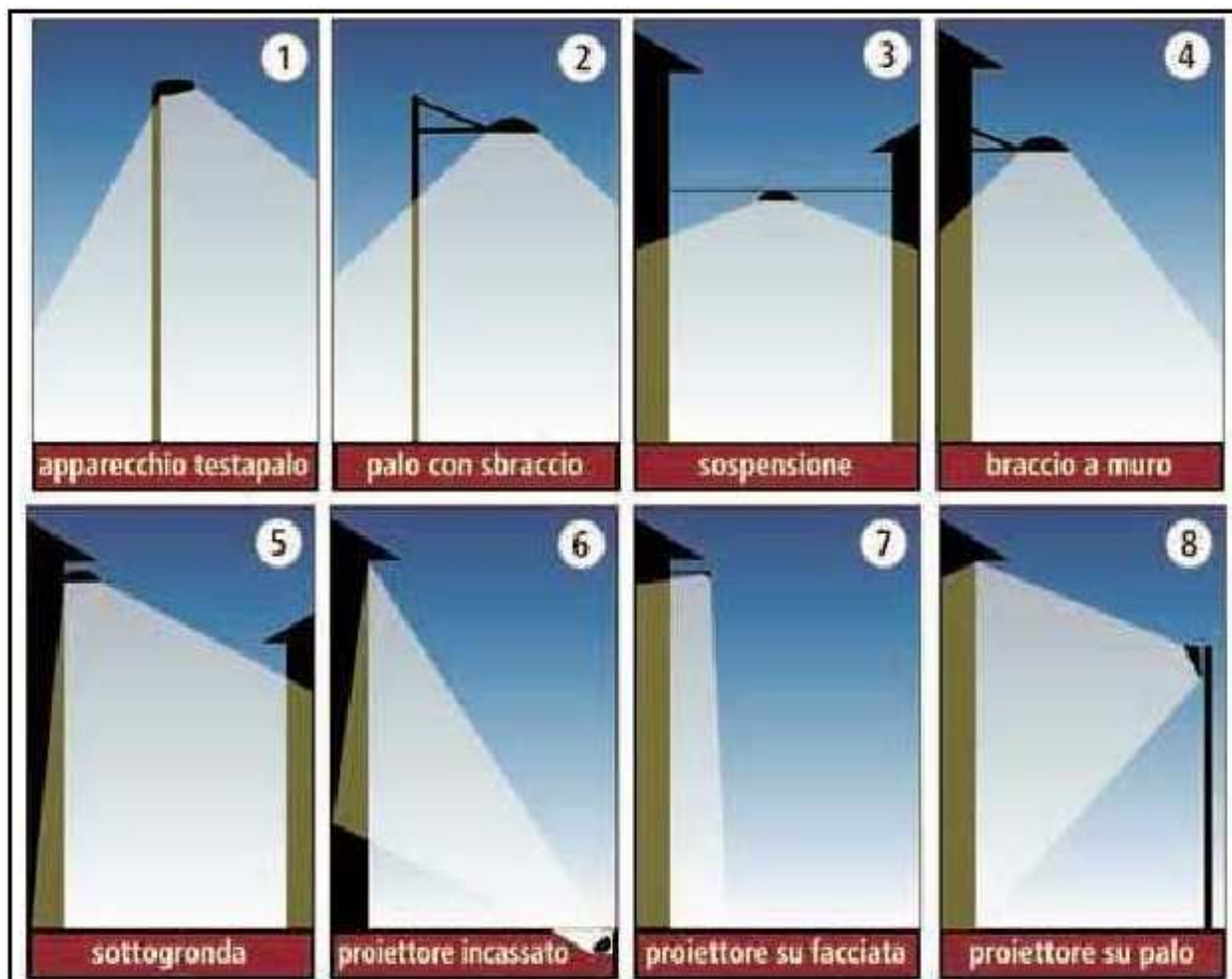
A titolo esemplificativo il decreto attuativo della L.R.31/15 riporta una tabella che graficamente chiarisce quali sono i corpi illuminanti **non ammessi**:



Fonte Cielo Buio

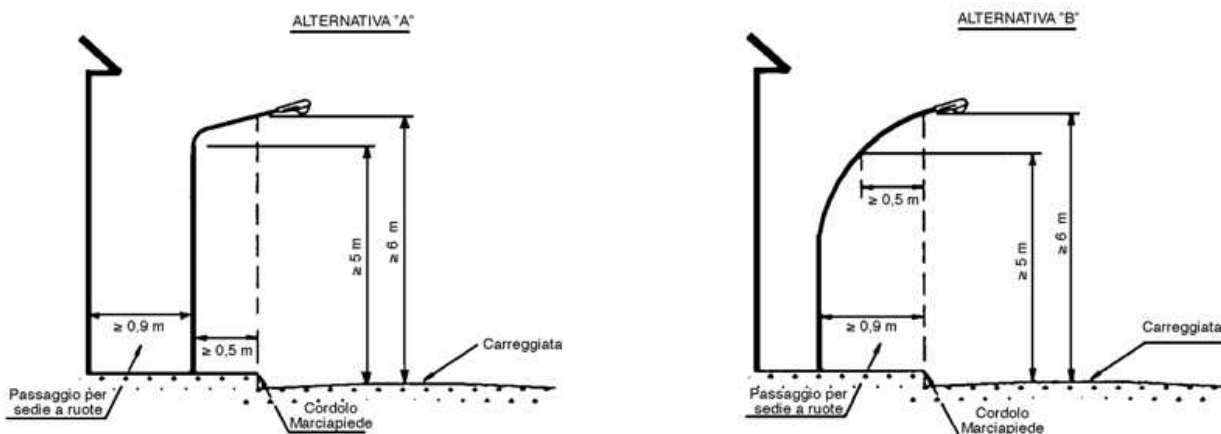


Di seguito invece la stessa tabella indica gli apparecchi illuminanti **ammessi**:



Fonte Cielo Buio

12 - ALTEZZE MINIME DEGLI IMPIANTI SULLA CARREGGIATA



ESEMPI DI POSIZIONAMENTO DEI SOSTEGNI NELLE STRADE URBANE

L'altezza minima sulla carreggiata di una qualsiasi parte dell'impianto deve essere pari a 6 m. Altezze minori possono essere adottate in casi particolari.



13 - RISPARMIO ENERGETICO TRAMITE LA REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

Gli orari di accensione e spegnimento degli impianti di pubblica illuminazione, richiesti dall'Amministrazione sono indicati nella tabella seguente.

Tabella indicante gli orari di: accensione e spegnimento

	Acc.	Spegn.	Minuti/Giorno	Giorni	Totale/Minuti
GEN 1^	17.05	7.55	880	10	8800
2^	17.15	7.50	875	10	8750
3^	17.25	7.45	860	11	9460
FEBB 1^	17.40	7.35	835	10	8350
2^	17.55	7.20	805	10	8050
3^	18.10	7.05	775	8	6200
MARZO	18.20	6.50	750	10	7500
2^	18.35	6.30	715	10	7150
3^	18.50	6.10	680	11	7480
APRILE 1^	20.05	6.50	645	10	6450
2^	20.15	6.30	615	10	6150
3^	20.30	6.10	580	10	5800
MAGGIO 1^	20.45	5.55	550	10	5500
2^	20.55	5.40	525	10	5250
3^	21.10	5.30	500	11	5500
GIUGNO 1^	21.20	5.20	480	10	4800
2^	21.25	5.20	475	10	4750
3^	21.30	5.20	470	10	4700
LUGLIO 1^	21.30	5.30	480	10	4800
2^	21.20	5.40	500	10	5000
3^	21.10	5.45	515	11	5665
AGOSTO 1^	20.55	6.00	545	10	5450
2^	20.40	6.15	575	10	5750
3^	20.20	6.30	610	11	6710
SETT 1^	20.00	6.45	645	10	6450
2^	19.40	6.55	675	10	6750
3^	19.20	7.10	710	10	7100
OTT 1^	19.00	7.20	740	10	7400
2^	18.40	7.35	775	10	7750
3^	18.25	7.45	800	11	8800
NOV 1^	17.10	7.00	830	10	8300
2^	16.55	7.15	860	10	8600
3^	16.50	7.25	875	10	8750
DIC 1^	16.50	7.40	890	10	8900
2^	16.50	7.45	895	10	8950
3^	16.55	7.55	900	11	9900
TOTALI	TOTALE ORE ACCENSIONE IP				
	4196				

Tabella 1



Tabella indicante le diverse curve di regolazione possibili

	Inizio riduzione	Ritorno a piena potenza	Ore a piena potenza	Ore a potenza ridotta (-30%)	% Riduzione su base annua
CR1	22:00	6:00	1316,83	2879,25	-20,5%
CR2	23:00	6:00	1681,83	2514,25	-18%
CR3	24:00	6:00	2046,83	2149,25	-13%
CR4	24:00	5:00	2411,83	1784,25	-12%

Tabella 2

Le modalità di riduzione del flusso luminoso, salvo diverse indicazioni da parte della D.L., sulla base di quanto indicato nella Tabella 2, sono così previste:

CURVE DI REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO	ZONA INTERESSATA
CR2	VIALE DE GASPERI



14 - REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE

14.1 - Disposizioni generali

Nell'esecuzione dei disfacimenti e degli scavi, si dovranno osservare le seguenti prescrizioni di carattere generale:

- Rilevare e segnare, prima di rimuovere la pavimentazione, la posizione di segnaletica stradale, cippi e termini di proprietà, per poterli poi ricollocare al termine dei lavori nelle loro esatte posizioni.
- Collocare in maniera ben visibile sbarramenti e segnaletica stradale per prevenire incidenti o ingombri alla circolazione.
- Integrare dette segnalazioni con dispositivi rifrangenti di colore rosso e con luci rosse fisse ben visibili a sufficiente distanza se lo scavo deve rimanere aperto o se i lavori provocano ingombro in condizioni di scarsa visibilità.
- Accumulare il materiale di risulta, ove non sia previsto il completo trasporto a discarica, in spazi appositamente preparati e previsti dal piano di sicurezza.
- Eseguire gli attraversamenti stradali, ove non sia autorizzata l'interruzione, in modo da non causare interruzione del traffico.
- Assicurare transiti e accessi carrai o pedonali, ove necessario, con ponticelli provvisori.
- Organizzare i lavori in modo da tenere occupata la sede stradale il minor tempo possibile.

14.2 - Disfacimento delle pavimentazioni

Le dimensioni del disfacimento devono essere limitate alla superficie strettamente indispensabile per l'esecuzione degli scavi, in modo da ridurre al minimo gli oneri di ripristino e deve essere assicurata la massima riutilizzabilità degli elementi delle pavimentazioni disfatte.

Quando trattasi di pavimentazioni in conglomerato bituminoso, asfalto o simili, si dovranno preventivamente eseguire delle profonde incisioni per tutto lo spessore della pavimentazione in modo da evitare costose maggiorazioni della larghezza dei ripristini.

I materiali di risulta dei disfacimenti come asfalto o simili non dovranno in nessun modo essere reintrodotti negli scavi ma portati direttamente presso le piattaforme ecologiche.

14.3 - Scavi

Gli scavi dovranno essere eseguiti tenendo il più possibile verticali le pareti, compatibilmente con la natura del terreno; le larghezze non devono essere maggiori di cm 40.

Durante l'esecuzione degli scavi si dovrà provvedere, se necessario, al sostegno con mezzi adatti, di eventuali cavi, conduttura, o tubazioni interessate ai lavori con opportuni sostegni; particolari precauzioni dovranno essere prese quando lo scavo dovesse correre parallelo ed a breve distanza da muri o fondazioni superficiali.

Le profondità minime da rispettare sono:

- m 0,60 sui marciapiedi
- m 0,80 sulle carreggiate e/o banchine
- m 1,20 per gli attraversamenti.



15 - DATI PROGETTUALI

15.1 - Dati di carattere generale

Dati	Valori	Note
Committente	COMUNE DI GESSATE PIAZZA MUNICIPIO, 1 GESSATE (MI)	
Scopo lavoro	Progetto definitivo/esecutivo Impianto di pubblica illuminazione del Comune di Gessate (MI)	
Vincoli da rispettare		
Altre informazioni di carattere generale		



15.2 - Incarichi affidati al progettista

Descrizione dell'incarico	Sì/No
Redazione del progetto esecutivo impianto di pubblica illuminazione	Sì
Direzioni dei lavori	Sì
Certificato di regolare esecuzione	Sì

15.3 - Dati di progetto relativi alle influenze esterne

Dati	Valori	Note
Altitudine	< 1000 m	
Temperature minime/massime all'esterno	- 10 °C / + 35 °C	
Ambienti in cui vanno presi provvedimenti contro la formazione di condensa sulla superficie e all'interno dei componenti elettrici		
Gradi di protezione degli impianti	Si vedano i paragrafi di riferimento	



15.4 - Dati di progetto relativi all'impianto elettrico

Dati	Valori	Note
TIPO DI INTERVENTO Adeguamento impianto	 Adeguamento normativo impianto ed efficientamento energetico	
LIMITI DI COMPETENZA	Dai punti di consegna dell'energia, quadri di pubblica illuminazione, fino all'alimentazione di tutti i corpi illuminanti.	
DATI DELL'ALIMENTAZIONE ELETTRICA AI QUADRI ELETTRICI Alimentazione ente distributore Punto di consegna Tensione nominale e max. variazione Frequenza nominale e max. variazione Potenza impegnata Icc presunta nel punto di consegna Stato del neutro Sistema di distribuzione Tensione nominale degli utilizzatori e delle apparecchiature BT	 In cavo Contatore ENEL limitato (230 ± 10%) V (50 ± 2%) Hz 3÷6 kW 6 kA TT 230V	
MISURA DELL'ENERGIA	Gruppo di misura ENEL	
MASSIME CADUTE DI TENSIONE NELLE CONDUTTURE	Illuminazione: max 5% (superiore se gli alimentatori delle apparecchiature lo permettono)	
SEZIONI MINIME AMMESSE	Come da Norme CEI	
ILLUMINAZIONE Illuminamento di esercizio sul piano di lavoro	Si vedano i paragrafi di riferimento	



16 - CRITERI DI PROGETTAZIONE

La distribuzione dell'energia elettrica a valle dei punti di consegna da parte dell'Ente distributore è prevista con sistema TT con tensione di fase di 230 V.

La scelta della tipologia di posa delle condutture principali è stata determinata dall'esistenza e/o dalla realizzazione di nuovi percorsi interrati e/o aerei.

17 - REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

17.1 - Premessa

In strade, gallerie, piazze, parcheggi ed altre aree coperte, l'utilizzazione ai massimi livelli dell'impianto di illuminazione, avviene in un periodo limitato rispetto al totale delle ore di funzionamento. La Regolazione del Flusso trova applicazione in tutti gli impianti di illuminazione, ove sia possibile ridurre potenza e flusso luminoso in determinati periodi di bassa utilizzazione, consentendo di non dissipare energia superflua e garantendo nel contempo la massima funzionalità dell'impianto.

I Regolatori di Flusso provvedono alla riduzione della potenza e del flusso luminoso notturno in tutti i corpi illuminanti dell'impianto secondo un ciclo definito dall'utente.

I vantaggi ottenibili con l'adozione della Regolazione del Flusso sono:

- a) sicurezza nella viabilità, intesa come 'corretta' visibilità per i mezzi di locomozione, i pedoni, gli operatori notturni sui luoghi di lavoro,
- b) mediante la programmazione dei cicli di riduzione del flusso luminoso, in accordo alle norme UNI 10439 (prescrizioni illuminotecniche per aree urbane a traffico misto) – UNI 10419 (la quale regola gli aspetti illuminotecnici) – UNI 10819 (la quale stabilisce i limiti di emissione luminosa verso la volta celeste, anche a protezione degli osservatori astronomici), garantiscono sicurezza, comfort visivo e un ottimo grado di uniformità dell'illuminamento offrendo la possibilità di variare il livello di illuminamento in relazione alle necessità,
- c) risparmio energetico: la riduzione nelle ore notturne, quando la diminuzione del traffico lo consente, può determinare un risparmio di energia elettrica. il risparmio energetico può variare in funzione del tipo di lampada e delle condizioni dell'impianto.

Gli apparecchi utilizzati dovranno essere costruiti secondo le normative CEI EN 60439-1 e sottoposti singolarmente a collaudo funzionale con carico lampade misto onde garantire il livello qualitativo del prodotto.



17.2 - Sistemi di regolazione presenti sul mercato

CENTRALINA DI RIDUZIONE AUTOMATICA DEL FLUSSO LUMINOSO

Il dispositivo è una centralina di telecomando ad onde convogliate e/o onde radio completa di orologio astronomico che permette di regolare il flusso luminoso di un impianto. Il vecchio regolatore di flusso luminoso per lampade a scarica può essere sostituito con questo dispositivo compatto, facile da installare e da rendere operativo, senza l'ausilio di personale specializzato. I profili di riduzione sono preprogrammati in fabbrica, ma è possibile personalizzarli o escluderli mediante semplici operazioni manuali in campo.

REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO TRAMITE ONDE CONVOGLIATE E/O RADIO

La riduzione del flusso luminoso può essere associata al monitoraggio puntuale e remoto del singolo apparecchio mediante il telecomando ad onde convogliate e/o radio. Con questa opzione, associata ad una centralina, è possibile controllare il singolo punto luce permettendo di realizzare scenari personalizzati di illuminazione. Con quadri di telecomando più complessi è possibile monitorare da remoto, tramite reti wireless o GSM/GPRS, il consumo energetico dell'impianto e segnalare eventuali guasti senza interventi di manutenzione in campo.

Opzione DA (DIM-AUTO)

REGOLAZIONE AUTOMATICA DEL FLUSSO LUMINOSO

L'alimentatore è configurato con un profilo di dimmerazione automatica che permette di sfruttare la massima intensità luminosa nelle prime ore di accensione dell'impianto, riducendo i consumi energetici nelle ore centrali della notte, quando è sufficiente un livello di illuminazione inferiore. Il profilo di riduzione si adatta automaticamente alla durata del periodo notturno durante l'anno. In fase di ordine è possibile scegliere uno tra i tre profili di riduzione disponibili. Non sono richiesti comandi esterni di riduzione, né particolari operazioni di installazione.

17.3 - Sistemi di regolazione del flusso proposti

E' previsto l'utilizzo di corpi illuminanti dotati di alimentatore programmato e/o programmabile con profili di dimmerazione automatici, al fine di ottenere la massima intensità luminosa nelle prime e ultime ore della notte, riducendo il consumo di energia nelle ore centrali quando solitamente è richiesto un valore di luminanza più basso.

Viene previsto anche l'utilizzo di un sistema di dimmerazione custom, ovvero completamente personalizzabile dall'utente in modo da ottimizzare l'equilibrio delle luminanze nelle zone di conflitto con indubbi benefici per la sicurezza degli utenti.



18 - CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE

18.1 - Alcuni termini e definizioni tratti dalla Norma UNI 11248

TERMINI	DEFINIZIONI
Abbagliamento debilitante	Abbagliamento prodotto da sorgenti di luce, che può compromettere la percezione visiva, senza necessariamente provocare una forte sensazione fastidiosa.
Carreggiata:	Parte della strada tipicamente usata dal traffico veicolare. <i>Nota 1</i> La carreggiata può essere composta da una o più corsie di marcia e, in genere, è pavimentata e delimitata da strisce di margine. <i>Nota 2</i> La carreggiata non comprende la corsia di emergenza.
Categoria illuminotecnica	Categoria che identifica una condizione di illuminazione in grado di soddisfare i requisiti per l'illuminazione di una data zona di studio.
Categoria illuminotecnica di ingresso	Categoria illuminotecnica necessaria ai fini dell'analisi dei rischi determinata, per un dato impianto, considerando esclusivamente la classificazione delle strade.
Categoria illuminotecnica di progetto	Categoria illuminotecnica ricavata, per un dato impianto, modificando la categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi in base al valore dei parametri di influenza individuati nell'analisi dei rischi e considerati costanti nel tempo. <i>Nota</i> Corrisponde alla categoria illuminotecnica di esercizio con prestazioni massime.
Categoria illuminotecnica di esercizio	Categoria illuminotecnica che descrive la condizione di illuminazione prodotta da un dato impianto in uno specifico istante della sua vita o in una definita e prevista condizione operativa.
Complessità del campo visivo	Parametro che, valutata la presenza di ogni elemento visibile compreso nel campo visivo dell'utente della strada, indica quanto l'utente possa esserne confuso, distratto, disturbato o infastidito. <i>Nota 1</i> La complessità del campo visivo dipende anche dalle condizioni di illuminazione dell'ambiente in quanto influenza il livello di adattamento dell'occhio. <i>Nota 2</i> Il parametro può essere valutato in modo quantitativo attraverso modelli matematici del fenomeno della visione, ma ai fini della presente norma è spesso sufficiente una valutazione di tipo qualitativo (per esempio complessità elevata o normale). <i>Nota 3</i> Esempi di elementi che possono elevare la complessità del campo visivo sono i cartelli pubblicitari luminosi, le stazioni di servizio fortemente illuminate, gli apparecchi di illuminazione non orientati correttamente, gli edifici illuminati, le vetrine fortemente illuminate, le illuminazioni di impianti sportivi e di ogni installazione a forte luminanza posta a lato delle strade o nella direzione di marcia dell'utente. <i>Nota 4</i> Anche in presenza di adeguata guida visiva, gli elementi sopra specificati possono creare problemi alla rapida percezione di oggetti di essenziale importanza quali semafori o altri utenti della strada che stiano cambiando direzione di marcia. <i>Nota 5</i> La valutazione della complessità del campo visivo è di responsabilità del progettista.
Condizione di illuminazione	Insieme coerente di parametri illuminotecnici e dei loro valori numerici in grado di quantificare le prestazioni illuminotecniche di un impianto in una data zona di studio.
Difficoltà nella guida	Grado di sforzo compiuto dall'utente della strada, in base alle informazioni a sua disposizione, per individuare la strada e la corsia e per mantenere o variare velocità e posizione sulla carreggiata. <i>Nota</i> La guida visiva fornita dalla strada è parte di queste informazioni.
Flusso orario del traffico	Numero di utenti della strada che attraversano una data sezione della zona di studio in un definito intervallo di tempo pari a 1h e in ambedue le direzioni. <i>Nota</i> Il flusso orario del traffico è un parametro di influenza per la determinazione delle categorie illuminotecniche di esercizio.



Incidenti pregressi	Statistica degli incidenti avvenuti, nel passato, in condizioni diurne e notturne nella strada da illuminare o in una zona equivalente, nel caso di strade di nuova costruzione.
Indice di rischio di aggressione	Parametro che compara il rischio di aggressioni in una data zona di studio, con un riferimento condiviso.
Intersezioni a livelli sfalsati (svincoli)	Insieme di infrastrutture (sovrappassi, sottopassi e rampe) che consente lo smistamento delle correnti veicolari tra rami di strade posti a diversi livelli.
Intersezioni a raso e/o a rotatoria (incroci)	Area comune a più strade organizzata in modo da consentire lo smistamento delle correnti di traffico dall'una all'altra di esse.
Luminanza ambientale	Luminanza presente nell'ambiente dovuta alle sorgenti di luce.
Parametro di influenza	Parametro in grado di influenzare la scelta della categoria illuminotecnica. <i>Nota 1</i> I parametri di influenza possono essere per loro natura qualitativi o quantitativi. Parametri quantitativi potrebbero essere noti solo in modo qualitativo. <i>Nota 2</i> Per comodità non viene fatta distinzione tra parametri propriamente detti (per esempio il flusso di traffico) o valutazione di una determinata condizione della zona di studio (per esempio la presenza o assenza di zone di conflitto).
Parametri di influenza costanti nel lungo periodo	Parametri per i quali non si prevedono variazioni significative durante la vita presunta dell'impianto o per una ragionevole parte di essa.
Parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale	Parametri per i quali si prevedono variazioni significative nel tempo, per esempio durante la notte, la settimana, le stagioni.
Portata di servizio	Valore massimo del flusso di traffico smaltibile dalla strada misurato in veicoli equivalenti per ora. <i>Nota 1</i> Il flusso di traffico motorizzato è misurato in veicoli per ora. <i>Nota 2</i> La portata di servizio è determinata in base ai requisiti esplicitati nel decreto ministeriale 5/11/2001 N°6792
Portata di servizio per corsia	Valore massimo del flusso orario di traffico smaltibile dalla corsia con il livello di servizio assegnato.
Rallentatori di velocità	Dispositivi applicati alla pavimentazione stradale atti a rallentare il flusso di traffico.
Regolatore di flusso luminoso	Sistema o metodo che permette, associato a una adeguata procedura, di regolare il flusso luminoso emesso da uno o più apparecchi di illuminazione in funzione di uno o più parametri specificati.
Segnaletica cospicua	Segnali stradali che attraggono l'attenzione degli utenti della strada a causa delle caratteristiche costruttive e/o funzionali e che, pertanto, sono facilmente individuati dagli stessi e correttamente interpretati. <i>Nota</i> La luminanza del segnale rispetto allo sfondo e quindi il suo contrasto rappresenta il parametro principale per valutare la cospicuità del segnale rispetto alle condizioni ambientali e di visione.
Strada	Area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali. <i>Nota</i> Il termine di strada è generico e intende aree denominate in modo più specifico come piazza, incrocio, rotatoria, pista ciclabile, area pedonale, ecc.
Tipo di strada	Classificazione delle strade riguardo alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali.
Tipo di utente	Classificazione delle persone o dei veicoli presenti in una zona adibita al traffico.
Zona di conflitto	Zona della strada nella quale flussi di traffico motorizzato si intersecano fra di loro o si sovrappongono con zone frequentate da tipi di utenti diversi. <i>Nota</i> Esempi di zone di conflitto sono gli svincoli, le intersezioni e/o le zone con contemporanea presenza di flussi di traffico diversi (per esempio ciclisti e veicoli)
Zona di studio	Parte della strada considerata per la progettazione di un dato impianto di illuminazione e che presenta condizioni di traffico omogenee.



18.2 - Procedura per l'individuazione delle categorie illuminotecniche

Le categorie illuminotecniche vengono individuate mediante la seguente procedura:

Classificazione delle strade

Il *prospetto 1* di cui alla Norma *UNI 11248* riporta la classificazione delle strade secondo la legislazione in vigore; da far notare che la classificazione della strada non è responsabilità del progettista illuminotecnico ed è stata condivisa con l'Amministrazione Comunale.

Definizione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

Noto il tipo di strada, va individuata con l'ausilio del *prospetto 1* di cui alla Norma *UNI 11248* la categoria illuminotecnica di ingresso.

Tale categoria illuminotecnica non può essere direttamente utilizzata ma deve essere sottoposta all'analisi dei rischi.

Definizione della categoria illuminotecnica di progetto

Nota la categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi, si tratta di valutare i parametri di influenza riportati nel *prospetto 2* e nel *prospetto 3* di cui alla Norma *UNI 11248* e secondo quanto indicato ai *paragrafi 8.4 e 8.5* di cui alla Norma *UNI 11248* e, considerando anche gli aspetti del contenimento dei consumi energetici, decidere se considerare questa categoria come quella di progetto o modificarla.

Definizione della categoria illuminotecnica di esercizio

In base alle considerazioni esposte nei *paragrafi 8.4 e 8.5* di cui alla Norma *UNI 11248*, e agli aspetti relativi al contenimento dei consumi energetici, introdurre, se necessario, una o più categorie illuminotecniche di esercizio, specificando chiaramente le condizioni dei parametri di influenza che rendono corretto il funzionamento dell'impianto secondo la data categoria.



18.3 - Caratteristiche illuminotecniche delle categorie previste dalle Norme

Caratteristiche illuminotecniche delle classi con categoria M (UNI EN 13201)

Classe	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto			Abbagliamento debilitante	Rapporto di prossimità
	L_{AV} [cd/P2]	U_o (U_{ow})	U_i	f_{TI} [%]	EIR
M1	2,0	0,4	0,7	10	0,35
M2	1,5	0,4	0,7	10	0,35
M3	1,0	0,4	0,6	15	0,30
M4	0,75	0,4	0,6	15	0,30
M5	0,5	0,35	0,4	15	0,30
M6	0,3	0,35	0,4	20	nessun requisito

L_{AV} : valore medio della luminanza del manto stradale;

U_o : rapporto tra luminanza minima e luminanza media;

U_i : valore minimo delle uniformità longitudinali delle corsie di marcia della carreggiata;

f_{TI} : misura della perdita di visibilità causata dall'abbagliamento debilitante degli apparecchi di un impianto di illuminazione stradale;

EIR: Edge Illuminance Ratio (Rapporto di bordo) R_{EI} . L'EIR è il valore minimo fra il rapporto dell'illuminamento orizzontale medio della fascia adiacente al bordo della carreggiata che giace fuori dalla stessa diviso per il valore di illuminamento medio della striscia corrispondente che giace all'interno della stessa, considerato per ogni lato.

Caratteristiche illuminotecniche delle classi con categoria C (UNI EN 13201)

Classe	Illuminamento orizzontale			TI
	E_{AV} [lx]	U_o		
C0	50	0,4	+	15
C1	30	0,4		15
C2	20	0,4		15
C3	15	0,4		20
C4	10	0,4		20
C5	7,5	0,4		20



Caratteristiche illuminotecniche delle classi con categoria P e HS (UNI EN 13201)

Classe	Illuminamento orizzontale		Requisiti supplementari		TI
	Illuminamento orizzontale	Illuminamento orizzontale minimo	Illuminamento verticale minimo	Illuminamento semicilindrico minimo	
	$E_{h\text{ AV}}$ [lx]	E_{min} [lx]	$E_{v\text{ min}}$ [lx]	$E_{sc\text{ min}}$ [lx]	
P1	15,0	3,00	5,0	5,0	20
P2	10,0	2,00	3,0	2,0	25
P3	7,50	1,50	2,5	1,5	25
P4	5,00	1,00	1,5	1,0	30
P5	3,00	0,60	1,0	0,6	30
P6	2,00	0,40	0,6	0,2	35

Classe	Illuminamento semisferico	
	Illuminamento semisferico	Uniformità generale
	$E_{h\text{ AV}}$ [lx]	U_o
HS1	5,00	0,15
HS2	2,50	0,15
HS3	1,00	0,15
HS4		

Caratteristiche illuminotecniche delle aree pedonali in cui sia necessario il riconoscimento facciale e il senso di sicurezza classe SC (UNI EN 13201)

Classe	Illuminamento semicilindrico
	$E_{sc\text{ min}}$ [lx]
SC1	10,00
SC2	7,50
SC3	5,00
SC4	3,00
SC5	2,00
SC6	1,50
SC7	1,00
SC8	0,75
SC9	0,50

Classe	Illuminamento verticale
	$E_{sc\text{ min}}$ [lx]
EV1	50
EV2	30
EV3	10,00
EV4	7,50
EV5	5,00
EV6	0,50



18.4 - Scelta della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

La classificazione della strada deve essere comunicata al progettista dal committente o dal gestore della strada, valutate le reali condizioni ed esigenze.

La categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi così selezionata non può essere utilizzata direttamente nel progetto, ma deve essere sottoposta all'analisi dei rischi obbligatoria, descritta nei paragrafi successivi.

Prospetto 1 (UNI 11248) Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

TIPO DI STRADA	DESCRIZIONE DEL TIPO DI STRADA	LIMITI DI VELOCITA' [km/h ⁻¹]	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO PER L'ANALISI DEI RISCHI
A ₁	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipo C1 e C2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F ³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 ed F2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
		30	C4/P2
Fbis	Itinerari ciclopeditoni ⁴⁾	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

1) Secondo il Decreto ministeriale 5 novembre 2001, N° 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e successive integrazioni e modifiche.
2) Per strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile a questa (prospetto 6).
3) Vedere punto 6.3.
4) Secondo la Legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003, N° 151, recante modifiche ed integrazioni al codice della strada".



Prospetto 2 (UNI 11248) Indicazioni sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza costanti nel lungo periodo

PARAMETRO DI INFLUENZA	RIDUZIONE MASSIMA DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto ^{1) 2)}	1
Segnaletica cospicua ³⁾ nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse. 2) E' compito del progettista definire il limite di bassa densità. 3) Riferimenti in CIE 137(5).	

Prospetto 3 (UNI 11248) Indicazioni sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale

PARAMETRO DI INFLUENZA	RIDUZIONE MASSIMA DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA
Flusso di traffico < 50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso di traffico < 25% rispetto alla portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1



Prospetto 4 (UNI 11248) Possibili casi di riduzione della categoria illuminotecnica di ingresso

Impianto	Riduzione adottata per la categoria illuminotecnica di progetto rispetto alla categoria di ingresso	Riduzione massima adottata per la categoria illuminotecnica di esercizio	Riduzione massima della categoria di esercizio rispetto alla categoria di ingresso
Normale	0	0	0
		1	1
		2	2
	1	0	1
		1	2
		2	3
	2	0	2
		1	3
Condizioni di traffico stabilmente minori rispetto alla portata di servizio massima	1 (flusso di traffico stabilmente minore del 50%)	0	1
		1	2
		2	3
	2 (flusso di traffico stabilmente minore del 25%)	0	2
		1 (per altri parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale)	3
Impianti adattivi FAI	0	0	0
		1	1
		2	2
		3 (per flusso di traffico minore del 12,5%)	3
	1	0	1
		1	2
		2	3
		3 (per flusso di traffico minore del 12,5%)	4
	2	0	2
		1	3
		2	4
		(per flusso di traffico minore del 12,5%)	



Prospetto 5 (UNI 11248) Esempi di provvedimenti integrativi all'impianto di illuminazione

Condizione	Rimedio
Prevalenza di precipitazioni meteoriche	Ridurre l'altezza e l'interdistanza tra gli apparecchi di illuminazione e l'inclinazione massima delle emissioni luminose rispetto alla verticale in modo da evitare il rischio di riflessioni verso l'occhio dei conducenti degli autoveicoli
Riconoscimento dei passanti	Verificare che l'illuminamento verticale all'altezza del viso sia sufficiente
Luminanza ambientale elevata (ambiente urbano)	Adottare segnaletica stradale attiva e/o a riflessione catadiottrica di classe adeguata per mantenere la condizione di cospicuità
Intersezioni, svincoli, rotatorie (in particolare se con traffico intenso e/o di elevata velocità)	
Curve pericolose in strade con elevata velocità degli autoveicoli	
Elevata probabilità di mancanza di alimentazione	
Elevati tassi di malfunzionamento	
Presenza di rallentatori di velocità	Illuminare gli attraversamenti pedonali con un impianto separato e segnarli adeguatamente
Attraversamenti pedonali in zone con flusso di traffico e/o velocità elevate	
Programma di manutenzione inadeguato	Ridurre il fattore di manutenzione inserito nel calcolo illuminotecnico

Prospetto 6 (UNI 11248) Comparazione di categorie illuminotecniche

Categoria Illuminotecnica comparabile						
Condizione	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^{-1}$	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C1	C2	C3	C4	C5	C5
Se $Q_0 > 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4
Nota Per il valore di Q_0 vedere punto 13 dell'appendice B						

Prospetto 7 (UNI 11248) Categorie illuminotecniche aggiuntive

Categoria Illuminotecnica										
Categoria illuminotecnica individuata	C0	C1	C2	C3	C4	C5	-	-	-	-
	-	-	-	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Categoria illuminotecnica aggiuntiva	-	EV3	EV4	EV5	-	-	-	-	-	



Prospetto C.1 (UNI 11248)

Caratteristiche riassuntive dei tipi di strada così come descritte nel prospetto 1 e definite da art. 2 del codice stradale e D.M. 5/11/2001, N° 6792 ^[10]

TIPO DI STRADA	DESCRIZIONE DEL TIPO DI STRADA	N° Minimo carreggiate indipendenti	N° Minimo di Corsie per senso di marcia	N° di sensi di marcia	Portata max di servizio per corsia (veicoli/ora)	Ulteriori requisiti minimi, caratteristiche e chiarimenti
A ₁	Autostrade extraurbane	2	2	2	1.100	
	Autostrade urbane	2	2	2	1550	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	2	1	2	Da 650 a 1350	Sono ricomprese le strade dedicate all'accesso alle autostrade prima delle stazioni (caselli autostradali). I valori minimo e massimo dipendono dal numero di corsie
	Strade di servizio alle autostrade urbane	2	1	2	Da 1150 a 1650	
B	Strade extraurbane principali	2	2	2	1.000	Tangenziali e superstrade
C	Strade extraurbane secondarie (tipo C1 e C2 ¹⁾)	1	1	2	600	Strade tipo provinciali, regionali e statali. Con banchine laterali transitabili
	Strade extraurbane secondarie	1	1	2		
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	1	1	2		
D	Strade urbane di scorrimento	2	2	2	950	Strade urbane di grandi dimensioni e di connessione alla rete "urbana di quartiere" o "extraurbana secondaria"
E	Strade urbane di quartiere	1	1	2	800	Proseguimento delle strade di tipo C "extraurbane secondarie" nella rete urbana. Strade tipo provinciali, regionali e statali. Con corsie di manovra e parcheggi esterni alla Carreggiata
			2	1		
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 ed F2)	1	1	1 o 2	450	Strade in ambito extraurbano diverse da strade di tipo B e C quali strade comunali, vicinali, ecc.
	Strade locali extraurbane	1	1	1 o 2		
	Strade locali interzonali	1	1	1 o 2	800	Strade locali di connessione con la "rete secondaria" e di "scorrimento" di maggior rilievo in quanto attraversano il territorio collegando aree urbane confinanti o distanti in aree urbane o extraurbane
	Strade locali urbane	1	1	1 o 2	800	Strade locali diverse da strade di tipo D e E, quali strade residenziali, artigianali, centro cittadino, centro storico, ecc.



18.5 - Metodologia da utilizzare per l'analisi dei rischi

Generalità

L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri di influenza, al fine di individuare la categoria illuminotecnica che garantisca la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione, l'impatto ambientale e l'inquinamento luminoso.

Analisi

L'analisi, obbligatoria e parte integrante del progetto illuminotecnico prevede almeno le seguenti fasi:

- a) sopralluogo con l'obiettivo di valutare lo stato esistente e determinare una gerarchia tra i parametri di influenza rilevanti per le strade esaminate;
- b) individuazione dei parametri decisionali e delle procedure gestionali richieste da eventuali Direttive e norme cogenti, dalla Norma UNI 11248 o da esigenze specifiche;
- c) studio preliminare del rischio, determinando gli eventi potenzialmente pericolosi, in base agli incidenti pregressi ed al rapporto fra incidenti diurni e notturni, e classificandoli in funzione della frequenza e della gravità;
- d) creazione di una gerarchia di interventi per assicurare a lungo termine i livelli di sicurezza richiesti da leggi, direttive e norme cogenti in merito alle condizioni di illuminazione.

Parametri di influenza

I parametri di influenza costanti nel lungo periodo determinano la categoria illuminotecnica di progetto, i più significativi sono elencati nel Prospetto 2.

I parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale determinano le categorie illuminotecniche di esercizio, i più significativi sono elencati nel Prospetto 3.

Metodologia operativa

Il progettista basa l'analisi dei rischi sulla conoscenza dei parametri di influenza generalmente più significativi che possono essere individuati tra quelli del Prospetto 2 e del Prospetto 3.

Il progettista deve inoltre:

- valutare anche le possibili variazioni nel tempo del parametro considerato;
- accordarsi con il committente sul peso dei singoli parametri;
- limitare l'influenza di ogni parametro alla variazione massima di una categoria illuminotecnica, come esemplificato nel Prospetto 2, salvo per flussi di traffico minori del 25% rispetto alla portata di servizio.

Sintesi conclusiva

Il progettista redige una sintesi conclusiva dell'analisi dei rischi ove precisa le categorie illuminotecniche di ingresso, di progetto e di esercizio e presenta le misure da porre in opera (impianti, attrezzature, procedure) per assicurare al livello desiderato la sicurezza degli utenti della strada, ottimizzando i costi di installazione e di gestione energetica dell'impianto conformemente ai requisiti evidenziati nella fase di analisi.

Pertanto, il documento di sintesi stabilisce i livelli di intervento necessari alla messa in sicurezza della zona di studio in base all'importanza delle considerazioni emerse nella fase di analisi.

Lo stesso documento individua le conseguenze relative all'esercizio di ogni impianto, fissando i criteri da seguire per garantire, nel tempo, livelli di sicurezza adeguati al caso.



18.6 - Analisi dei rischi

18.6.1 - Generalità

Dopo un'opportuna ricognizione sul posto in orari diurni e notturni, si dovranno valutare i parametri di influenza e gli interventi di adeguamento necessari alla luce di quanto richiesto da leggi, direttive e norme, prestando attenzione alla **sicurezza stradale ed al risparmio energetico**.

18.6.2 - Analisi

Il sopralluogo realizzato sia in orari diurni, sia in orari serali/notturni verrà effettuato allo scopo di analizzare i seguenti parametri di influenza:

- a) Presenza di cartelli pubblicitari luminosi ed eventuale loro apporto dell'aumento della complessità visiva.
- b) Stazioni di servizio fortemente illuminate ed eventuale loro apporto dell'aumento della complessità visiva.
- c) Presenza di apparecchi di illuminazione non orientati correttamente.
- d) Edifici fortemente illuminati con apporto dell'aumento della complessità visiva.
- e) Vetrine fortemente illuminate.
- f) Impianti di illuminazione sportivi.
- g) Altri tipi di illuminazione a forte luminanza posta a lato della strada nella stessa direzione di marcia.

18.6.3 - Considerazioni e/o prescrizioni propedeutiche alla sintesi conclusiva dell'analisi dei rischi

Recupero del flusso luminoso dei Led

Il decadimento naturale del flusso luminoso dei LED verrà compensato in modo automatico innalzando progressivamente la corrente dei led durante il loro funzionamento. Questa opzione garantisce un livello praticamente costante del flusso luminoso di uscita. L'impianto di illuminazione può quindi essere progettato considerando un fattore di manutenzione superiore a quanto normalmente utilizzato con il prodotto in versione standard, ottenendo risparmi immediati in termini di energia consumata e di costo iniziale dell'impianto.

Dimmerabilità

La tecnologia a LED consente una facile e affidabile regolazione del flusso luminoso; la temperatura di colore resta invariata e la luce non subisce alcuna alterazione visibile.

Equilibrio delle luminanze nelle zone di conflitto

I corpi illuminanti con tecnologia a LED utilizzati saranno dotati di regolazione luminosa di tipo programmabile, tale caratteristica permetterà una regolazione puntuale nelle zone di conflitto. In sostanza permette attraverso una regolazione puntuale e graduale di rendere minime le differenze di illuminamento nelle zone di conflitto, rendendo in questo modo la circolazione delle auto più sicura, in quanto l'automobilista ha la possibilità di guidare su strade omogeneamente illuminate.

Indice di resa cromatica

L'indice di resa cromatica (IRC o Ra), oppure in inglese Color Rendering Index (CRI), di una sorgente luminosa è una misura di quanto naturali appaiano i colori degli oggetti da essa illuminati, verranno utilizzati apparecchiature con indice di resa dei colori maggiore a 70.

Sicurezza fotobiologica

La luce a LED è assimilabile ad una luce laser, motivo per cui se guardata ad occhio nudo potrebbe portare alla retina danni permanenti o temporanei.

La sicurezza fotobiologica è l'insieme di requisiti relativi a sorgenti luminose tali da garantire l'assenza di effetti nocivi alla retina. Le norme di riferimento per apparecchi a LED sono la EN 60825-1 e la EN 62471.

Le caratteristiche dei LED che ricadono nel "Gruppo di rischio 1" di cui alla Norma CEI EN 62471, che sono le classe di rischio più basse rispetto ai gruppi 2, 3 e 4 garantiscono che i LED possono essere guardati ad occhio nudo senza che la retina subisca danni permanenti o temporanei.

I LED rientranti nelle classi di rischio 2, 3 e 4 sono invece considerati potenzialmente pericolosi per l'occhio umano.



Temperatura di colore

Temperatura di colore è un termine usato in illuminotecnica, in fotografia e in altre discipline correlate per quantificare la tonalità della luce e si misura in gradi kelvin.

La temperatura di colore della luce ha un importante effetto sull'essere umano. Per i posti dove le persone stanno assieme come, caffè, ristoranti, la luce calda sui 3000K è preferita. La temperatura più calda della luce induce un maggior relax delle persone.

Per i luoghi dove le persone dovrebbe essere più concentrate sul proprio lavoro come aule scolastiche, uffici e sale conferenza, la temperatura di colore della luce dovrebbe essere più fredda, attorno ai 4000K.

Le luci a LED hanno la miglior possibilità di raggiungere il desiderato valore di temperatura di colore.

Scelta eco-compatibile

L'eco-compatibilità della sorgente LED deriva dalla sua stessa composizione: i LED agiscono infatti nel pieno rispetto della direttiva comunitaria RoHS (Restriction of Hazardous Substances Directive) che pone limiti all'emissione di sostanze tossiche tra cui: piombo, mercurio, cadmio e cromo esavalente. In termini di sviluppo sostenibile, l'adozione di questa nuova tecnologia riduce l'impatto ambientale in modo significativo, generando un quantitativo inferiore di emissioni di gas come la CO₂. Si predilige l'utilizzo di corpi illuminanti realizzati con materiali riciclabili quali alluminio, acciaio, vetro e plastiche, facilmente reimpiegabili nei processi produttivi, secondo quanto indicato dalla RAEE: la direttiva europea relativa alla rottamazione di apparecchiature elettriche ed elettroniche

Efficienza luminosa

Elevata efficienza luminosa. A parità di flusso emesso la sorgente LED assorbe una quantità minore di energia rispetto alle lampade tradizionali. In termini di efficienza luminosa, la tecnologia LED permette un sostanziale risparmio energetico e una notevole riduzione di emissioni di CO₂.

Vita utile

Il LED, se alimentato con una corrente adeguata e se opportunamente raffreddato da un corretto sistema di dissipazione, ha una vita utile nell'ordine di decine di migliaia di ore.

Manutenzione

In virtù della sua lunga durata, l'uso della sorgente LED garantisce un taglio sostanziale dei costi di manutenzione.

18.7 - Sintesi conclusiva

18.7.1 - Premessa

Dopo aver determinato la categoria illuminotecnica di riferimento, come da prospetto 1 della Norma UNI 11248, attraverso l'analisi delle caratteristiche ambientali che potrebbero in qualche modo aumentare la complessità del campo visivo e i parametri di influenza, come da prospetti 2 e 3 della Norma UNI 11248, verrà determinata la categoria illuminotecnica di progetto.

18.7.2 - Categorie illuminotecniche individuate nelle varie zone di studio

La classificazione, redatta in accordo con le indicazioni fornite e rilevate, ha fornito i seguenti risultati.



COMUNE DI GESSATE (MI)

IDENTIFICAZIONE DELLA ZONA DI STUDIO	VIALE DE GASPERI	
CLASSIFICAZIONE DELLA STRADA E INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO PER L'ANALISI DEI RISCHI (UNI 11248-nov 16)		
TIPOLOGIA DI STRADA (art. 2 del codice stradale e D.M. 5/11/2001, N° 6792)	F – Strade locali urbane	
CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO PER L'ANALISI DEI RISCHI (UNI 11248-2016 art. 7.2)	M4	
ANALISI DEI RISCHI E VALUTAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO (UNI 11248-2016 art. 8.2)		
PARAMETRI DI INFLUENZA COSTANTI NEL LUNGO PERIODO		
DESCRIZIONE	Rid. Max prevista dalla UNI 11248	Rid. Adottata
Complessità del campo visivo normale ⁽¹⁾	1 cat. III.	0
Assenza o bassa densità di zone conflittuali ⁽²⁾	1 cat. III.	0
Segnaletica stradale attiva	1 cat. III.	0
Segnaletica cospicua delle zone conflittuali	1 cat. III.	0
Assenza di pericolo di aggressione ⁽³⁾	1 cat. III.	0
Altre valutazioni del progettista ⁽⁴⁾		0
LA RIDUZIONE MASSIMA DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO PREVISTA DALLA NORMA UNI 11248 E' DI 2 CATEGORIE		0
CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO		M4
ANALISI DEI RISCHI E VALUTAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI ESERCIZIO (UNI 11248-2016 art. 8.3)		
PARAMETRI DI RIDUZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO		
DESCRIZIONE	Rid. Max prevista dalla UNI 11248	Rid. Adottata
Flusso del traffico inferiore al 50% della portata di servizio	1 cat. III.	0
Flusso del traffico inferiore al 25% della portata di servizio	2 cat. III.	1
Riduzione della complessità nella tipologia del traffico	1 cat. III.	0
LA RIDUZIONE MASSIMA DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO PREVISTA DALLA NORMA UNI 11248 E' DI 1 CATEGORIA		1
CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI ESERCIZIO		M5
⁽¹⁾ Analisi della complessità del campo visivo, ovvero l'insieme di tutti gli elementi, luminosi e visivi, presenti nel campo visivo dell'utente della strada che fuorviano, distraggono, disturbano o infastidiscono l'utente. Anche se la guida visiva fornita dalla strada e dall'ambiente circostante è adeguata, alcuni elementi possono rendere difficoltosa la percezione di oggetti ad elevata priorità, quali semafori ed altri utenti. Tali elementi sono la presenza rilevante di: alberi al bordo della strada, edifici sovrailluminati e/o corpi illuminanti abbaglianti installati in proprietà private, cartelloni pubblicitari illuminati e/o sovrailluminati, vetrine o insegne luminose, illuminazione di impianti sportivi con spegnimento degli impianti entro le ore 24, stazioni di servizio, centri commerciali, locali notturni e altre strutture notturne illuminate anche dopo le ore 24.		
⁽²⁾ Numero di incroci per chilometro, intersezione con zone frequentate da utenti esclusi, intersezioni a raso, Presenza di dossi rallentatori e/o attraversamenti pedonali, eventuale presenza di veicoli in sosta		
⁽³⁾ Compresa l'eventuale necessità di riconoscimento dei volti		
⁽⁴⁾ Analisi storica, se presente, degli eventi pericolosi, fattore di riduzione per l'utilizzo di corpi illuminanti con indice di resa cromatica ≥60, altre valutazioni individuate dal progettista		



COMUNE DI GESSATE (MI)		
IDENTIFICAZIONE DELLA ZONA DI STUDIO	ROTATORIA VIALE DE GASPERI	
CLASSIFICAZIONE DELLA STRADA E INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO PER L'ANALISI DEI RISCHI (UNI 11248-nov 16)		
TIPOLOGIA DI STRADA (art. 2 del codice stradale e D.M. 5/11/2001, N° 6792)	F – Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	
CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO PER L'ANALISI DEI RISCHI (UNI 11248-2016 art. 7.2)	C3	
ANALISI DEI RISCHI E VALUTAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO (UNI 11248-2016 art. 8.2)		
PARAMETRI DI INFLUENZA COSTANTI NEL LUNGO PERIODO		
DESCRIZIONE	Rid. Max prevista dalla UNI 11248	Rid. Adottata
Complessità del campo visivo normale ⁽¹⁾	1 cat. III.	0
Assenza o bassa densità di zone conflittuali ⁽²⁾	1 cat. III.	0
Segnaletica stradale attiva	1 cat. III.	0
Segnaletica cospicua delle zone conflittuali	1 cat. III.	0
Assenza di pericolo di aggressione ⁽³⁾	1 cat. III.	0
Altre valutazioni del progettista ⁽⁴⁾		0
LA RIDUZIONE MASSIMA DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO PREVISTA DALLA NORMA UNI 11248 E' DI 2 CATEGORIE		0
CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO		C3
ANALISI DEI RISCHI E VALUTAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI ESERCIZIO (UNI 11248-2016 art. 8.3)		
PARAMETRI DI RIDUZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO		
DESCRIZIONE	Rid. Max prevista dalla UNI 11248	Rid. Adottata
Flusso del traffico inferiore al 50% della portata di servizio	1 cat. III.	0
Flusso del traffico inferiore al 25% della portata di servizio	2 cat. III.	1
Riduzione della complessità nella tipologia del traffico	1 cat. III.	0
LA RIDUZIONE MASSIMA DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO PREVISTA DALLA NORMA UNI 11248 E' DI 1 CATEGORIA		1
CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI ESERCIZIO		C4
⁽¹⁾ Analisi della complessità del campo visivo, ovvero l'insieme di tutti gli elementi, luminosi e visivi, presenti nel campo visivo dell'utente della strada che fuorviano, distraggono, disturbano o infastidiscono l'utente. Anche se la guida visiva fornita dalla strada e dall'ambiente circostante è adeguata, alcuni elementi possono rendere difficoltosa la percezione di oggetti ad elevata priorità, quali semafori ed altri utenti. Tali elementi sono la presenza rilevante di: alberi al bordo della strada, edifici sovrailluminati e/o corpi illuminanti abbaglianti installati in proprietà private, cartelloni pubblicitari illuminati e/o sovrailluminati, vetrine o insegne luminose, illuminazione di impianti sportivi con spegnimento degli impianti entro le ore 24, stazioni di servizio, centri commerciali, locali notturni e altre strutture notturne illuminate anche dopo le ore 24.		
⁽²⁾ Numero di incroci per chilometro, intersezione con zone frequentate da utenti esclusi, intersezioni a raso, Presenza di dossi rallentatori e/o attraversamenti pedonali, eventuale presenza di veicoli in sosta		
⁽³⁾ Compresa l'eventuale necessità di riconoscimento dei volti		
⁽⁴⁾ Analisi storica, se presente, degli eventi pericolosi, fattore di riduzione per l'utilizzo di corpi illuminanti con indice di resa cromatica ≥ 60 , altre valutazioni individuate dal progettista		



19 - PRESCRIZIONE SULLA TEMPERATURA DI COLORE DA UTILIZZARE

Con temperatura di colore di una sorgente luminosa viene indicata l'apparenza cromatica della sorgente rispetto ad un valore campione.

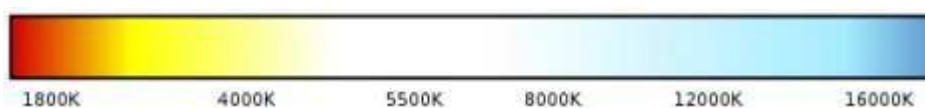
Questa definizione si basa sul principio che qualunque corpo, riscaldato ad una temperatura elevata, è in grado di emettere una luce ed il colore della luce varierà al variare della temperatura stessa.

Il valore campione di riferimento consiste in un corpo nero radiante (corpo nero di Plank) che, man mano che viene riscaldato, passa da una colorazione rossa, all'arancione, al giallo, al bianco e al blu.

La temperatura di colore viene misurata in gradi kelvin (K).

Quando il colore della sorgente luminosa si avvicina ad una delle colorazioni assunte dal corpo nero radiante riscaldato, usiamo dire che la temperatura di colore della sorgente luminosa corrisponde ai gradi kelvin per i quali il corpo nero ha la medesima colorazione.

SCALA TEMPERATURA DI COLORE



Il grande vantaggio dei LED è la possibilità di avere svariate tonalità, da 1800K a 7000K, quindi in grado di soddisfare qualsiasi esigenza di luce.

Nella presente progettazione illuminotecnica la temperatura di colore massima utilizzata è 4000K.

19.1 - Definizione di indice di resa cromatica

Con Indice di Resa Cromatica (IRC o Ra) viene indicata la capacità di una sorgente luminosa di mantenere inalterata l'apparenza cromatica dei colori degli oggetti illuminati, rispetto ad una sorgente campione.

Un valore di 100 significa che la sorgente in questione non influisce sulla percezione dei colori dell'oggetto illuminato. Man mano che si scende di valore, il cromatismo dell'oggetto sarà sempre più influenzato dal colore della sorgente luminosa impiegata.

L'Indice di Resa Cromatica è legato al valore della temperatura di colore della sorgente.

L'indice di resa cromatica delle armature a LED da utilizzare dovrà essere superiore a 70.

20 - DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

20.1 - Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

La protezione contro i contatti diretti di cui alla Norma CEI 64-8 dovrà essere conforme agli articoli:

- **412.1** protezione mediante isolamento delle parti attive (in generale per cavi),
- **412.2** protezione mediante involucri e barriere (in generale per apparecchiature di comando, protezione e manovra, morsettiere e apparecchi utilizzatori).

Il grado di protezione minimo delle apparecchiature dovrà essere almeno IP2X o IPXXB e, per le superfici orizzontali, IP4X o IPXXD.

La protezione contro i contatti indiretti, di cui alla norma CEI 64-8, dovrà essere attuata con interruzione automatica del circuito e verrà effettuata adottando macchine o apparecchi con isolamento doppio o rinforzato o apparecchi di classe II.

In uno stesso impianto, la protezione con apparecchi di classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra e interruttori differenziali; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di classe II.

Ogni componente dell'impianto di illuminazione sarà dotato di isolamento doppio o rinforzato per costruzione oppure per installazione (impianti di classe II).

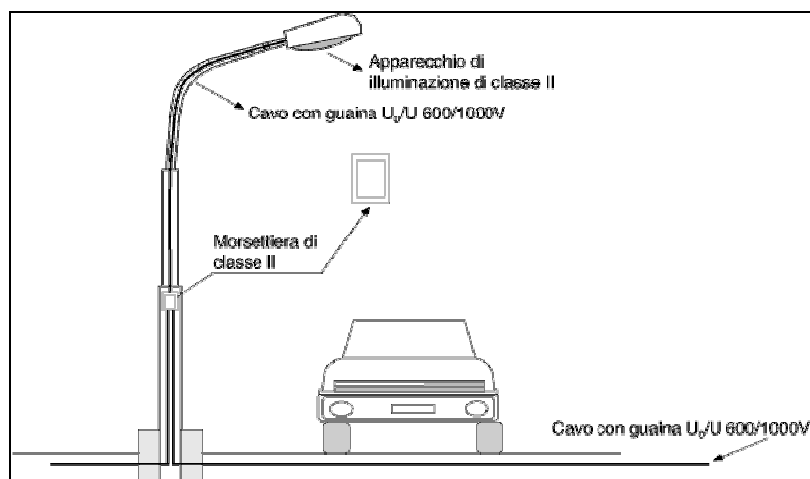
20.1.1 - Impiego di componenti di classe II (doppio isolamento o isolamento rinforzato)

Il sistema in oggetto è vantaggioso poiché non richiede né la messa a terra di sostegni né l'installazione di interruttori differenziali **che possono essere causa di interventi intempestivi** (ad esempio in occasione di scariche atmosferiche).

Richiede però particolare cura perché si devono impiegare esclusivamente componenti elettrici di classe II e condutture che realizzano tale misura di protezione; in particolare devono essere utilizzati cavi dotati di guaina aventi tensione nominale U_0/U non inferiore a 600/1000 V per impianti alimentati a 400/230 V; inoltre la tensione di tenuta verso massa di tutti i componenti non deve essere inferiore a 5 kV.

I cavi devono fare capo a morsettiere contenute in scatole di derivazione di classe II come gli apparecchi di illuminazione o a connessioni interrate realizzate in gel.

Condizioni per realizzare la protezione mediante doppio isolamento





20.2 - Protezione delle condutture contro le sovracorrenti

Le condutture che costituiscono gli impianti dovranno essere protette contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi dovrà essere effettuata in ottemperanza alla Sezione **433** di cui alla **Norma CEI 64-8**. Tali dispositivi di protezione possono essere:

- a) interruttori automatici provvisti di sganciatori di sovracorrente (magnetotermici),
- b) interruttori combinati con fusibili,
- c) fusibili.

In particolare, i conduttori dovranno essere scelti in modo che la loro portata (**I_z**) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (**I_b**), che è il valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente.

Gli interruttori magnetotermici, da installare a loro protezione, dovranno avere una corrente nominale (**I_n**) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (**I_b**) e la sua portata nominale (**I_z**) ed una corrente di funzionamento (**I_f**) minore o uguale a **1,45** volte la portata (**I_z**).

In tutti i casi dovranno essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme **CEI 23-3** e **CEI 17-5**.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in modo tale da garantire che, nel conduttore protetto, non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:

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

norma **CEI 64-8**.

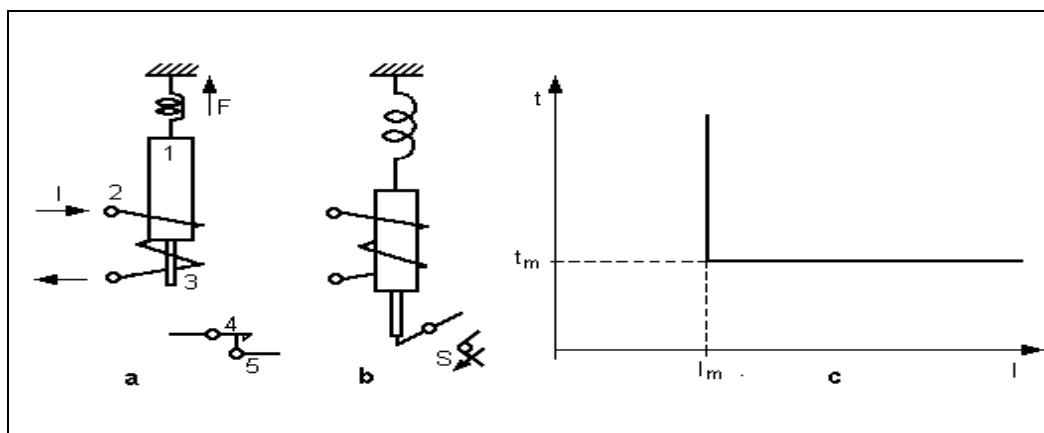
Essi dovranno avere le caratteristiche specificate negli schemi unifilari allegati e un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. Comunque il loro potere di corto circuito non dovrà essere inferiore a 4,5 kA.

È tuttavia 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 delle condutture protette.

I dispositivi dovranno essere dotati di opportune targhette identificatrici dei circuiti protetti.

Schema di principio di uno sganciatore magnetico istantaneo di massima corrente e corrispondente curva caratteristica di intervento C



a - sganciatore a riposo non intervenuto

b - sganciatore dopo l'intervento

F - forza di richiamo della molla

S - azione sul meccanismo di ritegno dell'interruttore

I_m - valore di corrente a partire dal quale la forza di attrazione magnetica supera la forza antagonista per cui si chiude l'ancora mobile

t_m - tempo di intervento dello sganciatore magnetico

1 - nucleo ferromagnetico

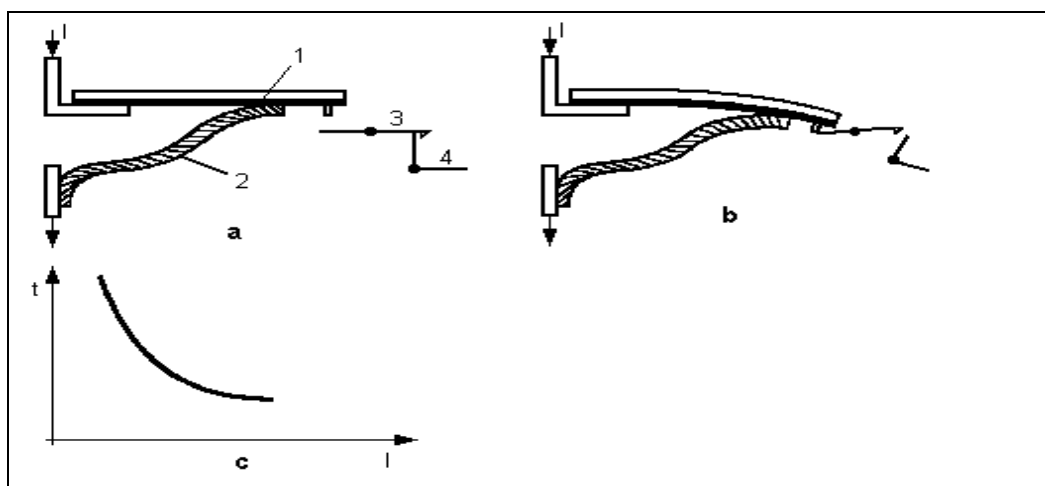
2 - avvolgimento

3 - percussore

4 - nottolino di sgancio

5 - organo di ritegno

Schema di principio di sganciatore di massima corrente a tempo inverso (di tipo termico), senza compensazione della temperatura ambiente e corrispondente alla curva caratteristica di intervento C



a - sganciatore a riposo (non intervenuto)

b - sganciatore dopo l'intervento

1 - elemento bimetallico

2 - conduttore flessibile (treccia)

3 - nottolino di sgancio

4 - organo di ritegno



20.3 - Quadri elettrici

I quadri elettrici dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- a) Conforme alla Norma CEI EN 50298,
- b) Grado di protezione IP 44 come prescritto dalle norme CEI EN 60529 e CEI EN 50102,
- c) Struttura in vetroresina a doppio isolamento, colore grigio RAL 7040,
- d) Autoestinguente, resistenza alle fiamme VO – secondo UL94,
- e) Tenuta all'impatto 20 j,
- f) Essere privo di sporgenze,
- g) Provvisto di porta incernierata apribile solo con serratura di sicurezza tipo cremonese, in modo da permettere l'uso dei dispositivi di manovra solo a persone qualificate,
- h) Provvisto di prese d'aria inferiori e sottotetto per ventilazione naturale interna,
- i) Resistenza meccanica secondo le norme DIN VDE 0660 e IEC 60439-5,
- j) Parti metalliche esterne zincate e passivate gialle - elettricamente isolate con l'interno,
- k) Completo di zoccolo ispezionabile con parete anteriore removibile.

Inoltre:

I quadri elettrici conterranno profilati normalizzati nei quali verranno fissate e bloccate con molta cura le apparecchiature elettriche, al fine di evitare dannosi allentamenti della bulloneria.

La disposizione delle apparecchiature deve essere fatta in modo che sia rispettato un determinato ordine e ci sia una rispondenza tra le apparecchiature montate sul fronte e quelle montate all'interno; nello stesso tempo si dovrà tenere conto delle future necessità di esercizio e manutenzione con un facile e comodo accesso a tutte le parti montate all'interno.

Le sbarre e le connessioni dovranno avere sezioni largamente dimensionate alle correnti convogliate e ancorate con sostegni adatti a sopportare le sollecitazioni elettrodinamiche dovute alle correnti di corto circuito.

Le connessioni ausiliarie dovranno tutte essere appoggiate a morsettiere ad elementi componibili c.s.d.

I dispositivi installati saranno protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere la leva di manovra e completi di cartelli indicatori della funzione svolta, come mostrato sugli schemi elettrici dei quadri stessi.

L'accesso alle parti interne dovrà tenere conto della sicurezza delle persone e della possibilità di venire accidentalmente a contatto con parti in tensione.

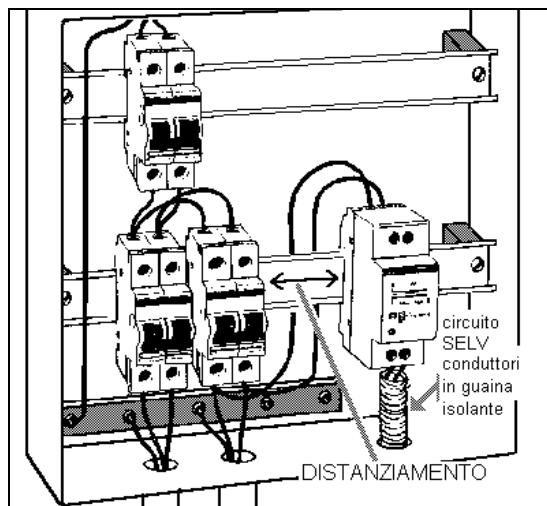
Le apparecchiature montate all'interno dei quadri, ed in modo particolare le parti di più frequente ispezione quali fusibili e relè, saranno facilmente identificabili ed accessibili per l'esercizio e la manutenzione dei quadri stessi.

In ogni caso la ditta installatrice dovrà fornire quadri elettrici che per struttura e cablaggio siano perfettamente adatti all'impiego destinato, sicuri nel funzionamento e conformi alla normativa vigente (in particolare alla Norma **EN 61439-1 CEI 17-113**).

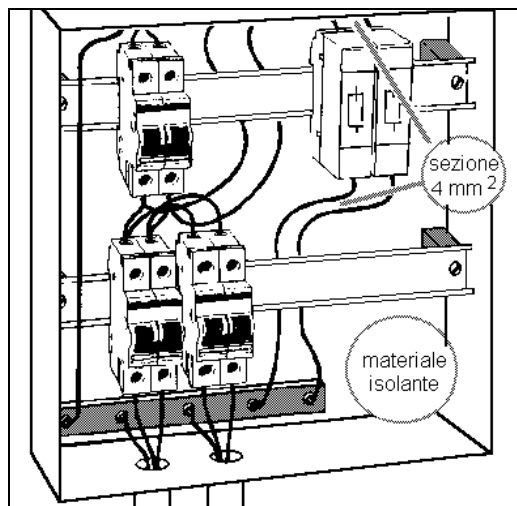
In particolare ogni quadro elettrico dovrà inoltre essere corredato di:

- a) targhette indicatrici montate sulla portella frontale ed all'interno in corrispondenza di ogni apparecchiatura nonché della targa informativa prescritta dall'art. 5.1 delle norme CEI 17.13/1 (1990),
- b) illuminazione interna che si accenda possibilmente automaticamente all'apertura della portella (quando esplicitamente richiesto),
- c) serratura apribile con chiave,
- d) schema elettrico aggiornato, completo delle diciture di riferimento dei conduttori e delle morsettiere,
- e) custodia interna nella quale porre copia degli schemi elettrici.

Nel caso in cui il quadro fosse richiesto in esecuzione stagna andrà usata particolare cura nella realizzazione delle chiusure delle porte e dei pannelli la cui tenuta va garantita con opportune guarnizioni; di analoghe guarnizioni dovranno essere muniti gli strumenti, le lampade spia, i pulsanti, le serrature, ecc., deve essere inoltre chiuso nella parte inferiore ed essere munito degli appositi passacavi o guarnizioni a tenuta per l'uscita dei cavi.



Esempio di distanziamento all'interno di un quadro elettrico fra circuiti a tensione di rete e circuiti SELV



Esempio di distanziamento all'interno di un quadro elettrico fra interruttori modulari e scaricatori

20.4 - Tipologia di comando e protezione dei circuiti

I circuiti di illuminazione saranno comandati e protetti dalle seguenti tipologie di apparecchiature:

- a) comandati da orologi di tipo astronomico,
- b) protetti da interruttori differenziali.

20.5 - Sistema di telecontrollo

Il Quadro Elettrico sarà dotato di una serie di apparecchiature e sistemi idonei ad effettuare il controllo a distanza di impianti di illuminazione distribuiti sul territorio.

Alcune delle funzioni del telecontrollo sono: il controllo dei parametri di funzionamento ed energetici di tutte le tratte previste, il comando a distanza di dispositivi, il controllo costante del funzionamento di impianti, la segnalazione automatica di allarmi per guasti o anomalie.

Sarà dotato di orologio astronomico e/o interruttore crepuscolare nelle modalità individuale, combinata o duale.

I vantaggi ottenibili sono: risparmio, tutela dell'ambiente, efficienza, qualità, sicurezza.

Il controllo costante degli impianti garantisce maggior sicurezza in caso di guasto, con l'allertamento automatico del personale di manutenzione.

Le funzioni diagnostiche e la possibilità di intervento a distanza riducono i tempi di inattività del servizio.

Attraverso un telefono mobile ed un PC, i tecnici possono tenere sotto controllo il funzionamento degli impianti tecnologici, senza superflui spostamenti dai loro uffici, in quanto ricevono gli allarmi dagli impianti decentrati e possono intervenire a distanza per risolvere il problema.

Nel caso di intervento sul posto la squadra di manutenzione conosce anticipatamente l'inconveniente da risolvere, ottenendo quindi maggiore tempestività ed efficacia nell'intervento.



21 - CRITERI REALIZZATIVI

La distribuzione dell'energia elettrica a valle del punto di consegna da parte dell'Ente distributore è prevista con sistema TT con tensione di fase di 230 V.

E' prevista una distribuzione dell'impianto elettrico realizzata con una tubazione in PVC interrata.

21.1 - Gradi di protezione e criteri impiantistici

È richiesto un grado di protezione, contro l'ingresso di liquidi, almeno pari a:

- IPX8 (immersione in acqua continua) per i componenti interrati o installati in pozzetti senza drenaggio;
- IPX7 (immersione per 30 min) per i componenti installati in pozzetti con drenaggio;
- IPX5 (protezione contro i getti d'acqua) per gli apparecchi d'illuminazione in galleria, in quanto vengono puliti con getti d'acqua.

In tutti gli altri casi è richiesto un grado di protezione di almeno IP55, salvo particolari condizioni di installazione.

E' previsto l'utilizzo di conduttori unipolari di tipo FG7(O)R 0,6/1kV, con guaina in PVC di colore grigio.

In ogni pozzetto di derivazione o rompitratte il conduttore di neutro dovrà essere segnalato mediante nastratura di colore blu chiaro.

21.2 - Caratteristiche dei componenti utilizzati

Ogni componente dell'impianto sarà dotato di isolamento doppio o rinforzato, per costruzione oppure per installazione (impianti di classe II).

I cavi vengono considerati in **classe II** se hanno una guaina a tensione di isolamento 0,6/1kV; i pali metallici contenenti cavi di classe II non vanno collegati a terra.

21.3 - Livello di isolamento

La resistenza d'isolamento dell'impianto predisposto per il normale funzionamento con l'interruttore generale aperto, ma con tutti gli apparecchi illuminanti inseriti, dovrà soddisfare la seguente relazione:

$$R > 2/(L+N) \text{ M}\Omega$$

dove:

L è la lunghezza della linea in chilometri (con minimo di 1 km);

N è il numero degli apparecchi di illuminazione.

Lo strumento (il megaohmmetro) dovrà essere inserito tra tutti i conduttori attivi e il morsetto di terra. La tensione di tenuta verso terra non deve essere inferiore a 4kV.



21.4 - Caduta di tensione

La tensione di alimentazione influisce direttamente sull'emissione luminosa degli apparecchi di illuminazione. La Norma CEI 64-8 prescrive che la caduta di tensione lungo la linea di alimentazione, calcolata a pieno carico e trascurando il transitorio di accensione, non sia superiore al **5%** del valore nominale della tensione di alimentazione, salvo più severe limitazioni in relazione al tipo di lampade.

Sarà possibile, attraverso l'utilizzo di apparecchiature che permettono un **regolare** funzionamento dell'armatura anche con cadute di tensione superiore al 5%, andare in deroga a tale prescrizione.

21.5 - Protezione contro i fulmini

La protezione dei sostegni contro i fulmini non è necessaria.

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

21.6 - Caratteristiche delle palificazioni

21.6.1 - Protezione pali

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

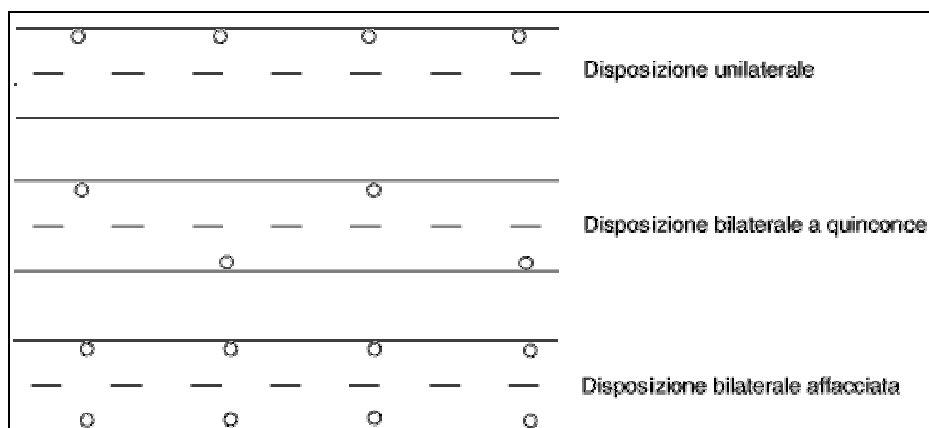
21.6.2 - Disposizione e distanziamenti

A prescindere dai criteri fotometrici, gli impianti di illuminazione stradale possono essere disposti sia su un unico lato sia su entrambi i lati della strada, come illustrato in figura.

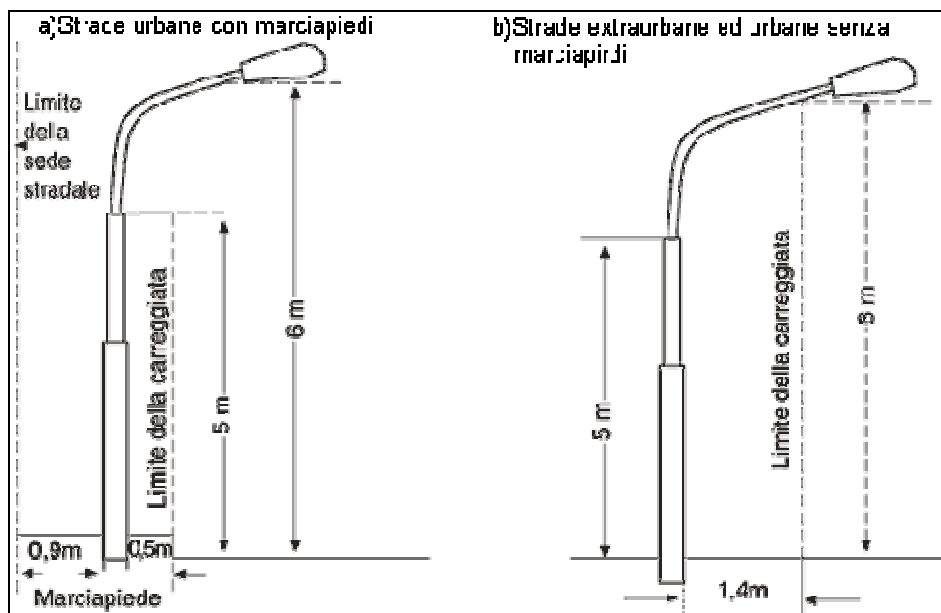
In genere l'altezza dei centri luminosi deve essere superiore a 6 m dal piano stradale e l'interdistanza deve rispondere ai requisiti richiesti dalla L.R. 31/15 ex L.R. 17/00.

Le norme indicano i distanziamenti minimi del sostegno dai bordi della carreggiata e dal limite della sede stradale, in funzione del tipo di strada, come sintetizzato in figura.

Disposizioni più comuni dei centri luce ai bordi della strada



Distanziamenti e altezze minime

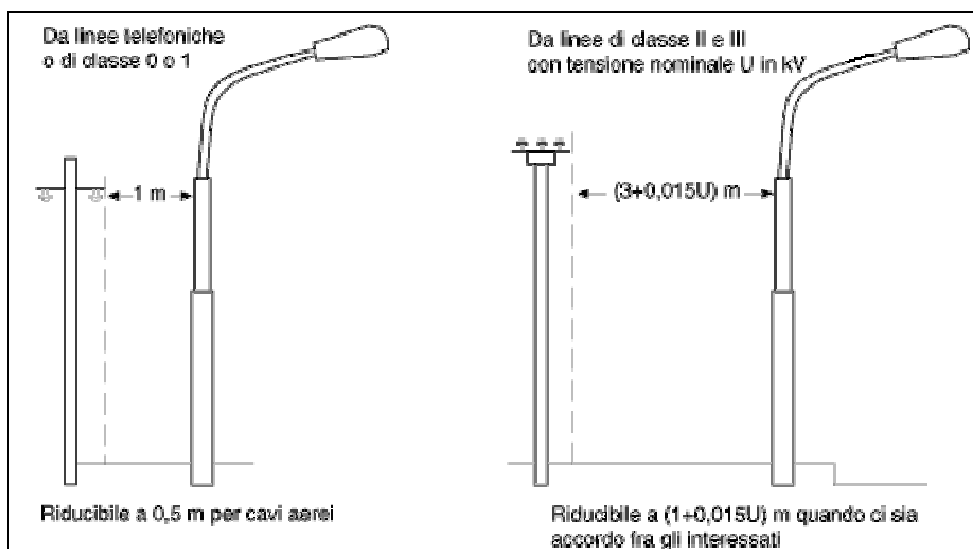


Sono inoltre prescritte specifiche distanze tra i sostegni degli apparecchi di illuminazione ed i conduttori di linee elettriche, come sintetizzato in figura.

E' importante sottolineare che questi distanziamenti:

- si riferiscono unicamente al corretto funzionamento degli impianti elettrici,
- devono essere opportunamente maggiorati, in generale, per tenere conto delle esigenze di sicurezza degli operatori che intervengono sugli impianti di illuminazione,
- si applicano sia ai pali sia ai bracci a muro.

Distanziamenti e altezze minime da altre strutture





21.6.3 - Scelta dei sostegni

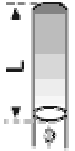

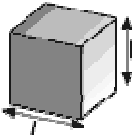
I pali devono essere dimensionati in modo che gli stessi possano sopportare le sollecitazioni meccaniche rappresentate:

- 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.

La spinta del vento (kg/m^2) dovrà essere valutata in base alla Norma UNI-EN 40 e la verifica della stabilità dei sostegni potrà essere condotta secondo i calcoli contenuti nella Norma CEI 11-4 tenendo conto dei valori indicati (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; 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. I limiti di flessibilità dei pali e dei bracci devono essere tali da limitare a qualche centimetro lo spostamento dell'apparecchio di illuminazione sotto l'azione del vento e del proprio peso.

Spinta esercitata dal vento sui sostegni degli apparecchi di illuminazione stradale

Velocità del vento km/h		26	50	65	100	130
COMPONENTE	Palo e braccio  $S_{(m^2)} = l_{(m)} \times \phi_{(m)}$	2,88	10,65	18	42,6	72
	Apparecchio  S_{m^2}	1,2	4,44	7,50	17,75	30
	Scatola, quadro o similari  $S_{(m^2)} = h_{(m)} \times l_{(m)}$	4,8	17,75	71	71	120
		Spinta specifica in kg/m^2				

Le sollecitazioni sul palo e sul braccio dovranno non risultare superiori alle massime ammesse dalla tabella UNI 10011-64.

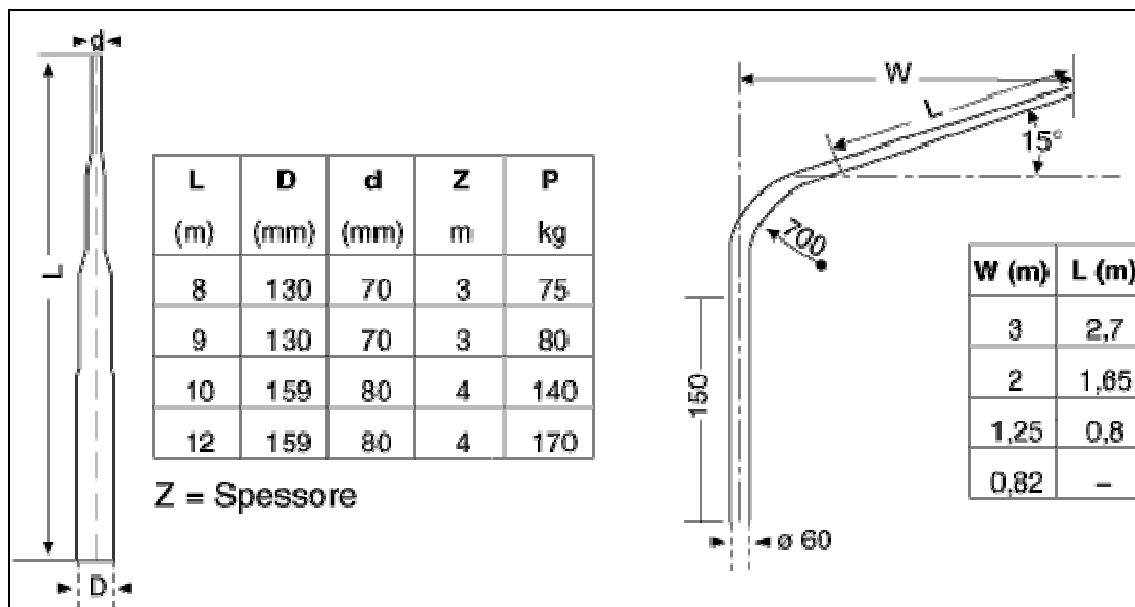


21.6.4 - Dimensionamento delle fondazioni

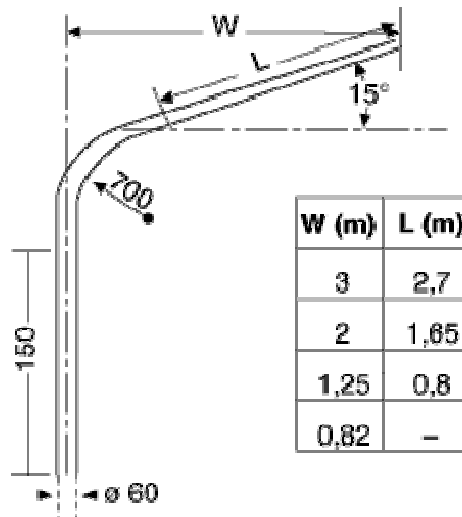
L'interramento dei pali, espresso in metri, non dovrà essere inferiore a $0,30 + 0,12 L$ dove L è la lunghezza totale del palo (m).

I pali devono avere fondazioni tali che il momento di stabilità, calcolato tenendo conto del peso del braccio e delle reazioni del terreno, non sia inferiore a 1,25 volte il momento di rovesciamento.

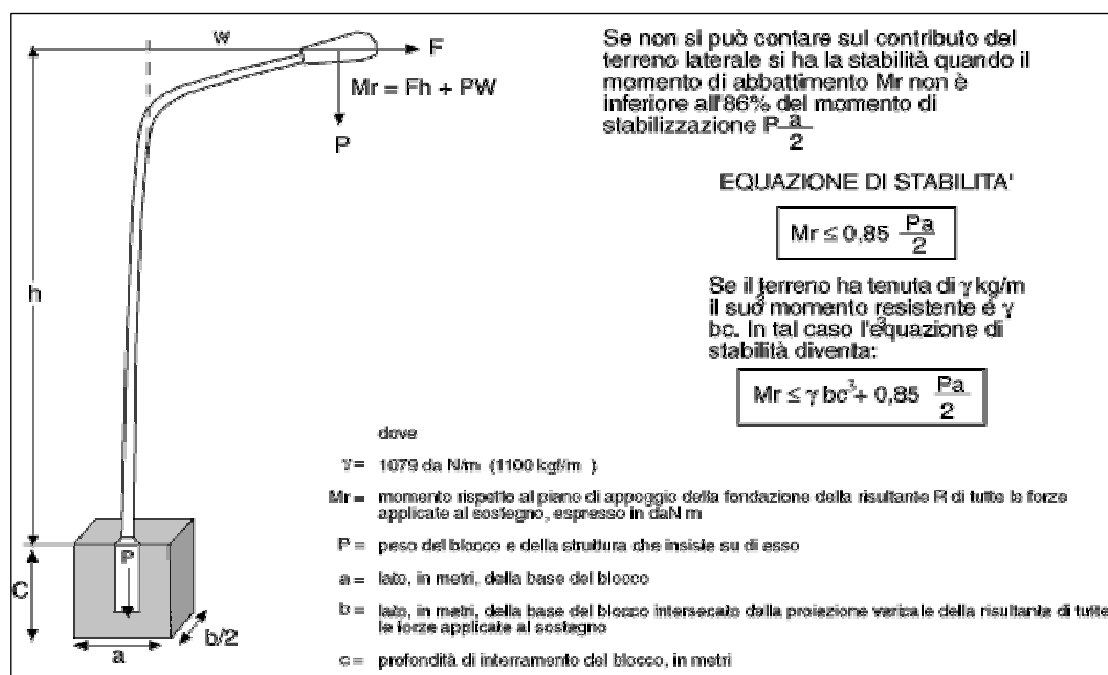
Dimensioni unificate dei pali tubolari rastremati più comunemente usati



Dimensioni unificate dei bracci

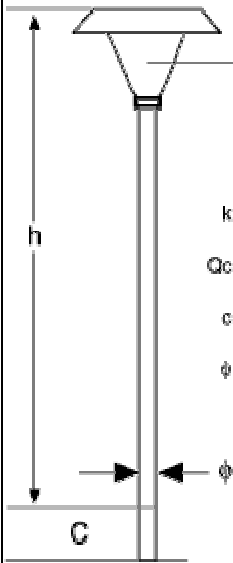


Fondazioni a blocco unico





Sostegno infisso direttamente nel terreno



h

Q_c

c

ϕ

Si ha la stabilità quando il volume del terreno da spostare è in grado di contrastare il momento di abbattimento $Q_c (h + \frac{c}{2})$

EQUAZIONE DI STABILITA'

$$Q_c \frac{(h + \frac{c}{2})}{\pi \frac{\phi c^2}{48} \times 10^4} \leq K$$

k = pressione sul terreno in daN / cm² (kgf / cm²)
(vedere la tabella)
 Q_c = tiro in daN (kgf) applicato al sostegno ad una altezza h , in metri, sul terreno
 c = profondità di interramento in metri
 ϕ = diametro del palo

Tipo di terreno	Pressione da N / cm ² (kgf / cm ²)
Ghiaia, sabbia, argilla asciutta compatta	3,9 (4)
Terreno vegetale consistente.....	2,0 (2)
Terreno di riporto, argilla umida sabbiosa....	1,0 (1)

21.6.5 - Criteri realizzativi

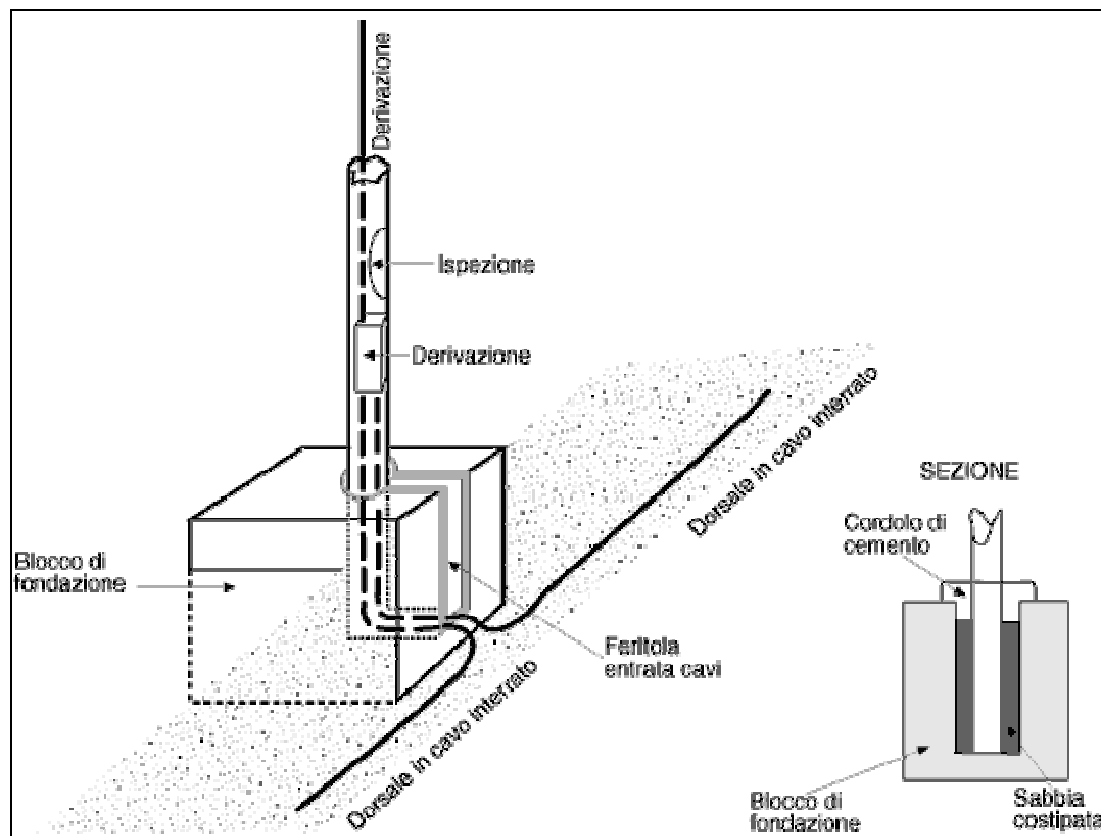
L'illuminazione stradale richiede, per evidenti motivi estetici, un buon allineamento degli apparecchi di illuminazione e la perfetta verticalità dei pali; è pertanto indispensabile che i plinti di fondazione siano disposti perfettamente in linea.

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'ingresso del cavo nel palo, come indicato in figura.

Particolare del blocco di fondazione con ingresso dei cavi nel palo





21.7 - Caratteristiche dei corpi illuminanti

I corpi illuminanti dovranno avere le seguenti caratteristiche:

APPLICAZIONE

- Illuminazione stradale

MATERIALI

- Attacco telaio e copertura in lega di alluminio pressofuso UNI EN1706. Verniciato a polveri
- Gruppo ottico in alluminio 99.85% con finitura superficiale realizzata con deposizione sotto vuoto 99.95%. (Alluminio classe A+ DIN EN 16268)
- Schermo in vetro piano temperato sp. 5mm elevata trasparenza
- Pressacavo in materiale plastico
- Guarnizione poliuretanica
- Chiusura con viti imperdibili in acciaio inox
- Peso max 7kg
- Colore RAL 7016 opaco satinato

CARATTERISTICHE MECCANICHE

- Resistenza termica e meccanica IK09 totale
- Superficie esposta max: laterale = 0,04 m²; pianta = 0,16 m²
- Montaggio braccio o testa palo Ø60mm, Ø42mm, Ø48mm, Ø76mm
- Inclinazione apparecchio: testa palo 0°, +5°, +10°, +15°, +20°, sbraccio +5°, 0°, -5°, -10°, -15°, -20°
- Cablaggio rimovibile
- Temperatura di esercizio -40°C/+50°C

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

- Classe di isolamento: II, I
- Grado di protezione minimo IP66
- Alimentazione: 220÷240V - 50/60Hz
- Sistemi di controllo opzionali: fisso, dimmerazione automatica, profilo di dimmerazione custom, flusso luminoso costante, telecomando punto/punto, interfaccia di dimmerazione digitale DALI, presa NEMA, presa ZHAGA
- Alimentatore elettronico ad alta efficienza in classe di isolamento II, corredato di test di compatibilità elettromagnetica (EMC) che garantisca il funzionamento con altri apparecchi elettronici, dotato di protezione termica, protezione contro il corto circuito e protezione contro le sovratensioni.
- FLC (Flusso Luminoso Costante)
- Fattore di potenza: >0,95 a pieno carico
- Vita sorgente LED (T_q= 25°C 500mA): ≥100.000hr L90B10, ≥100.000hr L90, TM21
- Protezione da sovratensioni: con scaricatore 10kV/10kV CM/DM
- IPEA: ≥ A+ in accordo con DM 27/09/2017 (C.A.M.)

CARATTERISTICHE ILLUMINOTECNICHE

- Ottiche "dedicate" con gruppo ottico in alluminio 99,85% e finitura superficiale realizzata con deposizione sotto vuoto 99,95% (Alluminio classe A+ DIN EN 16268):
 - Ottica asimmetrica ad emissione stretta per illuminazione stradale, urbana e ciclopeditone
 - Ottica asimmetrica ad emissione media per illuminazione stradale, urbana e ciclopeditone
 - Ottica asimmetrica per l'illuminazione di strade larghe urbane ed extraurbane
- Temperatura di colore: ≤ 4000K
- CRI ≥ 70
- Classe di sicurezza fotobiologica: EXEMPT GROUP
- Efficienza sorgente LED: 174 lm/W @ 400mA, T_j=85°C, 4000K



NORME DI RIFERIMENTO

- EN 60598-1, EN 60598-2-3, EN 62471, EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3
- Marcatura CE, ENEC
- Compatibile con la normativa UNI EN 10819 (Inquinamento luminoso)
- Certificazione Zhaga D4i luminaires

21.8 - Verifiche degli impianti

21.8.1 - Generalità

Prima di essere posto in esercizio l'impianto di illuminazione pubblica deve essere verificato mediante esami a vista e prove strumentali, al fine di accertare sia il buon funzionamento dell'impianto stesso che l'efficienza dei dispositivi di protezione.

Gli esami a vista comprendono le seguenti verifiche:

- a) corretta installazione dei dispositivi di sezionamento comando e protezione contro le sovracorrenti;
- b) corretto coordinamento fra i dispositivi di interruzione dell'alimentazione e la resistenza del dispersore;
- c) esistenza ed idoneità dei collegamenti di tutte le masse all'impianto di terra mediante conduttori di protezione (PE) con particolare riguardo alla sezione dei conduttori dell'impianto di terra;
- d) se la protezione contro i contatti indiretti è realizzata mediante componenti di classe II, in luogo delle ultime due verifiche si deve accertare la corretta scelta ed installazione dei componenti in modo che in ogni situazione siano realizzate le condizioni di doppio isolamento;
- e) esistenza di involucri protettivi idonei a realizzare i necessari gradi di protezione sia contro i contatti diretti che contro la penetrazione di corpi solidi e di acqua.

Le prove strumentali riguardano:

- a) la misura della resistenza di isolamento da terra;
- b) la misura della resistenza di terra;
- c) l'eventuale misura delle tensioni di contatto e di passo per impianti alimentati in sistema TN o a tensione superiore a 1000 V.

Per quanto riguarda la misura della resistenza di terra del dispersore valgono gli ordinari criteri applicabili agli impianti utilizzatori, compresa anche la misura della resistenza dell'anello di guasto.

21.8.2 - Misura della resistenza di isolamento da terra

La misura dovrà essere eseguita con l'impianto predisposto per il normale funzionamento, con l'interruttore generale aperto, ma con tutti gli apparecchi illuminanti inseriti.

Si dovrà utilizzare un megaohmmetro in grado di fornire una tensione di prova non inferiore a 500V, il valore misurato dovrà soddisfare la seguente relazione:

$$R > 2/(L+N) \text{ M}\Omega$$

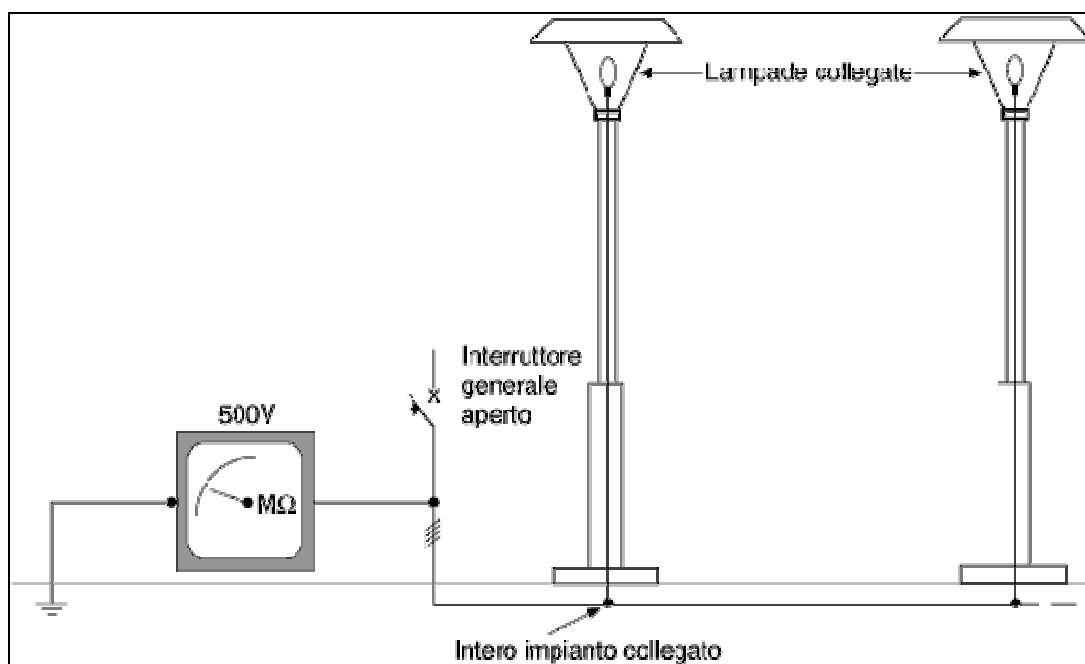
dove:

L è la lunghezza della linea in chilometri (con minimo di 1 km),

N è il numero degli apparecchi di illuminazione.

Se il valore misurato risulta inferiore a 0,5 MΩ, va ricercato il punto debole dell'isolamento.

Misura della resistenza di isolamento da terra

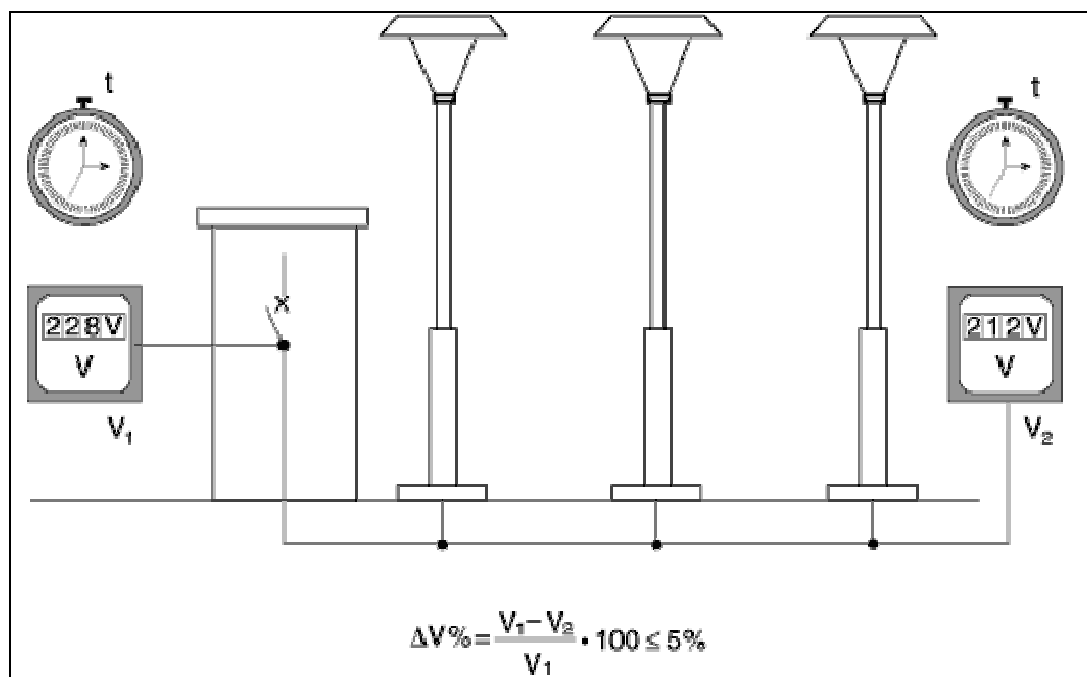


21.8.3 - Misura della caduta di tensione

La misura della caduta di tensione dovrà verificare che ad impianto funzionante la tensione misurata ai morsetti dell'apparecchio di illuminazione più lontano non sia inferiore al 95% della tensione contemporaneamente misurata all'origine dell'impianto a monte dell'interruttore generale.

Per ottenere risultati sufficientemente precisi si consiglia l'impiego di due voltmetri digitali, letti in sincronismo dall'operatore di cabina e da quello che si trova al termine dell'impianto, come illustrato in figura.

Misura della caduta di tensione con due voltmetri digitali





21.9 - Documentazione da consegnare a fine lavori

Alla fine dei lavori l'impresa installatrice dovrà consegnare i seguenti elaborati:

- a) dichiarazione di conformità del progetto illuminotecnico alla L.R. 31/15 con dichiarazione di progetto a "REGOLA D'ARTE"
- b) documentazione attestante il rispetto dei Criteri Ambientali Minimi per l'acquisto di APPARECCHI PER L'ILLUMINAZIONE PUBBLICA,
- c) dichiarazione di conformità dell'installazione alla L.R. 31/15,
- d) dichiarazione di conformità dei prodotti alla L.R. 31/15,
- e) certificato di conformità con attestazione di aver realizzato l'impianto in conformità al progetto approvato,
- f) certificato di conformità con attestazione di aver realizzato l'impianto in conformità alla Norma CEI 64-8,
- g) relazione tecnica di verifica secondo la Norma CEI 64.14 " Verifiche iniziali":
 - protezione dai contatti diretti secondo la Norma CEI 64-8,
 - protezione dai contatti indiretti secondo la Norma CEI 64-8,
 - contenimento della caduta di tensione entro il 5% come da Norma CEI 64-8,
 - livello d'isolamento dell'impianto secondo la Norma CEI 64-8,
- h) tavole progettuali eventualmente aggiornate,
- i) dichiarazione di conformità dei quadri alla Norma CEI 23-51 o Norma CEI 17-13/1,
- j) caratteristiche dei materiali installati e loro rispondenza alle Norme CEI e di legge applicabili.

La documentazione, debitamente firmata e timbrata dalla ditta installatrice, dovrà essere consegnata in triplice copia.



APPENDICE – A – REQUISITI TECNICO-PROFESSIONALI DEL PROGETTISTA

L'intervento ricade nell'ambito della L.R. 31/15 e del D.M. N.37/08.

IL PROGETTO deve essere redatto da un professionista iscritto ad un albo professionale nell'ambito delle proprie competenze ai sensi del D.M. N.37/08.

Il progetto deve essere depositato:

- a) presso gli organi competenti al rilascio di licenze di impianto o di autorizzazioni alla costruzione quando previsto dalle disposizioni legislative e regolamentari vigenti;
- b) presso gli uffici comunali, contestualmente al progetto edilizio, per gli impianti il cui progetto non sia soggetto per legge ad approvazione.

Il professionista incaricato per la redazione della progettazione esecutiva è in possesso, ai sensi dell'art. 34 del Codice dei contratti, dei requisiti previsti nel D.M. 27 settembre 2017 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (G.U. 18 ottobre 2017, n. 244, S.O. n. 49) e in modo particolare:

- È iscritto all'Ordine dei Periti Industriali, ramo elettrico, di Bergamo al nr. 1199;
- Ha svolto negli ultimi 5 anni prestazioni di progettazione o assistenza alla progettazione di impianti di illuminazione pubblica come libero professionista e che tali prestazioni comprendano uno o più progetti di realizzazione/riqualificazione energetica di impianti di illuminazione pubblica per un numero di punti luce complessivo pari o superiore a metà di quello dell'impianto da progettare;
- Non è dipendente e non ha in corso contratti subordinati o parasubordinati con alcuna ditta che produca/commercializzi/pubblicizzi apparecchi di illuminazione o sistemi di telecontrollo e telegestione degli impianti.



APPENDICE – B – REQUISITI TECNICO-PROFESSIONALI DELL'INSTALLATORE

I LAVORI devono essere affidati ad un'impresa installatrice o, per i lavori all'interno di una azienda non installatrice, ad un suo ufficio tecnico interno, abilitati ai sensi della legge 37/08 o dell'art. 5 del DPR 392/94.

Al termine dei lavori l'impresa o l'ufficio tecnico interno di azienda non installatrice deve inviare al committente e alla C.C.I.A.A. nella cui circoscrizione l'impresa installatrice o l'azienda ha sede la dichiarazione di conformità alla regola d'arte firmata dal rappresentante legale e dal responsabile tecnico ai sensi della legge 37/08, dell'art. 7 del DPR 447/91 e art. 4 del DPR 392/94, utilizzando il modello approvato con DM 20.2.1992.

Qualora nuovi impianti vengano installati in edifici per i quali è già stato rilasciato il certificato di abitabilità od agibilità, l'impresa installatrice o l'ufficio tecnico interno di azienda non installatrice deve depositare presso il Comune, entro 30 giorni dalla conclusione dei lavori, il progetto di rifacimento dell'impianto e la dichiarazione di conformità.

DOCUMENTAZIONE RICHIESTA ALLA DITTA INSTALLATRICE

Ad impianto elettrico ultimato, la Ditta appaltatrice dovrà fornire la seguente documentazione tecnica:

Dichiarazione di conformità secondo quanto prescritto dal D.M. N.37/08 e dalla L. 186/68.

- a) Documentazione di progetto esecutivo, contenente tutti gli schemi funzionali dei quadri elettrici e disegni planimetrici aggiornati all'esecuzione finale degli impianti,
- b) Elenco dei materiali installati e relativa documentazione tecnica attestanti le caratteristiche elettriche e la loro rispondenza alla normativa vigente,
- c) Manuale d'istruzione per la conduzione e la manutenzione dell'impianto elettrico,
- d) Dichiarazione attestante l'esito positivo delle prove come descritto nel capitolo relativo alle "Verifiche finali" del presente elaborato.



APPENDICE – C – GUIDA ALL'USO DELLA DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO E DELLA DOCUMENTAZIONE FINALE DELL'IMPIANTO

C1 – Premessa

Le indicazioni per l'uso della documentazione di progetto tengono conto della suddivisione attuata dalla Guida CEI 0-2 fasc. 6578 per i tre livelli di sviluppo del progetto.

C2 – Progetto di fattibilità tecnico - economica

La documentazione del progetto di fattibilità tecnica economica definisce le principali caratteristiche di qualità e di prestazione dell'impianto e ne individua gli aspetti più significativi, per studi di fattibilità, valutazioni sommarie dei costi e per lo sviluppo del successivo progetto definitivo. **Non può essere utilizzata per l'installazione dell'impianto.**

C3 – Progetto definitivo

La documentazione del progetto definitivo contiene gli elementi per la definizione e la valutazione dell'impianto elettrico, soprattutto ai fini del rilascio delle autorizzazioni amministrative, edilizie, ecc. **Non può essere utilizzata per l'installazione dell'impianto.**

C4 – Progetto esecutivo

La documentazione del progetto esecutivo definisce completamente l'impianto elettrico, fornendo tutti gli elementi, le indicazioni ed i particolari costruttivi per l'eventuale appalto e la realizzazione dell'impianto stesso.

C5 – Documentazione finale d'impianto

Comprende la documentazione finale di progetto (costituita dai documenti del progetto esecutivo con le eventuali variazioni avvenute in corso d'opera), l'eventuale documentazione tecnica integrativa e quella disponibile solo durante o dopo l'installazione (es. Relazione con la tipologia dei materiali (componenti) utilizzati, dichiarazioni di rispondenza di componenti elettrici a norme specifiche, documentazione relativa alle verifiche iniziali, ecc.).

Essa è utilizzata, ai sensi del D.M. N.37/08, quale allegato obbligatorio alla dichiarazione di conformità alla regola dell'arte, nonché, per le altre autorizzazioni (ISPESL, ASL, Vigili del Fuoco, ecc.).



APPENDICE – D – ALLEGATI



D.1 – ALLEGATO A – DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DEL PROGETTO ILLUMINOTECNICO –

Il sottoscritto PALA EROS PIER ANGELO con studio di progettazione con sede in via MORENGO n. 262 nel comune di PAGAZZANO Prov. BG c.a.p. 24040 tel. 0363 705555 fax 0363 705555 e-mail: info@studiopala.it iscritto all'Ordine/Collegio dei Periti Industriali e Periti Industriali Laureati n. iscrizione 1199 progettista dell'impianto di pubblica illuminazione (descrizione sommaria):

Adeguamento impianto di illuminazione pubblica Viale De Gasperi - nel comune di Gessate (MI)

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità che l'impianto è stato progettato in conformità alla legge della Regione Lombardia n. 31 del 05/10/15 "MISURE DI EFFICIENTAMENTO DEI SISTEMI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA CON FINALITÀ DI RISPARMIO ENERGETICO E DI RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO", avendo in particolare:

- ☐ riportato dettagliatamente nel progetto illuminotecnico esecutivo tutti gli elementi per una installazione corretta ed ai sensi della L.R. 31/15 e succ. integrazioni,
- ☐ rispettato le indicazioni tecniche della L.R. 31/15 e succ. integrazioni medesima, e realizzato una relazione illuminotecnica a completamento del progetto, che dimostri la completa applicazione della L.R. 31/15 medesima,
- ☐ seguito la normativa tecnica applicabile all'impiego e nello specifico la Norma **UNI 11248 Ott. 2012**: Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche **EN 13201-2 Sett. 2004**: Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali. e quindi di aver realizzato un progetto a "regola d'arte",
- ☐ corredato il progetto illuminotecnico della documentazione di seguito elencata:
 - relazione attestante il rispetto delle disposizioni di legge della L.R. 31/15 e succ. integrazioni,
 - calcoli illuminotecnici e risultati illuminotecnici (comprensivi di eventuali curve iso-luminanze e iso-illuminamenti),
 - dati fotometrici dei corpi illuminanti in formato tabellare numerico e cartaceo e sotto forma di file normalizzato Eulumdat (dati certificati e sottoscritti, circa la loro veridicità, dal responsabile tecnico del laboratorio di misura, certificato secondo standard di qualità, preferibilmente meglio se di ente terzo quale IMQ).

DECLINA

- ogni responsabilità per sinistri a persone o a cose derivanti da una esecuzione sommaria e non realizzata con i dispositivi previsti nel progetto illuminotecnico esecutivo,
- ogni responsabilità, qualora dopo averlo segnalato alla società installatrici, la stessa proceda comunque in una scorretta installazione, non conforme alla L.R. 31/15, dei corpi illuminanti. In tal caso il progettista si impegna a segnalarlo al committente - pubblico o privato - in forma scritta.

Data, 06-09-2022

Il progettista





D.2 – ALLEGATO B – CRITERI DI ESECUZIONE –

Nel rispetto dei Criteri Ambientali Minimi per l'acquisto di APPARECCHI PER L'ILLUMINAZIONE PUBBLICA, l'appaltatore dovrà alla fine dei lavori rilasciare la seguente documentazione:

CONDIZIONI DI ESECUZIONE		
POS	TIPOLOGIA DI CRITERIO	TIPO DI VERIFICA
	CONFORMITA' AL PROGETTO ILLUMINOTECNICO Al termine dell'installazione l'appaltatore deve: <ul style="list-style-type: none">- Rilasciare la dichiarazione di conformità dell'installazione stessa al progetto illuminotecnico- Verificare i consumi attesi e le prestazioni illuminotecniche come da progetto	L'appaltatore dovrà dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante dichiarazione del legale rappresentante resa nelle forme appropriate.
	GESTIONE RIFIUTI ELETTRONICI L'offerente deve assicurare il ritiro ed il trattamento a norma di legge delle apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) sostituite dai prodotti forniti. Ove richiesto, l'offerente deve assicurare anche il ritiro ed il trattamento a norma di legge RAEE i pezzi storici presenti presso la stazione appaltante	L'appaltatore dovrà dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante dichiarazione del legale rappresentante resa nelle forme appropriate.
	GESTIONE IMBALLAGGI L'offerente deve assicurare il ritiro di tutti gli imballaggi dei prodotti forniti e la loro gestione a norma di legge.	L'appaltatore dovrà dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante dichiarazione del legale rappresentante resa nelle forme appropriate.
	FORMAZIONE DEL PERSONALE DELLA STAZIONE APPALTANTE L'offerente, ove richiesto, deve provvedere, entro tre mesi dalla stipula del contratto, alla formazione del personale della stazione appaltante in merito a: <ul style="list-style-type: none">- Funzionamento e caratteristiche degli apparecchi d'illuminazione- Sistemi di regolazione del flusso luminoso e loro gestione nel rispetto dell'ambiente- Metodi di misura del flusso luminoso- Installazione degli apparecchi di illuminazione- Ricerca e soluzione dei guasti	L'appaltatore dovrà dimostrare il soddisfacimento del criterio mediante presentazione di un dettagliato programma del corso di formazione e mediante dichiarazione del legale rappresentante resa nelle forme appropriate.



D.3 – ALLEGATO C – ESEMPIO DI DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DEL PRODOTTO ALLA L.R. 31/15
E.S.M.I. –

CARTA INTESTATA PRODUTTORE – IMPORTATORE – LABORATORIO DI MISURA

Dichiarazione di Conformità alla L.R. 31/15 e s.m.i.

In riferimento alla richiesta nostro riferimento n. _____

Il Laboratorio: _____

Dichiara sotto la propria responsabilità che il prodotto della serie o modello:

[NOME PRODOTTO]

Dotato di fonte luminosa: [POTENZA E TIPO]

Laboratorio accreditato:

Testato nel Laboratorio	
Responsabile tecnico	

Parametri di prova:

Sistema di misura:	
Posizione apparecchio durante la misura:	

Apparecchio:

Tipo di Riflettore		Tipo di Schermo	
Parametri di Misura		Temperatura ambiente	
Tensione di Alimentazione		Frequenza	

Norme di Riferimento:

UNI10671	Misurazione dei dati fotometrici e presentazione dei risultati
PrEN 13032	Measurement and presentation of photometric data and luminaires
CIE 27	Photometry luminaires for street lighting
CIE 43	Photometry of floodlights
CIE 121	The photometry and goniophotometry of luminaires

Se installato come specificato nel foglio d'istruzioni, è conforme alla L.R. 31/15 e s.m.i. ed in particolare, come evidenziano i dati fotometrici rilasciati da codesto laboratorio, in formato tabellare numerico cartaceo e sotto forma di file eulmdat allegati alla presente, l'apparecchio nella sua posizione di Installazione ha un'intensità luminosa massima approssimata all'intero e per $\gamma \geq 90^\circ$ di 0 cd per 1000 lumen a 90° ed oltre.

[Luogo], [DATA]

Firma del responsabile tecnico del Laboratorio che ha emesso le misure

.....



D.4 – ALLEGATO D – ESEMPIO DI DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' ALLA L.R. 31/15 –

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' ALLA L.R. 31/15 E S.M.I.

Il sottoscritto _____ titolare o legale rappresentante della ditta
_____ operante nel settore _____
con sede in via _____ n. _____ CAP _____
comune _____ prov. _____ tel. _____

- ☐ iscritta nel registro delle ditte (R.D. 20/9/1934 n. 2011) della camera C.C.I.A.A. di _____ al n. _____
☐ iscritta all'albo provinciale delle imprese artigiane (legge 8/8/1985, n. 443) di _____ al n. _____
esecutrice dell'impianto (descrizione schematica): _____

inteso come:

- ☐ nuovo impianto
☐ manutenzione straordinaria
☐ trasformazione
☐ ampliamento
☐ altro _____

realizzato presso: _____ comune: _____

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità che l'impianto è stato realizzato in modo conforme alla legge della Regione Lombardia n. 31 del 05/10/15 " MISURE DI EFFICIENTAMENTO DEI SISTEMI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA CON FINALITÀ DI RISPARMIO ENERGETICO E DI RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO", tenuto conto delle condizioni di esercizio e degli usi a cui è destinato il luogo d'installazione, avendo in particolare:

- ☐ rispettato il progetto esecutivo predisposto da tecnico abilitato conforme alla L.R. 31/15;
☐ seguito le indicazioni dei fornitori per la conformità alla L.R. 31/15;
☐ seguito la normativa tecnica applicabile all'impiego _____;
☐ installato i componenti elettrici in conformità al D.M. 37/08 ed altre leggi vigenti;
☐ installato componenti e materiali costruiti a regola d'arte e adatti al luogo di installazione;
☐ controllato l'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità con esito positivo avendo eseguito le verifiche richieste dal committente, dalle norme e dalle disposizioni di legge.

Allegati:

- ☐ verifica dei consumi
☐ prestazioni illuminotecniche

DECLINA

ogni responsabilità per sinistri a persone o a cose derivanti da manomissione dell'impianto da parte di terzi ovvero da carenze di manutenzione o riparazione.

Data _____

Il dichiarante



D.5 – ALLEGATO E – DICHIARAZIONE A REGOLA D'ARTE (L. 186/68) –

DICHIARAZIONE DI REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA A REGOLA D'ARTE (L. 186/68)

Il sottoscritto _____ titolare o legale rappresentante della ditta
_____ operante nel settore _____
con sede in via _____ n. _____ CAP _____
comune _____ prov. _____ tel. _____ fax _____
P. IVA _____

iscritta nel registro delle ditte (R.D. 20/9/1934 n. 2011) della C.C.I.A.A. di _____ al n. _____
iscritta all'albo provinciale delle imprese artigiane (legge 8/8/1985, n. 443) di _____ al n. _____
esecutrice dell'impianto (descrizione schematica): _____

inteso come:

- ☐ nuovo impianto ☐ trasformazione ☐ ampliamento ☐ manutenzione straordinaria
☐ altro _____

realizzato presso _____ comune di _____

DICHIARA

sotto la propria responsabilità che l'impianto in oggetto è stato realizzato in modo conforme alla regola dell'arte e nel rispetto delle normative vigenti (L.186/68), tenuto conto delle condizioni di esercizio e degli usi a cui è destinata l'opera, avendo in particolare:

- ☐ rispettato il progetto redatto da: _____
☐ effettuato le prove strumentali di caduta di tensione dell'impianto con risultati inferiori dei valori massimi prescritti del 5% (CEI 64-8 V2 Sez.714);
☐ effettuato le prove strumentali di resistenza d'isolamento tra conduttori attivi e tra conduttori attivi e terra con risultati maggiori dei valori minimi prescritti di 0,5 MOhm a 500V (CEI 64-8 V2 Sez. 714);
☐ effettuato la prova dell'efficienza delle protezioni differenziali;
☐ realizzato l'impianto completamente in **CLASSE II** (privo di impianto di terra).

Allegati obbligatori:

- ☐ relazione con tipologia dei materiali utilizzati;
☐ schema planimetrico di impianto realizzato;
☐ schemi unifilari quadri elettrici realizzati;
☐ copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico professionali.

DECLINA

Ogni responsabilità per sinistri a persone o a cose derivanti da manomissione dell'impianto da parte di terzi ovvero da carenze di manutenzione o riparazione.

Data _____

Il dichiarante



D.6 – ALLEGATO F – DICHIARAZIONE DI VERIFICA DEI CONSUMI –

(APPALTATORE)

(LUOGO), (DATA)

OGGETTO: DICHIARAZIONE DEI CONSUMI

Con la presente si dichiara che i consumi a pieno regime dell'impianto di Pubblica Illuminazione installato _____

Ha i seguenti consumi elettrici:

QUADRO	LOCALIZZAZIONE	CONSUMI [l]			POTENZA [W]
		L1	L2	L3	
TOTALE					

(LEGALE RAPPRESENTANTE)



D.7 – ALLEGATO G – ESEMPIO DI DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE –

(APPALTATORE)

(LUOGO), (DATA)

OGGETTO: DICHIARAZIONE DELLE PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE

Con la presente si dichiara che le prestazioni illuminotecniche dell'impianto di Pubblica Illuminazione installato _____

sono le seguenti:

VIA	CLASS.	PARAMETRI								NOTE
		Cd/m ²	U0(%)	UI(%)	Ti(%)	TI(%)	SR	E	Emin	

(LEGALE RAPPRESENTANTE)