

ACCORDO OPERATIVO AI SENSI DELL'ART.38 L.R.24/2017
RIGENERAZIONE AD USO RESIDENZIALE DEL COMPARTO EX CASERME
Via Giardini - Modena

COMMITTENTE

CESA COSTRUZIONI S.r.l.
Via Quintino Sella n.3
20121 Milano (MI)
C.F. e P.IVA 01982540369

PROGETTISTI E CONSULENTI**COORDINAMENTO DI PROGETTO, PROGETTAZIONE URBANISTICA,
PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA**

aTEAM Progetti Sostenibili
Via Torre 5 - 41121 Modena
email: info@ateamprogetti.com
tel. +39 059 7114689
Arch. Lucia Bursi, Arch. Elena Fiocchi, Mirco Sileo

**CONSULENZA GEOLOGICA, IDRAULICA E SISMICA**

Dott. Geol. Valeriano Franchi
Viale Caduti in Guerra 1 - 41121 Modena
email: valerianofranchi@gmail.com
tel. +39 335 6611883

PROGETTO DEL VERDE

Dott. Paolo Filetto
email: paolovincenzo.filetto@gmail.com
tel. 339 5910874

PROGETTAZIONE OPERE DI URBANIZZAZIONE E OPERA PUBBLICA

Ingegneri Riuniti
Via G. Pepe, 15 - 41126 Modena
e-mail: info@ingegneririuniti.it
Tel. 059.33.52.08 - Fax 059.33.32.21
OOUU: Dott. Ing. Federico Salardi, Dott.sa Ing. Erica Guasconi
Opere stradali: Dott. Ing. Lorenzo Ferrari, Dott. Ing. Davide Galliani

**CONSULENZA ACUSTICA, QUALITA' DELL'ARIA E MOBILITA'**

Praxis Ambiente Srl
Via Canaletto Centro 476/A - 41121 Modena
email: info@praxisambiente.it
tel. +39 059 454000
Dott. Carlo Odorici - Ing. Roberto Odorici

**CONSULENZA ARCHEOLOGICA**

AR/S Archeosistemi S.C.
Via Nove Martiri 11/A - Reggio Emilia (RE)
email: barbarasassi@archeosistemi.it
tel. +39 0522 532094
Dott.ssa Barbara Sassi



NOME FILE:		ELABORATO DA:	APPROVATO DA:	OGGETTO:
Copertine		FS	FS	Accordo Operativo ai sensi dell'art.38 L.R.24/2017 Rigenerazione ad uso residenziale del comparto Ex Caserme di Via Giardini
CARTELLA:		PROTOCOLLO:		TITOLO ELABORATO:
p:\2082fs\01_pr\02_definitivo\viabilità\lavoro		000		Relazione illuminotecnica
REV.	DATA	NOTE		CODICE ELABORATO:
				GIA_AO_PU_IS_03
COLLABORATORI				SCALA:
Ing. Federico Salardi				DATA:
				03/05/2024



Sommario

1. Premessa.....	2
2. Normativa di riferimento impianto illuminazione	4
3. Prescrizioni alle Norme CEI 64-8 – Sez. 714.....	4
4. Caratteristiche tecniche generali impianti	6
4.1. Tubi protettivi.....	6
4.2. Cavi e conduttori.....	7
4.3. Apparecchi illuminanti.....	7
4.4. Cassette di sezionamento o derivazione.....	8
4.5. Palificazioni in acciaio.....	8
5. Prescrizioni illuminotecniche – Normativa	8
5.1. Allegato F della Terza Direttiva	10
5.2. Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi obbligatoria.	11
5.3. Categoria illuminotecnica di progetto.	12
5.4. Categoria illuminotecnica di esercizio.	15
5.5. Ulteriori criteri da considerare per una corretta progettazione.....	15
6. CLASSIFICAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO E CALCOLI ILLUMINOTECNICI	15
6.1. Definizione della categoria illuminotecnica di ingresso.....	15
6.2. Definizione della categoria illuminotecnica di progetto.	16
6.3. Riferimento percorsi ciclopeditoni	18
7. VERIFICHE.....	18

1. Premessa

La presente relazione viene redatta a corredo della presentazione della proposta di accordo operativo inerente la riqualificazione urbana del Comparto Ex Caserme ubicato lungo la Via Giardini, nella parte sud ovest del territorio urbanizzato della città di Modena e che fa parte del cosiddetto Rione 08 Saliceta San Giuliano – Villaggio Zeta

Parte dell'accordo prevede la realizzazione di una nuova infrastruttura stradale fuori comparto di collegamento tra Via Giardini e Stradello San Giuliano, costituita da due rotatorie di innesto alla viabilità esistente e da una carreggiata a due corsie a doppio senso di marcia affiancata da una pista ciclabile (a Sud) e da un percorso pedonale (a Nord).

Le opere in progetto richiedono la progettazione di un nuovo impianto di illuminazione e l'adeguamento laddove si andrà ad operare all'intersezione di viabilità preesistenti.

Le tipologie impiantistiche, ed i relativi requisiti funzionali, saranno adottati sia nel rispetto delle normative vigenti sia a seguito della necessità di collocare le componenti d'impianto in modo da rispettare la realtà architettonica e funzionali dell'area interessata all'intervento sia rispettando le specifiche tecniche costruttive degli enti distributivi e delle prescrizioni derivate dai vari enti locali. L'obiettivo principale per il quale si dimensiona l'impianto di illuminazione è quello di assicurare a chiunque vi transiti, durante le ore serali e notturne, un'adeguata performance e comfort visivo, nonché un senso di sicurezza. Ciò si ottiene, quando l'illuminazione rende possibile al conducente di un'autovettura una corretta verifica del tracciato che si appresta a percorrere ed una veloce identificazione di eventuali pericoli od ostacoli che dovessero trovarsi lungo il percorso con particolare riferimento alle intersezioni stradali e agli attraversamenti pedonali e/o alle aree di passaggio.

Inoltre, sempre dal punto di vista illuminotecnico, una intersezione stradale e/o un raccordo tra due strade può essere considerata un insieme di zone di conflitto, identificabili come:

- zone di intersezione o attraversamento;
- zone di diversione o uscita;
- zone di immissione.

Le caratteristiche fotometriche considerate importanti in un impianto di illuminazione pubblica sono le seguenti:

- livello di illuminamento sulla strada;
- uniformità nella distribuzione dell'illuminamento sulla strada;
- controllo dell'abbagliamento;
- resa di colore adeguata.

Tali caratteristiche dipendono, tra l'altro, anche dal flusso di traffico previsto nella strada da calcolare. Per rispettare quanto sopra descritto l'impianto di illuminazione previsto fornirà obbligatoriamente le seguenti prestazioni:

- illuminare il piano stradale con un adeguato livello di illuminamento e di uniformità;
- la luce possederà un angolo di incidenza rispetto al piano di visuale del conducente tale da fornire una elevata visibilità del tracciato;
- utilizzo di corpi illuminanti adeguati con lampade aventi una resa di colore adeguata in base all'area presa in oggetto e con ottiche CUT-OFF tali da rispettare le prescrizioni della normativa UNI 11248, UNI EN 13201 , della Legge Regione Emilia Romagna n° 19/2003 “norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico”, della DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 12 NOVEMBRE 2015, N. 1732 recante la terza direttiva per l'applicazione dell'art. 2 della legge regionale 29 settembre 2003, n. 19 riguardante la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.

Il presente documento descrive la metodologia di dimensionamento seguita nella progettazione esecutiva degli impianti di illuminazione.

Le indicazioni di tipi e marche commerciali dei materiali nel presente documento e negli altri elaborati di progetto, sono da intendersi come dichiarazione di caratteristiche tecniche.

L'Appaltatore dovrà, prima di fornire ciascun equipaggiamento, garantire la corrispondenza meccanica ed elettrica dei materiali previsti. Sono ammessi altri tipi e marche, rispetto a quanto indicato a progetto, purché equivalenti, su dimostrazione scritta del fornitore e approvati dalla D.L. e dal gestore del servizio.

È quindi completa responsabilità dell'Appaltatore la scelta dei singoli componenti e sarà a suo carico la sostituzione di eventuali componenti non appropriati. Prodotti non in commercio al momento dell'Appalto potranno essere sostituiti con altri di caratteristiche equivalenti, previa approvazione della D.L.

La sezione di incastro dei pali metallici con formazione di calcestruzzo non affiorante dal terreno dovrà essere protetta adeguatamente dalla corrosione mediante una fascia catramata e ricoperte di un collare in cls. L'altezza minima sulla carreggiata di una qualsiasi parte di impianto deve essere almeno di 6 m. Altezze minori possono essere adottate in casi particolari, previa autorizzazione del proprietario della strada.

2. Normativa di riferimento impianto illuminazione

Gli impianti e tutti i componenti elettrici installati dovranno essere costruiti in osservanza a quanto dettato dal D.M. 37/08. In particolare, tutti i componenti e i materiali utilizzati per adeguare l'impianto saranno completi di Marcatura CE richiesto, o comunque certificati a catalogo dal costruttore (marchio IMQ).

Gli stessi presenteranno caratteristiche di idoneità all'ambiente di installazione e saranno conformi alle Norme di Legge e ai Regolamenti vigenti di uso generale, in particolare alle Norme CEI e relative varianti in materia di impianti elettrici.

Tutti i materiali e gli apparecchi previsti negli impianti di illuminazione esterna a progetto sono idonei all'ambiente in cui sono installati e presenteranno caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

3. Prescrizioni alle Norme CEI 64-8 – Sez. 714

a) Protezione da contatti diretti (Norme CEI 64-8 - Art. 714.412)

La Norma CEI 64-8 Sez. 714 stabilisce che per la protezione da contatti diretti è necessario adottare le seguenti soluzioni impiantistiche:

- Grado di protezione IPXXB solo per i componenti installati a 3 metri o più dal suolo (Ex IP2X).
- Grado di protezione IPXXD (Ex IP4X) per i soli componenti installati a meno di 3 metri.
- Gli apparecchi d'illuminazione stradale muniti di coppa di chiusura delle lampade dovranno avere un grado di protezione IPXXD.
- L'apertura degli involucri per organi d'esercizio dovrà essere possibile solo mediante attrezzi e si raccomanda di provvedere sino a tre metri di altezza, sistemi di chiusura degli involucri richiedenti l'uso di utensili non comuni (chiavi per bulloni a testa triangolare, chiave a brugola ecc.)

b) Protezione contro i contatti indiretti (Norme CEI 64-8 - Art. 714.413)

Per quanto riguarda la protezione da contatti indiretti per impianti appartenenti al gruppo "B", individuazione con tensione di alimentazione inferiore a 1.000 V in corrente alternata con la seguente metodologia:

- Impiego di componenti di classe II (doppio isolamento) e perché tale sistema non richiede la messa a terra dei sostegni è necessario siano dotate di cavi con guaina con tensione normale almeno pari a 750/1.000 V e la tensione di tenuta verso massa di tutti i componenti non deve essere inferiore a 4.000 V.
- Inoltre i cavi fanno capo a morsettiera contenuta in scatole di derivazione di classe II e che anche gli apparecchi siano di classe II.

- Tale soluzione è da adottare per l'alimentazione dell'asse stradale composto da apparecchi illuminanti di classe II.
- Messa a terra e interruzione per l'alimentazione per sistemi TT.
- La resistenza di terra unica di tutto l'impianto sarà poi a sua volta coordinata con il valore d'intervento della corrente del differenziale preposto all'interruzione automatica del circuito, al fine di ottemperare la relazione:

$$R_a I_a \leq 50 \text{ V}$$

Secondo le Norme CEI 64-8 Art. 413.1.4.2:

- R_a = è il valore più elevato della resistenza di terra dei singoli dispersori o la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse (ohm)
- I_a = è il valore della corrente d'intervento degli organi di protezione (A)
- 50V = è il valore della tensione di contatti limite (V).

c) Resistenza d'isolamento verso terra (Norme CEI 64-8 - Art. 714.311)

La resistenza dell'isolamento dell'intero impianto preposto per il normale funzionamento con l'interruttore generale aperto, ma con tutti gli apparecchi illuminanti inseriti deve ottemperare la seguente relazione:

$$R_{iso} = \frac{2 U_o}{L+N} \quad \text{dove:}$$

U_o = è la tensione normale verso terra in kV

L = è la lunghezza complessiva dei conduttori in Km.

N = è il numero delle lampade del sistema

Il valore dell'isolamento con tensione di prova applicata di 500V non deve essere inferiore a **0,5 MΩ** (cautelativo).

d) Caduta di tensione a fondo linea (Norme CEI 64.8 - Art. 714.525)

Secondo le Norme CEI 64.8 Sez. V2 art. 714.525 la caduta di tensione fondo linea non deve superare il 5% della tensione misurata sul Quadro di alimentazione, ma nello specifico caso tale valore non dovrà essere superiore al 2,5% per consentire eventuali ampliamenti.

e) Protezione della sezione d'incastro delle strutture metalliche

La sezione di incastro dei pali metallici con formazione di calcestruzzo non affiorante dal terreno, dovrà essere protetta adeguatamente dalla corrosione mediante una fascia catramata e ricoperta di un collare in cls.

f) Altezza minima degli impianti sulla carreggiata

L'altezza minima sulla carreggiata di una qualsiasi parte di impianto deve essere almeno di 6 m. Altezze minori possono essere adottate in casi particolari, previo autorizzazione del proprietario della strada.

g) Distanziamenti dei sostegni e degli apparecchi di illuminazione dei conduttori di linee esterne

Per i distanziamenti dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dei conduttori o linee elettriche non devono essere inferiori a:

- 1 m di conduttori di classe 0 e 1;
- $3 + 0,015U$ m dei conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea espressa in kV.

4. Caratteristiche tecniche generali impianti

Tutte le forniture dovranno avere le caratteristiche tecniche richieste dal progetto e dalle direttive prescritte dalla Direzione Lavori e dovranno essere poste in opera a perfetta regola d'arte, corredate da tutti gli accessori necessari anche se non specificatamente indicati.

Particolare cura dovrà essere posta da parte della ditta aggiudicataria nel disporre le suddette forniture in modo che ne risulti una realizzazione ordinata ed esteticamente accettabile e questo anche per le parti non in vista. I materiali e le apparecchiature da usare nella esecuzione degli impianti elettrici dovranno essere tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e dovute all'umidità alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio.

I materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle Norme CEI e alle tabelle di unificazione CEI - UNEL ove queste esistono.

La rispondenza dei materiali e delle apparecchiature alle prescrizioni di tali Norme e tabelle deve essere attestata dal Marchio IMQ e dalla certificazione della ditta costruttrice.

Tutti i materiali impiegati nella realizzazione degli impianti dovranno essere costruiti da ditte classificate ISO 9002 come prescrive la circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 2357 del 16.05.1996.

4.1. Tubi protettivi

Dovranno essere in polietilene rigido o flessibile, rispondenti alle Norme CEI 23-8 e tabella UNEL 3118, con prova allo schiacciamento non inferiore a Kg 200/dm., tipo RK15/200 per tutti gli impianti interrati. Le tubazioni interrate flessibili saranno del tipo a doppia parete con interno liscio ed esterno corrugato.

Non sono ammesse in ogni caso, tubazioni con diametro interno inferiore ai 50 mm; l'impiego di curve stampate prefabbricate e di derivazione a "T" e/o giunzioni non ispezionabili. Tutte le derivazioni dovranno essere eseguite solamente mediante apposite cassette di derivazione (se con tubi a vista) ed entro pozzetti per i cavidotti interrati.

Le lunghezze e le dimensioni dovranno essere verificate all'atto dell'installazione in modo da assicurare in ogni caso, un'agevole sfilabilità dei conduttori. Il coefficiente di riempimento dei tubi non dovrà superare lo 0,6. I cavidotti devono essere posati con cura su un letto di sabbia e debitamente ricoperte di magrone come da tipici allegati al progetto.

4.2. Cavi e conduttori

- I cavi da impiegare negli impianti d'illuminazione pubblica lungo le tubazioni interrate dovranno essere del tipo FG16(O)R 600/1.000 V in esecuzione unipolare o multipolare e posati entro tubazioni in PVC interrate e del tipo non propagante l'incendio secondo le Norme CEI 20-22 II e 20-37.
- Per il cablaggio delle apparecchiature contenute nel quadro elettrico si potranno utilizzare conduttori N07V-K del tipo non propagante l'incendio secondo le Norme CEI 20-22 II.
- Per le derivazioni dalla linea principale ai singoli apparecchi illuminanti dovranno essere utilizzati cavi multipolari del tipo del tipo FG16(O)R sempre in esecuzione interrata o entro tubazioni e palificazioni.

4.3. Apparecchi illuminanti

Tutti gli apparecchi illuminanti impiegati dovranno rispondere alle Norme CEI 34-21 ed avere un grado di protezione minimo IP65 e certificati al fine della prevenzione dell'inquinamento luminoso, secondo la L.R. dell' Emilia Romagna n°19/2003 e s.m.i. ed in particolare dovranno essere a led, avere classe di isolamento II, essere dotati di un dispositivo con "autoapprendimento" (mezzanotte virtuale) che per mezzo di un commutatore elettronico permette di programmare sia l'ora di intervento della riduzione che la sua durata nel tempo. Dovranno inoltre avere le caratteristiche costruttive riportate negli elaborati grafici di progetto.

Alla fine dei lavori, se verranno installati apparecchi e/o curve illuminotecniche diverse da quelle implementate nella relazione di calcolo illuminotecnico allegato al progetto, dovrà essere ripresentato, in allegato alla documentazione as built, un nuovo calcolo illuminotecnico prendendo in considerazione le caratteristiche fotometriche degli apparecchi illuminanti effettivamente forniti.

Tali calcoli saranno redatti dall'impresa costruttrice e confermando le caratteristiche dei corpi illuminanti e la loro rispondenza e/o conformità alla Legge 19/2003 della Regione Emilia Romagna e s.m.i.

Tale considerazione risulta valida per tutte le installazioni poste all'esterno. Particolari esigenze saranno evidenziate nelle tavole progettuali del progetto esecutivo e sugli altri allegati progettuali. Le soluzioni costruttive degli impianti di pubblica illuminazione scelti per le opere in progetto sono

Viabilità:

- palo in acciaio a sezione circolare (114x3 mm) realizzato in un unico tratto (h 8.m f.t.),
- armatura stradale modello Aec ITRON .;
- protezione dai contatti indiretti in classe II;
- armatura a led con varie configurazioni e potenze a seconda delle aree da illuminare (si veda elaborati grafici o calcoli illuminotecnici)

4.4. Cassette di sezionamento o derivazione

Le cassette dovranno essere del tipo previsto dal Gestore e dovranno essere fornite e poste in opera corredate di tutta la necessaria apparecchiatura interna, pali, morsetti di linea o di derivazione, bullone per la messa a terra, basi portafusibili, fusibili di adeguata taratura, tali da fornire le migliori garanzie di sicurezza elettrica e meccanica. Le eventuali cassette poste sotto il piano stradale e nei pozzetti dovranno essere sempre miscelate o paraffinate. I pressacavi d'entrata per le cassette, dovranno garantire l'assoluta impermeabilità all'acqua.

4.5. Palificazioni in acciaio

I pali per i punti luce saranno in acciaio a sezione circolare realizzato in un unico tratto. Asola ingresso cavi e asola per morsettiera con finitura dei bordi del taglio idonea anche per l'applicazione di portella incassata a filo palo. Zincatura a caldo secondo la norma UNI EN ISO 1461 e successiva spazzolatura per garantire una perfetta finitura superficiale. Verniciatura a polveri poliestere.

Di seguito le caratteristiche tecniche dei pali

Il palo è zincato a caldo secondo le norme UNI EN ISO 1461. I pali saranno dotati di marcatura CE.

5. Prescrizioni illuminotecniche – Normativa

Le Norme UNI forniscono le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificata e definita in modo esaustivo nelle Norme UNI 13201-2 mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica. Le Norme si basano, nei loro principi fondamentali,

sui contenuti scientifici del rapporto tecnico CIE 115 e recepiscono i principi di valutazione dei requisiti illuminotecnici previsti nel rapporto tecnico CEN/TER 13201-1.

A tal fine introducono il concetto di parametro di influenza e la richiesta di valutazione dei rischi da parte del progettista.

Le Norme UNI 11248 individuano le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada ed in particolare:

- indicano come classificare una zona esterna destinata al traffico ai fini della determinazione della categoria che le compete;
- forniscono la procedura per la selezione nella categoria illuminotecnica che compete alla zona classificata;
- identificano gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale ed attraverso la valutazione dei rischi, permette il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale;
- forniscono prescrizioni sulle griglie di calcolo per gli algoritmi delle Norme UNI EN 13201-3 e le misurazioni in loco tratte dalle Norme UNI EN 13201-4.

I parametri individuati nelle presenti Norme consentono di identificare una categoria illuminotecnica conoscendo:

- la classe della strada nella zona di studio
- la geometria della zona di studio
- l'utilizzazione della zona di studio
- l'influenza dell'ambiente circostante

Inoltre, consentono di adottare le condizioni di illuminazione più idonee, in base allo stato attuale delle conoscenze, perseguendo anche un uso razionale dell'energia e con il contenimento del flusso luminoso disperso.

La regione Emilia Romagna con l'emanazione della Terza Direttiva per l'applicazione dell'art. 2 della legge regionale 29 settembre 2003, n. 19 recante: "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico ha dettato criteri, indicazioni tecniche e procedurali ed indirizzi per la sua corretta applicazione. In particolare, la direttiva ha dettato le specifiche di cui devono essere dotati gli apparecchi di illuminazione e che devono avere gli impianti.

Gli apparecchi di illuminazione devono

- emettere luce verso l'alto, cioè poter dimostrare di avere nella loro posizione di installazione, per almeno $\gamma \geq 90^\circ$, un'intensità luminosa massima compresa tra 0,00 e 0,49 cd/klm..

- rispondere a determinati requisiti di prestazione energetica, cioè possano dimostrare di avere un Indice IPEA corrispondente alla "classe C" o superiore. La prestazione energetica dell'apparecchio deve essere dichiarata dal produttore.
- essere ritenuti sicuri dal punto di vista fotobiologico, e cioè siano conformi alla Norma EN 60598-1:2015.

Gli impianti devono

- rispondere a determinati requisiti di prestazione energetica, cioè possano dimostrare di avere un Indice IPEI corrispondente alla "classe B" o superiore.
- soddisfare i parametri illuminotecnici di riferimento di cui all'ALLEGATO F, con una tolleranza massima accettabile solo in eccesso del +20%. Nei casi di ambiti non stradali, in cui non sia possibile pervenire ad una classificazione illuminotecnica dell'ambito considerato, gli impianti devono garantire un valore di illuminamento medio minimo mantenuto non superiore a 15 lux.
- essere dotati di dispositivi in grado di ridurre di almeno il 30% la potenza impiegata dall'impianto, qualora le condizioni di utilizzo della strada lo permettano e senza comprometterne la sicurezza o il rispetto dei parametri illuminotecnici.
- essere dotati di orologi astronomici il cui orario di accensione/spegnimento segua gli orari ufficiali di alba e tramonto del luogo di installazione, con un ritardo massimo dell'accensione o un anticipo massimo dello spegnimento pari a 20 minuti. Deve comunque essere garantito, per gli impianti accesi durante l'arco dell'intera notte, un funzionamento (lampade accese) annuo minimo non inferiore a 4000 ore. Per motivi di sicurezza il gestore dell'impianto può valutare l'opportunità di aggiungere un dispositivo di tecnologia adeguata (es. crepuscolare), al fine di garantire l'accensione degli impianti anche in particolari condizioni di anomala scarsa luminosità o per ovviare a malfunzionamenti dell'orologio astronomico.
- Garantire un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti non inferiore al valore di 3,7. Sono consentite soluzioni alternative solo in presenza di ostacoli quali alberi o in quanto funzionali a garantire prestazioni migliori dell'impianto.

5.1. Allegato F della Terza Direttiva

L'allegato F definisce le prestazioni illuminotecniche minime che gli impianti di illuminazione esterna devono rispettare al fine di garantire l'adeguato effetto visivo riferito all'ambito considerato e al contempo fornire il giusto comfort percettivo.

In particolare, al comma 2 valuta l'illuminazione **degli ambito stradali** ovvero dell' "area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali". L'identificazione dei parametri progettuali per la sua illuminazione avviene attraverso gradi successivi di

approfondimento, che devono essere obbligatoriamente valutati nella loro pertinenza e necessità dal progettista e che determinano.

In particolare, interessano la

1. la definizione di una categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi obbligatoria;
2. la definizione di una categoria illuminotecnica di progetto;
3. la definizione di una categoria illuminotecnica di esercizio.

5.2. Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi obbligatoria.

La definizione della Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi obbligatoria è determinata considerando esclusivamente la classificazione della strada,

In mancanza di strumenti urbanistici adeguati (come ad esempio il PUT), il progettista illuminotecnico può proporre sempre su indicazioni del committente o del proprietario/gestore della strada – una classificazione di massima, sulla scorta dei riferimenti normativi e legislativi esistenti; in questo caso è comunque il committente o il proprietario/gestore a farsi carico dell'onere della scelta della classificazione della strada.

in relazione al tipo di strada, individuare con l'ausilio della Tabella 1, la categoria illuminotecnica di ingresso.

Tab.1: Categoria illuminotecnica di *ingresso* per l'analisi dei rischi obbligatoria, in relazione al tipo di strada.

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limite di velocità (km/h)	Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi obbligatoria
A1	Autostrade extraurbane	130-150	M1
	Autostrade urbane	130	
A2	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70-90	M3
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M3
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	M4
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) (1)	70-90	M3
	Strade extraurbane secondarie	50	M4
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	M3
D	Strade urbane di scorrimento (2)	70	M3
		50	
E	Strade urbane di interquartiere	50	M3
	Strade urbane di quartiere	50	
F(3)	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) (1)	70-90	M3
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	P3
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C4
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C5/P3 (3)
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C5/P3 (3)
	Strade locali interzonali	50	
		30	
F bis	Itinerari ciclo-pedonali (4)	--	P3
	Strade a destinazione particolare (1)	30	P3

Si specifica che la categoria così individuata presuppone il possesso del livello base, dei parametri di influenza di cui alla Tabella 5 dell'allegato F.

Una volta identificate le categorie è possibile identificare tali classi con le classi ME/CE/SE indicate dalla norma EN 13201-2 attraverso le seguenti Tabelle 2, 3 e 4 di codifica

Tab.2 Codifica delle categorie illuminotecniche M con quelle ME identificate dalla EN 13201-2

Categoria	Classe EN 13201-2
M1	ME1
M2	ME2
M3	ME3b
M4	ME4a
M5	ME5
M6	ME6

Tab.3 Codifica delle categorie illuminotecniche C con quelle CE identificate dalla EN 13201-2

Categoria	Classe EN 13201-2
C0	CE0
C1	CE1
C2	CE2
C3	CE3
C4	CE4
C5	CE5

Tab.4 Codifica delle categorie illuminotecniche P con quelle SE identificate dalla EN 13201-2

Categoria	Classe EN 13201-2
P1	S1
P2	S2
P3	S3
P4	S4
P5	S5
P6	S6

I parametri di riferimento per le categorie sopra indicate (es. LM, U0 , UI , ecc.) sono riportati nella Norma EN 13201-2.

5.3. Categoria illuminotecnica di progetto.

La definizione di una categoria illuminotecnica di progetto, è determinata modificando la categoria illuminotecnica di ingresso in base **all'effettivo valore di parametri di influenza considerati** nella **valutazione dell'analisi dei rischi obbligatoria**. Tale lavoro è responsabilità del progettista, che individua i parametri di influenza applicabili e definisce la categoria di progetto attraverso una valutazione dei rischi, evidenziando i criteri e le fonti d'informazione che giustificano le scelte effettuate.

In pratica il progettista, definita la categoria illuminotecnica di ingresso sulla base del tipo di strada, e consapevole che tale categoria presuppone il **possesso del livello base dei parametri di**

influenza di cui alla **Tabella 5**, deve pervenire alla definizione della categoria illuminotecnica di progetto attraverso un'analisi dei rischi (obbligatoria) della zona di studio.

Analisi dei rischi.

Consiste nella valutazione reale del livello dei parametri di influenza per garantire la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada, minimizzando al contempo, i consumi energetici, i costi d'installazione e di gestione e di impatto ambientale. L'analisi dei rischi deve essere necessariamente firmata dal progettista.

Il progettista, nei casi normali, prende in considerazione i parametri di influenza indicati in Tabella 5 e ne valuta il reale livello, confrontandolo con quello indicato come livello base. In caso di differenza, applicherà la relativa riduzione/aumento della categoria illuminotecnica evidenziata in **Tabella 6**.

Nei casi più complessi (es. incroci e svincoli tra strade molto trafficate, o situazioni di conflitto particolarmente pericolose) il progettista deve valutare l'importanza locale di ulteriori parametri di influenza rispetto a quelli elencati in Tabella 5 avvalendosi anche di dati statistici.

Tab.5 Livello base dei parametri di influenza considerati nella definizione della categoria di ingresso per l'analisi dei rischi di cui alla Tabella 1

Parametri di influenza	Tipo di strada							
	A1	A2	B	C	D	E	F	F bis
Flusso di traffico	elevato							
Complessità campo visivo	elevata	normale	-			normale	-	
Zone di conflitto	-		non cospicue					-
Dispositivi rallentatori	-					assenti	-	
Rischio aggressione	-					normale	-	
Pendenza media	-							≤ 5%
Livello luminoso dell'ambiente	-							Ambiente Urbano
Pedoni	-							Non ammessi

Per maggiore chiarezza si specifica che:

Flusso di traffico motorizzato: parametro di influenza che indica la percentuale della portata di servizio (massima quantità oraria di veicoli ammessi per la tipologia di strada considerata) valutata con riferimento alle condizioni istantanee di traffico. Si identifica con “elevato” se è superiore al 50% della portata massima di servizio, con “normale” se va dal 25 al 50% della portata massima di servizio, con “basso” se è inferiore al 25%.

Complessità del campo visivo: parametro di influenza che, valutata la presenza di ogni elemento compreso nel campo visivo dell'utente della strada, indica quanto l'utente possa esserne confuso, distratto, disturbato o infastidito (es. cartelloni pubblicitari luminosi, stazioni di servizio fortemente illuminate, apparecchi di illuminazione non orientati correttamente, vetrine fortemente illuminate,

ecc). Per “Elevata” si intende una quantità di oggetti tali da creare confusione o distrazione in virtù del numero e della frequenza con cui essi si presentano nel campo visivo dell’utente.

Zona di conflitto: zona di studio nella quale flussi di traffico motorizzato si intersecano tra loro o si sovrappongono con zone frequentate da altri tipi di utenti. Si configurano come “cospicue” le zone di conflitto presenti in quantità tale da rappresentare più del 50% dell’area esaminata e “non cospicue” le zone di conflitto presenti in quantità inferiore al 50%;

Dispositivi rallentatori: dispositivi applicati alla pavimentazione atti a rallentare il flusso del traffico;

Rischio di aggressione: parametro che valuta il rischio di aggressione in una data zona di studio sulla base dell’analisi storica dei reati; se utilizzato nell’analisi di rischio, questo parametro deve essere validato dalle Forze dell’Ordine territorialmente competenti e dimostrato attraverso opportune analisi statistiche.

Pendenza media: il rapporto tra il dislivello tra il punto di partenza e quello di arrivo e la distanza orizzontale.

Livello luminoso dell’ambiente: livello di illuminazione presente nella zona di studio in assenza dei corpi illuminanti considerati nel progetto; nelle zone urbane possono influenzare il livello medio di illuminazione ad esempio i proiettori per illuminazione architettonica orientati verso la strada, le vetrine dei negozi, i porticati illuminati ecc

Pedoni: parametro che valuta l’ammissibilità dei pedoni sulla strada.

Tab.6 Possibile variazione di categoria illuminotecnica in relazione al reale livello dei parametri di influenza

Parametro di influenza	reale livello	Variazione di categoria
Flusso di traffico	< 50% della portata di servizio	-1
	< 25% della portata di servizio	-2
Complessità campo visivo	elevata	+1
Zone di conflitto	cospicue	+1
Zone di conflitto	assenti	-1
Dispositivi rallentatori	presenti	-1
Rischio aggressione	elevato	+1
Pendenza media	Elevata cioè >5%	+1
Livello luminoso dell’ambiente	elevato	-1
Pedoni	ammessi	+1

Tab.7 Esempio di ulteriori parametri di influenza da valutare caso per caso

Parametro di influenza	Nota	Possibile variazione di categoria illuminotecnica
Svincoli e/o intersezioni a raso	presenti	+1
Abbagliamento	Ti < 8%, indice di intensità luminosa G6 e indice di abbagliamento D6	-1
Segnaletica	cospicua nelle zone conflitto	-1
Prossimità di passaggi pedonali	Si veda paragrafo 3.1	Da valutare
Uso di sorgenti a luce bianca o moduli LED	rapporto S/P elevato e campo di adattamento visivo mesopico	Da valutare

La variazione (decremento/incremento) massima totale della categoria di ingresso per l'analisi dei rischi applicabile in funzione dei parametri di influenza precedentemente individuati, **non può essere maggiore di 2.**

Zone di Studio

La strada è normalmente costituita da più zone di studio. Per ogni zona di studio il progettista seleziona una categoria illuminotecnica di progetto e una o più categorie illuminotecniche di esercizio.

5.4. Categoria illuminotecnica di esercizio.

La definizione di una o più categorie illuminotecniche di esercizio è determinata sulla valutazione dei requisiti prestazionali che l'impianto dovrà garantire in uno specifico istante della sua vita o in una definita e prevista condizione operativa. In pratica, in relazione al variare nel tempo dei parametri di influenza (come ad es. in ambito stradale, il variare dei flussi di traffico durante la giornata o durante l'anno) si individuano diverse categorie di esercizio, maggiori o minori della categoria di progetto. La classe illuminotecnica di progetto corrisponde alla classe illuminotecnica di esercizio i cui parametri non variano rispetto alle condizioni progettuali.

5.5. Ulteriori criteri da considerare per una corretta progettazione

Nel caso di viabilità urbana con strade affiancate da parcheggi e limitata velocità i parametri di abbagliamento e confort visivo e quelli riferiti alle condizioni atmosferiche non sono significativi e dunque non se ne tiene conto nella presente progettazione

6. CLASSIFICAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO E CALCOLI ILLUMINOTECNICI

6.1. Definizione della categoria illuminotecnica di ingresso.

Per la classificazione dell'area stradale in progetto ai fini di assegnare la classe e la categoria di appartenenza si fa riferimento alla tabella 1 dell'allegato F della Terza direttiva. In particolare, la

nuova viabilità stradale sarà configurata come tipo di strada urbana locale con categoria illuminotecnica di ingresso per analisi dei rischi che sarebbe M4 mentre per le intersezioni servirebbe mantenere.

Per le intersezioni si andrebbe ad adottare una classe superiore ovvero M3

I percorsi ciclopeditoni sono invece classificabili come itinerari ciclopedonali e categoria illuminotecnica P3

6.2. Definizione della categoria illuminotecnica di progetto.

Partendo dai parametri base indicati in tabella 5 dell'allegato F, si è dunque sviluppata l'analisi dei rischi prendendo in riferimento i parametri indicati in tabella seguente

Tab.5 Livello base dei parametri di influenza considerati nella definizione della categoria di ingresso per l'analisi dei rischi di cui alla Tabella 1

	Tipo di strada							
Parametri di influenza	A1	A2	B	C	D	E	F	F bis
Flusso di traffico	elevato							
Complessità campo visivo	elevata	normale		-			normale	-
Zone di conflitto	-		non cospicue					-
Dispositivi rallentatori	-						assenti	-
Rischio aggressione	-						normale	-
Pendenza media	-							≤ 5%
Livello luminoso dell'ambiente	-							Ambiente Urbano
Pedoni	-							Non ammessi

Flusso traffico motorizzato : nel nostro caso si può ipotizzare un flusso inferiore del 50% della portata massima di servizio

Complessità del campo visivo: visto l'andamento curvilineo ,la presenza di elementi di mitigazione ambientale e attraversamenti pedonali si ritiene vi sia una rilevante complessità del campo visivo

Zona di conflitto: lungo il tracciato sarà la presenza di un sistema di ingressi e uscita dalla zona da edificare e dunque si ritiene vi siano zone di conflitto **cospicue**

Dispositivi rallentatori: presenti

Pedoni ammessi solo per attraversamenti ma non ci sono zone di sosta laterali alla strada

Parametro di influenza	reale livello	Variazione di categoria
Flusso di traffico	< 50% della portata di servizio	-1
	< 25% della portata di servizio	-2
Complessità campo visivo	elevata	+1
Zone di conflitto	cospicue	+1
Zone di conflitto	assenti	-1
Dispositivi rallentatori	presenti	-1
Rischio aggressione	elevato	+1
Pendenza media	Elevata cioè >5%	+1
Livello luminoso dell'ambiente	elevato	-1
Pedoni	ammessi	+1

Pertanto la somma algebrica dei parametri ha valore +1 e dunque la categoria di progetto diviene la categoria M3 equivalente alla classe ME3b.

Tab.2 Codifica delle categorie illuminotecniche M con quelle ME identificate dalla EN 13201-2

Categoria	Classe EN 13201-2
M1	ME1
M2	ME2
M3	ME3b
M4	ME4a
M5	ME5
M6	ME6

Il prospetto 2 della UNI EN 13201-2 fornisce i valori di illuminamento medio \bar{E} (lx) e uniformità generale dell'illuminamento (U_0) (minima) da rispettare.

prospetto 2a Categorie illuminotecniche serie ME					
Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	\bar{L} in cd/m ² [minima mantenuta]	U_0 [minima]	U_1 [minima]	Tl in % ^{a)} [massimo]	SR ^{2b)} [minima]
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	nessun requisito

a) Un aumento del 5% del Tl può essere ammesso quando si utilizzano sorgenti luminose a bassa luminanza (vedere nota 6).
b) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti propri adiacenti alla carreggiata.

Categoria	Luminanza	Uniformità
	L [cd/mq]	U_0
ME3b	1	0,4

6.3. Riferimento percorsi ciclopdonali

Per quanto riguarda i percorsi ciclopdonali in considerazione che i percorsi nel verde sono abbastanza lontani da edifici o zone stradali e comunque vi è forte presenza di alberature si ritiene possibile il rischio aggressione e dunque si ritiene di variare la categoria di ingresso e dunque la categoria di progetto diviene la categoria P2

In funzione della tabella 4 dell'allegato F la categoria P2 corrisponde alla categoria S2 della norma EN 13201-2

Tab.4 Codifica delle categorie illuminotecniche P con quelle SE identificate dalla EN 13201-2

Categoria	Classe EN 13201-2
P1	S1
P2	S2
P3	S3
P4	S4
P5	S5
P6	S6

Il prospetto 3 della UNI EN 13201-2 fornisce i valori di illuminamento medio \bar{E} (lx) e illuminamento minimo mantenuto E_{min} (lx).

Classe			Illuminamento orizzontale medio	Uniformità
		Terza direttiva	\bar{E} [lx]	\bar{E}_{min} [lx]
S2		P2	10	1,5

7. VERIFICHE

Le Verifiche saranno svolte in fase di progettazione esecutiva al fine di verificare il soddisfacimento dei requisiti sopra evidenziati.