

Illuminazione stradale

Selezione delle categorie illuminotecniche

---

Road lighting

Selection of lighting classes

---

ORGANO COMPETENTE Luce e illuminazione

CO-AUTORE

Costruzioni stradali ed opere civili delle infrastrutture

SOMMARIO

La norma individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada ed in particolare:

- indica come classificare una zona esterna destinata al traffico, ai fini della determinazione della categoria illuminotecnica che le compete;
- fornisce la procedura per la selezione delle categorie illuminotecniche che competono alla zona classificata;
- identifica gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale e, attraverso la valutazione dei rischi, permette il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale;
- fornisce prescrizioni sulle griglie di calcolo per gli algoritmi della UNI EN 13201-3:2004 le misurazioni in loco trattate dalla UNI EN 13201-4.

Questo testo NON è una norma UNI, ma è un progetto di norma sottoposto alla fase di inchiesta pubblica, da utilizzare solo ed esclusivamente per fini informativi e per la formulazione di commenti. Il processo di elaborazione delle norme UNI prevede che i progetti vengano sottoposti all'inchiesta pubblica per raccogliere i commenti degli operatori: la norma UNI definitiva potrebbe quindi presentare differenze -anche sostanziali- rispetto al documento messo in inchiesta.

Questo documento perde qualsiasi valore al termine dell'inchiesta pubblica, cioè il:29-08-10

**UNI non è responsabile delle conseguenze che possono derivare dall'uso improprio del testo dei progetti in inchiesta pubblica.**

---

**RELAZIONI NAZIONALI** La presente norma sostituisce la UNI 11248:2007.

---

**RELAZIONI INTERN.LI**

**PREMESSA** La presente norma è stata elaborata sotto la competenza delle Commissioni Tecniche UNI@Luce e illuminazione@Costruzioni stradali ed opere civili delle infrastrutture@  
@  
La Commissione Centrale Tecnica dell'UNI ha dato la sua approvazione il giorno mese anno. @  
@

---

**VARIANTI NAZIONALI** Rispetto all'edizione precedente sono state corrette alcune voci di terminologia, meglio preciseate le condizioni dei parametri di influenza del prospetto 2, resa più chiara la metodologia operativa per la variazione della categoria illuminotecnica e il prospetto 3, ampliato il punto relativo alle categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e zone adiacenti, corretti i prospetti dell'appendice A eliminando inoltre i prospetti simili, chiarita la didascalia dei prospetti dell'appendice D.

## INTRODUZIONE

La presente norma fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificate e definite in modo esaustivo, nella UNI EN 13201-2, mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica.

La norma si basa, nei suoi principi fondamentali, sui contenuti scientifici della CIE 115:1995 e recepisce i principi di valutazione dei requisiti illuminotecnici presenti nel rapporto tecnico CEN/TR 13201-1. A tal fine introduce il concetto di parametro di influenza e la richiesta di valutazione dei rischi da parte del progettista.

Inoltre, nelle appendici A, B, C e D informative, sono fornite informazioni sulla illuminazione delle intersezioni e sulle caratteristiche inerenti la riflessione della luce da parte delle pavimentazioni stradali.

## 1

### SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente norma individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada ed in particolare:

- indica come classificare una zona esterna destinata al traffico, ai fini della determinazione della categoria illuminotecnica che le compete;
- fornisce la procedura per la selezione delle categorie illuminotecniche che competono alla zona classificata;
- identifica gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale e, attraverso la valutazione dei rischi, permette il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale;
- fornisce prescrizioni sulle griglie di calcolo per gli algoritmi della UNI EN 13201-3:2004 le misurazioni in loco trattate dalla UNI EN 13201-4.

Essa si applica agli impianti di illuminazione fissi, progettati per offrire all'utilizzatore delle zone pubbliche, adibite alla circolazione, buone condizioni di visibilità durante i periodi di oscurità, con l'intento di garantire sia la sicurezza ed il buon smaltimento del traffico sia la sicurezza pubblica, per quanto questi parametri possano dipendere dalle condizioni di illuminazione della strada.

Per facilitare l'applicazione delle categorie illuminotecniche, viene suggerita una corrispondenza tra varie serie di categorie comparabili o alternative.

La norma fornisce, inoltre, elementi per:

- la selezione della zona di studio nella quale valutare i parametri utili alla determinazione della categoria illuminotecnica;
- l'applicazione delle griglie e delle procedure di calcolo in base alla UNI EN 13201-3:2004;
- l'applicazione delle metodologie di misurazione descritte nella UNI EN 13201-4;
- la selezione della pavimentazione stradale di riferimento per i calcoli.

I parametri individuati nella presente norma 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;
- di adottare le condizioni di illuminazione più idonee, in base allo stato attuale delle conoscenze, perseguiendo anche un uso razionale dell'energia e il contenimento del flusso luminoso disperso.

La presente norma non fornisce:

- criteri per decidere se una strada deve essere illuminata;

- linee guida sulla determinazione delle condizioni di illuminazione per le stazioni di pedaggio, le gallerie, i sottopassi stradali, i canali, le chiuse, le zone non pubbliche adibite al traffico, i parchi, le strade di particolare rilievo architettonico e in tutti i casi in cui prevalgono esigenze estranee a quelle della sicurezza della circolazione veicolare o pedonale;
- criteri per determinare le prestazioni dell'impianto di illuminazione in condizioni ambientali avverse (forti precipitazioni o fitte nebbie);
- modalità secondo le quali conviene installare un impianto di illuminazione;
- modalità di manutenzione degli impianti di illuminazione.

Nel caso delle intersezioni stradali, considerata la loro complessità e varietà, le indicazioni nella presente norma sono informative.

La presente norma si occupa dell'aspetto sia progettuale sia di esercizio relativamente alle prestazioni di un impianto di illuminazione, ma non tratta dell'impianto elettrico né della sicurezza elettrica.

---

## 2

### RIFERIMENTI NORMATIVI

La presente norma rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi sono citati nei punti appropriati del testo e sono di seguito elencati. Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni valgono unicamente se introdotte nella presente norma come aggiornamento o revisione. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

UNI EN 12464-2	Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in estero
UNI EN 13032	Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione
UNI EN 13201-2	Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali
UNI EN 13201-3:2004	Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni
UNI EN 13201-4	Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
UNI EN ISO 14253-1	Specifiche geometriche dei prodotti (GPS) - Verifica mediante misurazione dei pezzi e delle apparecchiature per misurazioni - Parte 1: Regole decisionali per provare la conformità o non conformità rispetto alle specifiche
CEN/TR 13201-1	Road lighting - Part 1: Selection of lighting classes
CIE 115:1995	Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic
CIE 154:2003	The maintenance of outdoor lighting systems

---

## 3

### TERMINI E DEFINIZIONI

Ai fini della presente norma, si applicano i termini e le definizioni di cui alle UNI EN 13201-2 e UNI EN 13201-3:2004 e i termini e le definizioni seguenti.

#### 3.1

**abbagliamento debilitante:** Abbagliamento prodotto da sorgenti di luce, che può compromettere la percezione visiva, senza necessariamente provocare una forte sensazione fastidiosa.

#### 3.2

**carreggiata:** Parte della strada destinata allo scorrimento dei veicoli. La carreggiata può essere composta da una o più corsie di marcia ed, in genere, è pavimentata e delimitata da strisce di margine.

Nota La carreggiata non comprende la corsia di emergenza.

- 3.3** **categoria illuminotecnica:** Categoria che identifica una condizione di illuminazione in grado di soddisfare i requisiti per l'illuminazione di una data zona di studio.
- 3.3.1** **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.
- 3.3.2** **categoria illuminotecnica di progetto:** Categoria illuminotecnica ricavata, per un dato impianto, modificando la categoria illuminotecnica di riferimento in base al valore dei parametri di influenza considerati nella valutazione del rischio.
- 3.3.3** **categoria illuminotecnica di riferimento:** Categoria illuminotecnica determinata, per un dato impianto, considerando esclusivamente la classificazione delle strade<sup>1</sup>.
- 3.4** **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.
- Nota 1 La complessità del campo visivo dipende anche dalle condizioni di illuminazione dell'ambiente in quanto influenza il livello di adattamento dell'occhio.
- Nota 2 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).
- Nota 3 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.
- Nota 4 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.
- Nota 5 La valutazione della complessità del campo visivo è di responsabilità del progettista.
- 3.5** **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.
- 3.6** **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.
- Nota La guida visiva fornita dalla strada è parte di queste informazioni.
- 3.7** **flusso di traffico di ciclisti:** Parametro di influenza che indica la percentuale della portata di servizio riferita ai ciclisti valutata con riferimento alle condizioni istantanee di traffico.
- 3.8** **flusso di traffico motorizzato:** Parametro di influenza che indica la percentuale della portata di servizio valutata con riferimento alle condizioni istantanee di traffico.
- 3.9** **incidenti pregressi:** Statistica degli incidenti avvenuti nel passato determinata dalle autorità preposte al traffico in condizioni diurne e notturne nella strada da illuminare o in una zona equivalente nel caso di strade di nuova costruzione.

<sup>1)</sup> Nella presente norma i prospetti per la scelta della categoria illuminotecnica si riferiscono alla classificazione delle strade adottata nel Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285 "Nuovo Codice della Strada" e successive integrazioni e modifiche.

- 3.10 indice di rischio di aggressione:** Parametro che compara il rischio di aggressioni in una data zona di studio, con un riferimento condiviso.
- 3.11 intersezioni a livelli sfalsati (svincoli):** Insieme di infrastrutture (sovrapassi, sottopassi e rampe) che consente lo smistamento delle correnti veicolari tra rami di strade posti a diversi livelli.
- 3.12 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.
- 3.13 luminanza ambientale:** Luminanza presente nell'ambiente dovuta alle sorgenti di luce.
- 3.14 parametro di influenza:** Parametro in grado di influenzare la scelta della categoria illuminotecnica.
- Nota 1 I parametri di influenza possono essere per loro natura qualitativi o quantitativi. Parametri quantitativi possono essere noti solo in modo qualitativo.
- Nota 2 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).
- 3.15 portata di servizio:** Valore massimo del flusso di traffico smaltibile dalla strada misurato in veicoli equivalenti per ora.
- 3.16 portata di servizio per corsia:** Valore massimo del flusso di traffico smaltibile dalla corsia misurato in veicoli equivalenti per ora.
- 3.17 rallentatori di velocità:** Dispositivi applicati alla pavimentazione stradale atti a rallentare il flusso di traffico.
- 3.18 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.
- 3.19 segnale conspicuo:** Segnale che attrae l'attenzione dei conducenti degli autoveicoli a causa delle caratteristiche costruttive e/o funzionali e soprattutto della luminanza, in conseguenza sia dell'illuminazione propria sia delle caratteristiche di retroriflessione.
- 3.20 strada:** Area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali.
- Nota Il termine di strada è generico e intende aree denominate in modo più specifico come piazza, incrocio, rotatoria, pista ciclabile, area pedonale, ecc.
- 3.21 tipo di strada:** Classificazione delle strade<sup>2</sup> riguardo alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali.
- 3.22 tipo di utente:** Classificazione delle persone o dei veicoli in una zona esterna pubblica adibita al traffico.

<sup>2)</sup> Nella presente norma i prospetti per la scelta della categoria illuminotecnica si riferiscono alla classificazione delle strade adottata nel Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285 "Nuovo Codice della Strada" e successive integrazioni e modifiche.

- 3.23** **traffico motorizzato (M):** Tipo di utente consistente nei veicoli a motore con velocità maggiore di  $50 \text{ km h}^{-1}$ .
- 3.24** **veicoli lenti (S):** Tipo di utente consistente in veicoli a motore, compresi i ciclomotori, in veicoli trainati da animali e in persone su animali, caratterizzati da una velocità minore o uguale a  $50 \text{ km h}^{-1}$ .
- 3.25** **utente principale:** Tipo di utente di maggior rilevanza nella zona in considerazione.
- 3.26** **zona di conflitto:** Zona di studio nella quale flussi di traffico motorizzato si intersecano fra di loro o si sovrappongono con zone frequentate da altri tipi di utenti.
- 3.27** **zona di studio:** Parte della strada considerata per la progettazione di un dato impianto di illuminazione.

---

## 4 OSSERVAZIONI GENERALI

Le caratteristiche fotometriche di un impianto di illuminazione stradale sono definite mediante una o più categorie illuminotecniche, che dipendono da numerosi parametri, detti di influenza, come esplicitato nel seguito.

Per un dato impianto si possono individuare le seguenti categorie illuminotecniche:

- la categoria illuminotecnica di riferimento, che dipende esclusivamente dal tipo di strada presente nella zona di studio considerata;
- la categoria illuminotecnica di progetto, che dipende dall'applicazione dei parametri di influenza e specifica i requisiti illuminotecnici da considerare nel progetto dell'impianto;
- la/e categoria/e illuminotecnica/illuminotecniche di esercizio che specifica/specificano sia le condizioni operative istantanee di funzionamento di un impianto sia le possibili condizioni operative previste dal progettista, in base alla variabilità nel tempo dei parametri di influenza.

È compito preliminare del progettista:

- individuare i parametri di influenza significativi, i quali devono essere noti prima di iniziare il progetto;
- pervenire alla definizione delle categorie illuminotecniche attraverso una valutazione del rischio, che è parte integrante del progetto e dove devono essere esplicitati i criteri e le fonti delle informazioni che hanno portato alle scelte effettuate. Le fonti possono consistere nelle indicazioni del gestore e/o proprietario della strada, in dati reperibili nei rapporti tecnici CIE o nella letteratura e, in assenza di queste, in base a proprie valutazioni che devono essere giustificate.

---

## 5 PROCEDURA PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE

Si individuano le categorie illuminotecniche di un impianto mediante i seguenti passi:

- 1) Definizione della categoria illuminotecnica di riferimento:

- suddividere la strada in una o più zone di studio con condizioni omogenee dei parametri di influenza;
- per ogni zona di studio identificare il tipo di strada<sup>3</sup>;
- noto il tipo di strada, individuare con l'ausilio del prospetto 1 la categoria illuminotecnica di riferimento.

<sup>3)</sup> La classificazione della strada non è di responsabilità del progettista illuminotecnico.

- 2) Definizione della categoria illuminotecnica di progetto:  
nota la categoria illuminotecnica di riferimento, valutare i parametri di influenza riportati nel prospetto 2 secondo quanto indicato nel punto 7 (analisi dei rischi) e, considerando anche gli aspetti del contenimento dei consumi energetici, decidere se considerare la categoria illuminotecnica di riferimento come quella di progetto o modificarla seguendo, per esempio, le indicazioni informative del prospetto 3.
- 3) Definizione delle categorie illuminotecniche di esercizio:  
in base alle considerazioni esposte nel punto 7 (analisi dei rischi) 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.

Il progettista, nell'analisi del rischio, può decidere di non definire, giustificandone i motivi, la categoria illuminotecnica di riferimento e determinare direttamente la categoria illuminotecnica di progetto.

L'adozione di impianti con caratteristiche variabili (variazione del flusso luminoso emesso), purché nel rispetto dei requisiti previsti dalla categoria illuminotecnica di esercizio corrispondente, può rappresentare una soluzione per assicurare condizioni di risparmio energetico nell'esercizio e di contenimento del flusso luminoso emesso verso l'alto.

Per la valutazione dei parametri di influenza occorre seguire le prescrizioni del punto 7. Per la suddivisione in zone di studio occorre attenersi ai criteri esplicitati al punto 8.

Qualora la categoria illuminotecnica selezionata preveda prescrizioni in luminanza della superficie stradale, ma questa non sia calcolabile secondo i criteri previsti nella UNI EN 13201-3:2004, deve essere selezionata la categoria illuminotecnica CE di livello luminoso comparabile secondo le indicazioni del punto 9.2.

**Nota** Il valore dei parametri illuminotecnici, ad eccezione del TI, specifici di ogni categoria sono intesi come minimi mantenuti durante tutto il periodo di vita utile dell'impianto di illuminazione. In conseguenza, per la luminanza e l'illuminamento, i valori iniziali di progetto misurabili per un impianto di illuminazione nuovo dovranno essere più elevati di quelli specificati per tener conto, per esempio, del deperimento delle lampade, delle tolleranze di fabbricazione e di installazione degli apparecchi di illuminazione, dell'incertezza sui valori del coefficiente di luminanza ridotto  $r$  della pavimentazione stradale, delle incertezze di misura in fase di verifica e collaudo. Tuttavia, salvo esigenze particolari, è conveniente che illuminamenti e luminanze rilevabili in condizioni di impianto nuovo non siano maggiori del doppio di quelli previsti dalla categoria illuminotecnica considerata, al fine di contenere i consumi energetici. I valori prestazionali del TI sono convenzionalmente ottenuti con un coefficiente relativo all'età pari a 10, che corrisponde a un osservatore di 23 anni (vedere UNI EN 13201-3:2004).

---

## 6 CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE E CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO

### 6.1 Classificazione delle strade

Il prospetto 1 riporta la classificazione delle strade secondo la legislazione in vigore al momento della pubblicazione della presente norma (vedere bibliografia) ed individua le categorie illuminotecniche di riferimento.

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

### 6.2 Categoria illuminotecnica di riferimento

Il prospetto 1 indica per ogni tipo di strada la categoria illuminotecnica di riferimento, nelle condizioni dei parametri di influenza riportate nel prospetto 2.

prospetto 1 **Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento**

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità [km h <sup>-1</sup> ]	Categoria illuminotecnica di riferimento	Punto	
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	130 - 150	ME1	-	
	Autostrade urbane	130			
A <sub>2</sub>	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70 - 90	ME3a	-	
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50			
B	Strade extraurbane principali	110	ME3a	-	
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 - 90	ME4a		
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 <sup>4)</sup>	70 - 90	ME3a	-	
	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b		
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	ME3a		
D	Strade urbane di scorrimento <sup>5)</sup>	70	ME3a	-	
		50			
E	Strade urbane interquartiere	50	ME3c	-	
	Strade urbane di quartiere	50			
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 <sup>4)</sup>	70 - 90	ME3a	6.3	
	Strade locali extraurbane	50	ME4b		
		30	S3		
		50	ME4b		
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE4		
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE5/S3		
	Strade locali urbane: aree pedonali	5			
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5/S3		
	Strade locali interzonali	50			
		30			
-	Piste ciclabili <sup>6)</sup>	Non dichiarato	S3	-	
-	Strade a destinazione particolare <sup>4)</sup>	30		-	

<sup>4)</sup> 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.

<sup>5)</sup> 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).

<sup>6)</sup> Secondo il Decreto Ministeriale 30 novembre 1999, n. 557 "Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste" ciclabili " del Ministero dei Lavori Pubblici.

## 6.3

### Osservazione per le strade di tipo F

Nel caso di indicazione multipla nel prospetto 1 la categoria illuminotecnica deve essere scelta attraverso l'analisi dei rischi.

Se in prossimità di incroci in zone rurali o in strade locali extraurbane sono previsti apparecchi di illuminazione, singoli o in numero molto limitato con funzione di segnalazione visiva, limitatamente per questa zona non si richiede alcuna prescrizione per i livelli di illuminazione (categoria illuminotecnica S7) e si richiede la categoria di intensità luminosa G3 per la limitazione dell'abbigliamento, valutata nelle condizioni di installazione degli apparecchi di illuminazione.

prospetto 2 **Parametri di influenza (se rilevanti) considerati per le categorie illuminotecniche di riferimento di cui al prospetto 1**

Tipo di strada	Parametro di influenza								
	Flusso di traffico	Complessità del campo visivo	Colore della luce	Zona di conflitto	Rallentatori di velocità	Indice di rischio di aggressione	Pendenza media	Indice del livello luminoso dell'ambiente	Pedoni
A <sub>1</sub>	Massimo	Elevata	Indice di resa dei colori maggiore o uguale a 30 e minore di 60	Assente	-	-	-	-	-
A <sub>2</sub>		Normale							
B									
C									
D		-		Assenti	-	-	-	-	-
E									
F		Normale			Assenti	Normale	<2%	Ambiente urbano	Non ammessi
Piste ciclabili		-							

## 7

### ANALISI DEI RISCHI

#### 7.1

##### Generalità

L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri di influenza al fine di individuare la/e categoria/e illuminotecnica/illuminotecniche che garantisce/garantiscono 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 e l'impatto ambientale.

#### 7.2

##### Analisi

L'analisi può essere suddivisa nelle seguenti fasi:

- sopralluogo con l'obiettivo di valutare lo stato esistente e determinare una gerarchia tra i parametri di influenza rilevanti per le strade esaminate;
- individuazione dei parametri decisionali e delle procedure gestionali richieste da eventuali leggi dello Stato, da Direttive europee, dalla presente norma e da esigenze specifiche;
- 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;
- creazione di una gerarchia di interventi per assicurare a lungo termine i livelli di sicurezza richiesti da leggi, Direttive e norme;

- determinazione di una programmazione strategica, con una scala di priorità per le azioni più efficaci in termini di sicurezza per gli utenti.

## 7.3

### Sintesi conclusiva

La sintesi conclusiva individua la/e categoria/e illuminotecnica/illuminotecniche 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.

## 7.4

### Metodologia operativa e parametri di influenza

Per i casi normali, è sufficiente che il progettista basi l'analisi dei rischi sulla conoscenza dei parametri di influenza generalmente più significativi che possono essere individuati tra quelli del prospetto 3, nel quale i valori numerici sono forniti a titolo informativo.

La variazione della categoria illuminotecnica indicata nel prospetto 3 è di tipo additivo ed è indicata come decremento (nel caso di valore negativo) o incremento (nel caso di valore positivo) da apportare al numero che appare nella sigla della categoria di riferimento, ottenendo categorie con requisiti prestazionali inferiori (valore negativo) o superiori (valore positivo).

Inoltre, nel caso di categorie illuminotecniche nella cui sigla appare la lettera minuscola finale, si deve, eseguito il calcolo ora descritto, selezionare quella con uniformità longitudinale più simile a quella di origine, facendo riferimento ai prospetti della UNI EN 13201-2.

---

prospetto 3 **Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica in relazione ai parametri di influenza**

Parametro di influenza		Variazione categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	Elevata	+1
	Normale	-1
Condizioni non conflittuali		-1
Flusso di traffico <50% rispetto alla portata di servizio		
Flusso di traffico <25% rispetto alla portata di servizio		-2
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali		-1
Pericolo di aggressione		
Presenza di svincoli e/o intersezioni a raso		
Prossimità di attraversamenti pedonali		1
Prossimità di rallentatori di velocità		

Con apparecchi con indice di resa dei colori maggiore o uguale a 60, previa verifica, nell'analisi dei rischi delle condizioni di visione, il progettista può apportare la riduzione di una categoria illuminotecnica.

Analogamente, nel caso di indice di resa dei colori minore di 30 si deve apportare l'incremento di una categoria illuminotecnica.

Se tra i parametri che hanno determinato la riduzione di categoria di progetto compare anche l'indice di resa dei colori, allora il progettista deve verificare che questo parametro risulti congruo in ogni categoria di esercizio prevista, indipendentemente dalle tecniche usate per la riduzione del flusso luminoso.

Nei casi più complessi, come per esempio incroci e svincoli tra strade con notevole flusso di traffico o situazioni conflittuali potenzialmente pericolose, il progettista deve valutare l'importanza locale di ulteriori parametri di influenza avvalendosi anche dei dati statistici.

Il risultato di questa valutazione e il valore dei singoli parametri di influenza, ottenuto anche attraverso metodi statistici noti, permette di definire la categoria illuminotecnica di progetto e, se si prevede una variabilità significativa dei parametri, una o più categorie illuminotecniche di esercizio.

È buona norma:

- valutare anche le possibili variazioni nel tempo del parametro considerato, notando la lunga vita di un impianto, se paragonata all'evoluzione delle condizioni del traffico e allo sviluppo della rete stradale;
- accordarsi con il committente sul peso dei singoli parametri;
- limitare l'influenza di ogni parametro alla variazione di una categoria illuminotecnica come esemplificato nel prospetto 3;
- limitare le scelte tra le categorie illuminotecniche definite nella UNI EN 13201-2 evitando la creazione di nuove categorie, per esempio, introducendo livelli non previsti di luminanza o valori di uniformità.

La categoria illuminotecnica di progetto deve essere valutata per la portata di servizio della strada, indipendentemente dal flusso di traffico effettivamente presente.

**Nota** Per la valutazione dell'importanza dei parametri di influenza in una data situazione locale, il progettista può seguire le indicazioni di pubblicazioni specifiche (vedere bibliografia).

Vi sono inoltre alcune condizioni che suggeriscono l'adozione di provvedimenti integrativi dell'illuminazione, di cui il prospetto 4, a titolo informativo, elenca alcuni esempi.

prospetto 4 **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)	
Elevata probabilità di mancanza di alimentazione	Adottare segnali stradali attivi e/o fluorifrangenti di classe adeguata
Elevati tassi di malfunzionamento	
Curve strette in strade con elevata velocità degli autoveicoli	
Attraversamenti pedonali in zone con flusso di traffico e/o velocità elevate	Illuminare gli attraversamenti pedonali con un impianto separato e segnalarli adeguatamente
Programma di manutenzione inadeguato	Ridurre il fattore di manutenzione inserito nel calcolo illuminotecnico

## 8 CRITERI DI SUDDIVISIONE DELLE ZONE DI STUDIO

### 8.1 Generalità

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.

La determinazione dell'estensione della zona di studio e delle parti della strada che la delimitano è compito del progettista.

La presenza di rallentatori di velocità implica la necessità di definire una zona di studio che consideri il tratto di strada ove sussiste l'azione di rallentamento (vedere punto 8.6).

### 8.2 Zone di studio per le strade a traffico veicolare (escluse le strade di classe F con limite di velocità $\leq 30 \text{ km h}^{-1}$ )

In assenza di corsie di emergenza, marciapiedi o piste ciclabili laterali, la zona da prendere in considerazione corrisponde alla carreggiata.

In presenza di corsie di emergenza adiacenti si devono considerare le due zone come zone di studio separate.

Marciapiedi, attraversamenti pedonali o piste ciclabili laterali, se presenti, costituiscono una zona di studio separata (vedere punto 8.4).

### 8.3 Zona di studio per le strade di classe F con limite di velocità $\leq 30 \text{ km h}^{-1}$

In assenza di marciapiedi laterali, la zona da prendere in considerazione corrisponde alla totalità dello spazio compreso tra le facciate degli edifici posti direttamente a filo oppure entro i limiti delle proprietà che costeggiano la zona.

Marciapiedi, attraversamenti pedonali o piste ciclabili laterali, se presenti, costituiscono una zona di studio separata (vedere punto 8.4).

#### **8.4 Zona di studio per le piste ciclabili e le strade o zone i cui utenti principali sono i pedoni (velocità della marcia a piedi)**

La zona da prendere in considerazione corrisponde a marciapiedi, attraversamenti pedonali o piste ciclabili definite.

Marciapiedi (o attraversamenti pedonali) e piste ciclabili adiacenti possono essere raggruppati in una medesima zona.

#### **8.5 Zona di studio per le zone di conflitto**

In assenza di marciapiedi, attraversamenti pedonali o piste ciclabili laterali, la zona da prendere in considerazione corrisponde alla carreggiata.

Nella zona di studio deve essere considerato anche l'isolotto centrale di una rotatoria se questi può essere occupato o attraversato da veicoli autorizzati.

Marciapiedi, attraversamenti pedonali o piste ciclabili laterali, se presenti, costituiscono una zona di studio separata (vedere punto 8.4).

#### **8.6 Zone di studio per i rallentatori di velocità**

La zona considera esclusivamente i tratti ove sono installati rallentatori di velocità.

Nel caso di dispositivi ravvicinati, questi dispositivi e la strada costituiscono una medesima zona di studio.

Invece quando la distanza tra più dispositivi successivi è, a giudizio del progettista, sufficientemente ampia da giustificare tecnicamente una variazione delle prestazioni dell'impianto di illuminazione, ciascuno di questi dispositivi può essere considerato come appartenere a una zona di studio distinta, limitata alle vicinanze immediate del dispositivo.

#### **8.7 Zona di studio per gli attraversamenti pedonali**

La zona di studio considera:

- lo spazio specificatamente definito dalla segnaletica orizzontale;
- lo spazio simmetricamente disposto rispetto alla segnaletica per una larghezza pari a quella della segnaletica stessa;
- il marciapiede, limitatamente al tratto corrispondente alla larghezza della zona.

---

## **9**

## **RACCOMANDAZIONI PER L'ILLUMINAZIONE**

### **9.1 Generalità**

#### **9.1.1 Controllo dell'abbagliamento debilitante**

L'abbagliamento debilitante deve essere mantenuto entro valori di tollerabilità in ogni prescrizione previsti nella presente norma.

Nel caso delle categorie illuminotecniche ME, le condizioni di abbagliamento sono specificate mediante il parametro di incremento di soglia (TI%).

Per le situazioni che fanno riferimento alle categorie illuminotecniche CE ed S, per le quali non è specificato alcun requisito sull'abbagliamento, si devono adottare i valori riportati nel prospetto 5 e il parametro TI% è calcolato come segue:

$$TI = 65 \frac{L_v}{L_{m,0,8}} [\%]$$

dove:

$$L_v = 10 \sum_{i=1}^n \frac{E_i}{\theta_i^2} \left[ \text{cd m}^{-2} \right]$$

e

$$L_m = \rho \frac{E_{hs}}{\pi}$$

$\theta$  rappresenta l'angolo, espresso in gradi, tra la direzione di osservazione, assunta come giacente su un piano parallelo all'asse stradale ed inclinata di 1° verso il basso rispetto all'orizzonte, e la congiungente l'occhio e il centro fotometrico dell'i<sup>esimo</sup> apparecchio di illuminazione che rientra nel campo visivo;

$E_i$  è l'illuminamento generato dall'i<sup>esimo</sup> apparecchio di illuminazione sull'occhio dell'osservatore in un piano perpendicolare alla direzione di osservazione;

$E_{hs}$  è l'illuminamento medio orizzontale della pavimentazione della carreggiata o della zona in considerazione;

$\rho$  è il fattore di riflessione medio della stessa pavimentazione; in assenza di dati misurati si assume convenzionalmente  $\rho = 0,2$ ;

$L_v$  è la luminanza equivalente di velo;

$L_m$  è la luminanza media della pavimentazione con illuminamento nell'ipotesi di diffusione lambertiana.

Devono essere considerati tutti gli apparecchi di illuminazione, facenti parte dell'impianto in considerazione, che entrano nel campo visivo dell'utente della strada.

La posizione dell'osservatore deve essere scelta dal progettista come quella più critica e chiaramente indicata nel progetto illuminotecnico.

prospetto 5 **Valori dell'incremento di soglia (TI) per le categorie illuminotecniche CE ed S**

Parametro	Categoria illuminotecnica					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Indice di incremento della soglia di percezione TI [%]	15	15	15	20	20	20
	CE0	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5
Indice di incremento della soglia di percezione TI [%]	10	10	10	15	15	15

### 9.1.2

#### Resa del colore

Il valore minimo per l'indice di resa dei colori è di 20.

### 9.1.3

#### Gestione in condizioni atmosferiche buone

Salvo accordi diversi tra le parti, i valori dei parametri presi in considerazione devono essere quelli per le ore dell'oscurità.

Inoltre, tali valori possono variare secondo il periodo della notte o dell'anno e la categoria illuminotecnica, che da essi dipende, può variare di conseguenza.

Pertanto, per alcuni parametri può rendersi necessaria un'analisi dettagliata delle variazioni al fine di determinare tutte le possibili categorie illuminotecniche alle quali dovrebbe funzionare l'impianto.

Durante i periodi per i quali è indicata una categoria illuminotecnica che richiede livelli luminosi minori di quelli massimi previsti, si raccomanda di applicare appropriati metodi di riduzione dell'illuminazione (per esempio riduzione del flusso luminoso) e

conseguentemente del consumo di energia, nel rispetto di tutte le prescrizioni richieste dalla nuova categoria.

Lo stesso criterio può attuarsi per le strade che sono state progettate per il livello di servizio massimo, ma le cui condizioni di traffico reali e ripetitive sono minori del 50%. In questo caso, ancorché l'impianto sia stato progettato per le condizioni di livello di servizio massimo, si può applicare permanentemente la riduzione ai requisiti della categoria illuminotecnica più appropriata, per procedere eventualmente ad ulteriori riduzioni come sopra descritto.

#### 9.1.4

#### **Gestione in condizioni atmosferiche avverse**

Se non sono previste condizioni specifiche di funzionamento dell'impianto, l'attivazione delle riduzioni della categoria illuminotecnica previste nel punto 9.1.3 deve essere valutata caso per caso.

#### 9.1.5

#### **Guida visiva**

L'impianto di illuminazione deve soddisfare le esigenze di guida visiva. La guida visiva è in larga misura determinata dalla disposizione dei centri luminosi, dalla loro successione geometrica, dalla loro intensità luminosa e dal colore della luce emessa.

Affinché tali esigenze siano soddisfatte deve essere evitata ogni discontinuità dell'impianto che non sia la conseguenza di punti singolari per i quali è necessario richiamare l'attenzione dei conducenti di veicoli.

#### 9.2

#### **Categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zone adiacenti**

Quando zone adiacenti o contigue prevedono categorie illuminotecniche diverse che a loro volta impongono requisiti prestazionali basati sulla luminanza o sull'illuminamento è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile (vedere prospetto 6, nel quale i gruppi di categorie illuminotecniche di livello luminoso comparabile sono riportate nella stessa colonna).

Quando la zona contigua costituisce una zona di conflitto, per esempio una rotatoria che interrompe una strada, si raccomanda di adottare per detta zona un livello luminoso maggiore del 50% di quello delle strade di accesso.

Per le zone adiacenti si deve evitare una differenza maggiore di due categorie illuminotecniche comparabili. La zona in cui il livello luminoso raccomandato è il più elevato, costituisce la zona di riferimento.

Considerate le possibili interazioni esistenti tra le aree adibite al traffico, quelle destinate a parcheggio (pubbliche o private) e, se esistenti, quelle di collegamento tra le due precedenti, il progettista, nell'ambito della propria professionalità e in base alle effettive esigenze e tipologie delle zone da illuminare, deve valutare le condizioni e i requisiti più idonei. Nell'analisi dei rischi devono essere giustificate le ragioni delle categorie illuminotecniche scelte, per le zone associabili alla presenza di traffico, e le condizioni di riferimento della UNI EN 12464-2, per le zone di parcheggio vero e proprio.

---

#### prospetto 6 **Comparazione di categorie illuminotecniche**

Categoria illuminotecnica								
	ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6		
CE0	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5			
			S1	S2	S3	S4	S5	S6

**9.3****Categorie illuminotecniche addizionali**

Quando si deve facilitare la visione delle superfici verticali (per esempio nei casi di svincoli o zone di interscambio) o in zone con rischio di azioni criminose, si ricorre a prescrizioni anche per l'illuminazione sul piano verticale. Alle categorie illuminotecniche individuate precedentemente, si deve aggiungere la categoria illuminotecnica specificata nel prospetto 7.

È compito del progettista individuare l'illuminamento che meglio permette di caratterizzare il tipo di prestazione desiderata.

prospetto 7 **Categorie illuminotecniche addizionali**

Categoria illuminotecnica									
Categoria illuminotecnica di riferimento	CE0	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	-	-	-
	-	-	-	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Categoria illuminotecnica addizionale	-	EV3	EV4	EV5	-	-	-	-	-

**10****GRIGLIE DI CALCOLO**

Qualora le condizioni geometriche della strada impediscano l'adozione delle griglie di calcolo specificate nella UNI EN 13201-3:2004, è compito del progettista individuare la griglia in grado di fornire una stima adeguata dei parametri da calcolare. Tale scelta deve essere giustificata dal progettista.

In ogni caso nel progetto deve essere chiaramente indicata la griglia di calcolo usata al fine di permettere sia i confronti con altri progetti sia le misurazioni come prescritto nel punto 13.

**11****CARATTERIZZAZIONE DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE**

I valori della ripartizione dell'intensità luminosa degli apparecchi di illuminazione, utile ai calcoli, devono provenire da misurazioni eseguite secondo la UNI EN 13032, nel sistema di coordinate C-y. Ripartizioni rilevate per i valori di y con passo di 1° sono da preferirsi, in modo particolare per gli apparecchi di illuminazione che presentano ripartizioni con un elevato gradiente dell'intensità luminosa.

**12****CARATTERISTICHE IN RIFLESSIONE DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE**

Nel caso di requisiti formulati in termini di luminanza, ai fini del calcolo secondo la UNI EN 13201-3:2004, le caratteristiche in riflessione della superficie della pavimentazione stradale devono essere specificate mediante la ripartizione direzionale del coefficiente ridotto di luminanza.

Queste caratteristiche devono essere, in genere, comunicate dal committente e approvate dal progettista.

Qualora, per qualsiasi ragione, tali caratteristiche non siano disponibili, esse devono essere concordate tra le parti, ricorrendo a misurazioni delle caratteristiche fotometriche della pavimentazione quando non sia possibile identificarle con una classe di pavimentazione stradale normalizzata (vedere appendice D).

Nel caso non si adotti una classe normalizzata, nel progetto deve essere indicata la ripartizione direzionale del coefficiente ridotto di luminanza adottata.

In ogni caso, deve essere specificato il valore usato per i parametri globali (coefficiente medio di luminanza  $Q_0$ , o in sua mancanza,  $Q_d$  e fattore di specularità  $S_1$ ).

---

## 13

## MISURAZIONI

### 13.1

#### Generalità

Le misurazioni di caratterizzazione fotometrica degli impianti devono essere eseguite seguendo quanto previsto dalla UNI EN 13201-4.

La taratura degli strumenti deve essere eseguita in un laboratorio di taratura accreditato con riferimento a campioni nazionali e, per la misurazione delle grandezze fotometriche, non deve essere anteriore a due anni.

Insieme ai risultati delle misurazioni deve essere indicata l'incertezza di misura per rendere possibile la verifica del superamento dei requisiti normativi. La conformità alla presente norma deve essere verificata tenendo conto delle incertezze di misura in base a quanto indicato nella UNI EN ISO 14253-1.

Per gli impianti a flusso variabile, le misurazioni devono essere eseguite nelle condizioni operative previste dal progettista.

### 13.2

#### Misurazioni dell'impianto di illuminazione

Al fine di svincolare i risultati dalle condizioni della superficie stradale, se la categoria illuminotecnica prevede requisiti sulla luminanza della superficie stradale, deve essere misurato l'illuminamento, parallelo alla superficie stradale, negli stessi punti della griglia prevista dalla luminanza.

Il progettista deve fornire, insieme ai valori di luminanza e di uniformità di luminanza, anche i valori di illuminamento e di uniformità di illuminamento, calcolati negli stessi punti, e i valori limite, in illuminamento, per il superamento dei requisiti della categoria illuminotecnica. L'impianto è considerato conforme, limitatamente ai requisiti sulla luminanza, se soddisfa questi valori limite.

### 13.3

#### Misurazioni per il collaudo e la verifica prestazionale dell'impianto di illuminazione

Questa misurazione deve essere eseguita per il collaudo e per verificare, durante l'esercizio dell'impianto, il superamento dei requisiti imposti dalla categoria illuminotecnica di progetto.

Le grandezze misurate sono quelle specificate nella categoria illuminotecnica di progetto. Di regola le misurazioni devono essere eseguite rispettando le condizioni geometriche della griglia usata per i calcoli. Il progettista può indicare griglie di misura alternative che ritiene ugualmente o maggiormente significative per la verifica in esercizio.

L'impianto è considerato conforme se soddisfa i valori limite della categoria illuminotecnica di progetto e/o di esercizio nelle specificate condizioni di misura.

### 13.4

#### Misurazioni condotte durante l'esercizio dell'impianto ai fini di acquisire informazioni per la manutenzione

Per queste misurazioni, se richieste dal piano di manutenzione, il progettista deve indicare sia le grandezze da misurare sia le condizioni di misurazione e, in particolare, la griglia che deve essere applicata.

---

## 14

## PROGETTO

A completamento della documentazione del progetto, devono essere accluse:

- informazioni dettagliate per individuare chiaramente la zona o le zone di studio considerate e le motivazioni progettuali che hanno portato a tali scelte;
- il tipo di strada e, se questa informazione non è stata fornita dal committente, la giustificazione della scelta;

- i parametri principali considerati per la determinazione della categoria illuminotecnica di riferimento, il loro valore e i dati, comprensivi della fonte, che hanno portato a tale valore;
- la categoria illuminotecnica di riferimento;
- l'analisi del rischio e le sue conseguenze sul progetto;
- i parametri di influenza eventualmente considerati per completare il progetto con giustificazione della scelta e dei valori adottati;
- la categoria illuminotecnica di progetto e quelle di esercizio;
- la griglia adottata per i calcoli;
- i parametri di caratterizzazione in riflessione della pavimentazione stradale presente nelle zone di studio considerate;
- i valori calcolati dei parametri fotometrici previsti nella categoria illuminotecnica di progetto o nelle categorie illuminotecniche di esercizio, corredati, nel caso della luminanza della superficie stradale, dai valori di illuminamento calcolati negli stessi punti della griglia;
- un piano per la manutenzione del sistema al fine di garantire in ogni momento il superamento dei requisiti previsti nella categoria illuminotecnica di progetto.

## 15

## PIANO DI MANUTENZIONE

Il progettista deve eseguire il progetto introducendo un fattore di manutenzione valutato per il tipo di apparecchio di illuminazione scelto (tipo di lampada, sistema di alimentazione, caratteristiche costruttive dell'apparecchio di illuminazione), le condizioni ambientali e il piano di manutenzione come previsto nella CIE 154:2003.

Il progettista, unitamente al progetto, deve:

- specificare il fattore di manutenzione indicando altresì tutte le assunzioni fatte per derivarne il valore;
- indicare il tipo di dispositivo di illuminazione adatto per le condizioni ambientali previste;
- preparare un piano di manutenzione comprensivo dei dati sulla frequenza della sostituzione delle lampade, della pulizia degli apparecchi e sulle modalità esecutive della manutenzione stessa;
- fornire informazioni per applicare correttamente il piano di manutenzione (per esempio indicazione dei parametri da tenere sotto controllo) sui metodi di stima dei tempi di intervento manutentivo e di verifica del raggiungimento degli obiettivi (algoritmi di calcolo e indicazioni per le misurazioni sul campo, per esempio seguendo griglie di misura modificate rispetto a quelle previste per il progetto).

---

**APPENDICE A ESEMPI DI VARIAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA IN FUNZIONE DEL  
(informativa) TIPO DI STRADA E DEL VALORE DEI PARAMETRI DI INFLUENZA SIGNIFICATIVI**

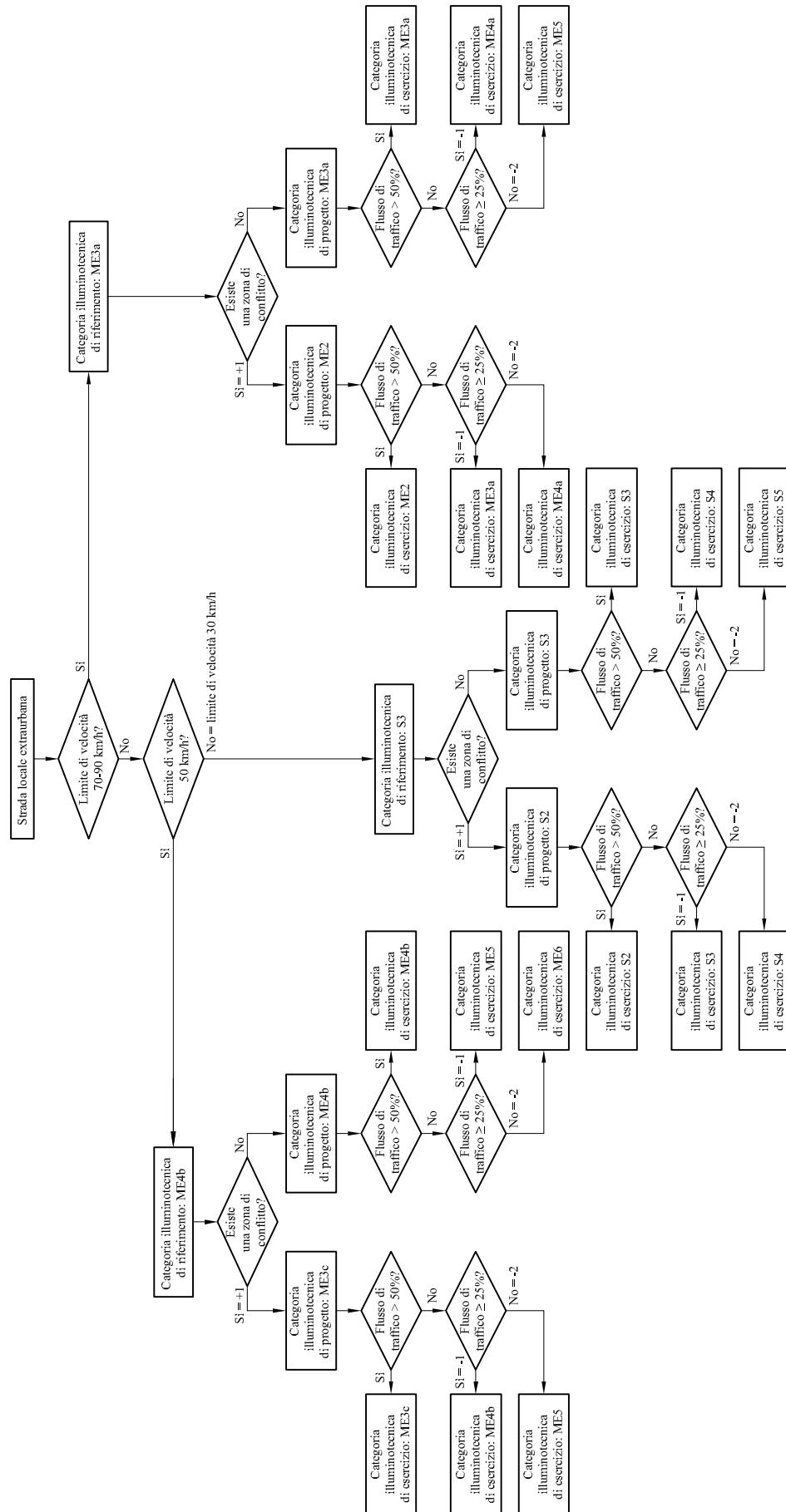
Nella presente appendice sono riportati esempi di definizione della categoria illuminotecnica in situazioni significative, considerando il numero minimo di parametri di influenza che si ritiene debbano essere sicuramente valutati in questi casi.

Questi esempi hanno un carattere informativo con lo scopo di chiarire al progettista un possibile percorso progettuale. Tuttavia, il progettista deve adottare la categoria illuminotecnica che deriva dall'analisi dei rischi, che è obbligatoria, ed in nessun caso potrà adottare una soluzione impiantistica descritta negli esempi che seguono giustificando la propria scelta con un richiamo alla presente appendice A.

Nella figura A.1 è riportato l'esempio di diagramma di flusso relativo a una strada locale in ambito extraurbano considerando, come parametro di influenza per la determinazione della categoria illuminotecnica di progetto, la presenza di zone di conflitto e, come parametro di influenza per la determinazione delle categorie illuminotecniche di esercizio, il flusso di traffico.

figura

### A.1 Esempio di diagramma di flusso per la definizione della categoria illuminotecnica



Nei prospetti da A.1 a A.12 sono riportati, in modo schematico ed a titolo informativo, esempi di scelte di categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio.

prospetto A.1 **Esempio di determinazione della categoria illuminotecnica per le autostrade extraurbane e urbane (strada principale)**

Parametri illuminotecnici	Valori					
Flusso di traffico	<25%		<50%		≤100%	
Complessità del campo visivo	Normale	Elevata	Normale	Elevata	Normale	Elevata
Categoria illuminotecnica	ME4a	ME3a	ME3a	ME2	ME2	ME1

prospetto A.2 **Esempio di determinazione della categoria illuminotecnica per le autostrade extraurbane e urbane (strada di servizio)**

Parametri illuminotecnici	Valori					
Flusso di traffico	<50%			≤100%		
Complessità del campo visivo	Normale		Elevata	Normale	Elevata	
Categoria illuminotecnica	Strada di servizio		ME4a	ME3a	ME3a	ME2
	Zona di conflitto		ME3b	ME2	ME2	ME1

prospetto A.3 **Esempio di determinazione della categoria illuminotecnica per le strade extraurbane principali (strada principale)**

Parametri illuminotecnici	Valori								
Flusso di traffico	<25%			<50%			≤100%		
Zona di conflitto	Assente		Presente	Assente		Presente	Assente		Presente
Complessità del campo visivo	Normale	Elevata	<sup>-1)</sup>	Normale	Elevata	<sup>-1)</sup>	Normale	Elevata	<sup>-1)</sup>
Categoria illuminotecnica	ME5	ME4a	ME3a	ME4a	ME3a	ME2	ME3a	ME2	ME1
1) La presenza di una zona di conflitto rende la complessità del campo visivo elevata.									

prospetto A.4 **Esempio di determinazione della categoria illuminotecnica per le strade extraurbane principali (strada di servizio)**

Parametri illuminotecnici	Valori							
Flusso di traffico	<25%			<50%			≤100%	
Zona di conflitto	Assente		Presente	Assente		Presente	Assente	
Complessità del campo visivo	Normale	Elevata	<sup>-1)</sup>	Normale	Elevata	<sup>-1)</sup>	Normale	Elevata
Categoria illuminotecnica	ME6	ME5	ME4a	ME5	ME4a	ME3b	ME4a	ME3b
1) La presenza di una zona di conflitto rende la complessità del campo visivo elevata.								

prospetto A.5 **Esempio di determinazione della categoria illuminotecnica per le strade extraurbane secondarie (C1 e C2), per le strade urbane di scorrimento e per le strade locali in ambito extraurbano con velocità massima maggiore di 50 km h<sup>-1</sup>**

Parametri illuminotecnici	Valori					
Flusso di traffico	<25%			<50%		≤100%
Zona di conflitto	Assente	Presente	Assente	Presente	Assente	Presente
Categoria illuminotecnica	ME5	ME4a	ME4a	ME3a	ME3a	ME2

prospetto A.6 **Esempio di determinazione della categoria illuminotecnica per le strade extraurbane secondarie e per le strade in ambito extraurbano e urbano con velocità massima minore o uguale a 50 km h<sup>-1</sup>**

Parametri illuminotecnici	Valori					
Flusso di traffico	<25%			<50%		≤100%
Zona di conflitto	Assente	Presente	Assente	Presente	Assente	Presente
Categoria illuminotecnica	ME6	ME5	ME5	ME4b	ME4b	ME3c

prospetto A.7 **Esempio di determinazione della categoria illuminotecnica per le strade urbane di quartiere e interquartiere**

Parametri illuminotecnici			Categoria illuminotecnica
Rallentatori di velocità	Flusso di traffico	Zona di conflitto	
Assenti	<25%	Assente	ME5
		Presente	ME4b
	<50%	Assente	ME4b
		Presente	ME3c
	$\leq 100\%$	Assente	ME3c
		Presente	ME2
Nei pressi dei dispositivi	<25%	Assente	ME4b
		Presente	ME3c
	<50%	Assente	ME3c
		Presente	ME2
	$\leq 100\%$	Assente	ME2
		Presente	ME1

prospetto A.8 **Esempio di determinazione della categoria illuminotecnica per le strade locali in ambito extraurbano con velocità massima minore o uguale a  $30 \text{ km h}^{-1}$**

Parametri illuminotecnici	Valori					
Flusso di traffico	<25%		<50%		$\leq 100\%$	
Zona di conflitto	Assente	Presente	Assente	Presente	Assente	Presente
Categoria illuminotecnica	S5	S4	S4	S3	S3	S2

prospetto A.9 **Esempio di determinazione della categoria illuminotecnica per le strade locali in ambito urbano (centri storici, isole ambientali, zone a velocità massima minore o uguale a 30 km h<sup>-1</sup>)**

Parametri illuminotecnici			Categoria illuminotecnica
Rallentatori di velocità	Indice di rischio di aggressione	Complessità del campo visivo	
Assenti	Normale	Normale	CE4
		Elevata	CE3
	Elevato	Normale	CE3
		Elevata	CE2
	Normale	Normale	CE3
		Elevata	CE2
	Elevato	Normale	CE2
		Elevata	CE1

prospetto A.10 **Esempio di determinazione della categoria illuminotecnica per le strade locali in ambito urbano (esclusi i casi previsti nei prospetti A.6 e A.9)**

Parametri illuminotecnici			Categoria illuminotecnica
Rallentatori di velocità	Indice di rischio di aggressione	Complessità del campo visivo	
Assenti	Normale	Normale	CE5
		Elevata	CE4
	Elevato	Normale	CE4
		Elevata	CE3
	Normale	Normale	CE4
		Elevata	CE3
	Elevato	Normale	CE3
		Elevata	CE2

prospetto A.11 **Esempio di determinazione della categoria illuminotecnica per le strade locali in ambito urbano: aree pedonali, con veicoli a motore non ammessi, centri storici, ecc.**

Parametri illuminotecnici	Tipo di ambiente			
	Isole ambientali, centri storici, zone 30		Altri casi comprese le isole pedonali	
	Valori			
Indice di rischio di aggressione	Normale	Elevato	Normale	Elevato
Categoria illuminotecnica	CE4	CE3	CE5	CE3

prospetto A.12 **Esempio di determinazione della categoria illuminotecnica per le piste ciclabili**

Parametri illuminotecnici	Valori							
Valutazione della luminanza ambientale	Ambiente urbano							
Flusso di traffico di ciclisti	Normale				Elevato			
Pedoni	Non ammessi		Ammessi		Non ammessi		Ammessi	
Pendenza media	$\leq 2\%$	$> 2\%$	$\leq 2\%$	$> 2\%$	$\leq 2\%$	$> 2\%$	$\leq 2\%$	$> 2\%$
Categoria illuminotecnica	Tratto rettilineo	S4	S3	S3	S2	S2	S1	S1
	Tratto in curva	S3	S2	S2	S1	S1	CE3	CE2
Valutazione della luminanza ambientale	Ambiente extraurbano							
Flusso di traffico di ciclisti	Normale				Elevato			
Pedoni	Non ammessi		Ammessi		Non ammessi		Ammessi	
Pendenza media	$\leq 2\%$	$> 2\%$	$\leq 2\%$	$> 2\%$	$\leq 2\%$	$> 2\%$	$\leq 2\%$	$> 2\%$
Categoria illuminotecnica	Tratto rettilineo	S5	S4	S4	S3	S3	S2	S1
	Tratto in curva	S4	S3	S3	S2	S2	S1	CE2

---

**APPENDICE B NOTE RELATIVE ALLA DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA  
(informativa)**

**B.1**

**Osservazioni particolari per le strade di tipo F**

Nel caso di isole ambientali, centri storici, altri tipi di strade con velocità massima compresa tra  $5 \text{ km h}^{-1}$  e  $30 \text{ km h}^{-1}$  e nelle strade con velocità della marcia a piedi, il valore dell'incremento di soglia TI è riportato nel prospetto 5. Nel prospetto 7 è riportata la categoria illuminotecnica EV, che integra le prescrizioni delle categorie CE ed S raccomandate, nel caso di zone sottoposte a videosorveglianza.

---

**B.2**

**Osservazioni sulle piste ciclabili**

Le categorie illuminotecniche individuate per i tratti in curva sono generalmente applicabili anche per le zone di intersezioni a raso con strade con traffico veicolare e qualora fossero presenti rallentatori di velocità.

---

**B.3**

**Strada a destinazione particolare**

Nel caso si debba illuminare una strada a destinazione particolare, si deve fare riferimento a zone analoghe per caratteristiche geometriche e funzionali.

## APPENDICE C ILLUMINAZIONE DELLE INTERSEZIONI STRADALI (informativa)

---

### C.1 Generalità

Ai fini illuminotecnici le intersezioni stradali possono essere divise in:

- intersezioni a raso e/o a rotatoria (incroci);
- intersezioni a livelli sfalsati (svincoli).

Inoltre, sempre dal punto di vista illuminotecnico, una intersezione stradale può essere considerata un insieme di zone di conflitto, identificabili come:

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

---

### C.2 Illuminazione delle intersezioni a rotatoria

#### C.2.1 Identificazione della categoria illuminotecnica

##### C.2.1.1 Generalità

Le intersezioni a rotatoria, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali, possono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche della serie CE, integrate con i requisiti sull'abbigliamento debilitante, come specificato al punto 9.1.1.

##### C.2.1.2 Strade di accesso con bracci di ingresso e di uscita illuminate

La categoria illuminotecnica selezionata dovrebbe essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso, facendo riferimento al prospetto 6. Per esempio, se la categoria illuminotecnica di livello massimo tra quelle selezionate per le strade di accesso è la ME3, nell'intersezione dovrebbe essere applicata la categoria illuminotecnica CE2.

##### C.2.1.3 Strade di accesso con bracci di ingresso e di uscita non illuminate

Si raccomanda di assumere la categoria illuminotecnica CE1 con il valore di incremento di soglia specificato nel prospetto 5 e calcolato come indicato nel punto 9.1.1 e nel punto C.2.3.

Se una o più delle strade di accesso non fossero illuminate, il riferimento è alla categoria illuminotecnica prevista per dette strade. Inoltre per evitare il brusco passaggio da zone illuminate a zone non illuminate, si raccomanda di adottare soluzioni tecniche che creino una illuminazione decrescente nella zona di transizione tra la zona buia e quella completamente illuminata. La lunghezza di questa zona, su ogni strada di accesso non illuminata, non dovrebbe essere minore dello spazio percorso in 5 s alla velocità massima prevista di percorrenza dell'intersezione.

#### C.2.2 Calcolo dell'illuminamento

L'illuminamento medio, riferito alla carreggiata dell'intero anello o "corona", è definito da un reticolo di punti su 3 linee longitudinali per corsia posizionati su raggi aventi tra di loro un angolo pari a 15° e riferiti al centro dell'intersezione.

Le linee longitudinali seguono la curvatura della strada e sono spaziate trasversalmente come previsto nella UNI EN 13201-3:2004.

**C.2.3****Calcolo dell'incremento di soglia**

Il calcolo dell'incremento di soglia (TI) dovrebbe essere eseguito nelle seguenti due modalità e si dovrebbe considerare il valore più conservativo:

- l'osservatore, al centro della corsia di destra della strada di accesso, si avvicina fino a raggiungere la striscia di arresto della rotatoria;
- l'osservatore si muove lungo l'asse mediano della carreggiata dell'anello o "corona" della rotatoria.

L'incremento di soglia è calcolato con spostamenti dell'osservatore di 1 m nel tratto rettilineo e a incrementi angolari di 5° nel tratto circolare. Il calcolo parte dall'asse di una strada di accesso.

L'angolo di osservazione, rispetto alla superficie stradale, è pari a 1° verso il basso e la direzione corrisponde a quella tangente al cerchio dell'asse mediano.

L'illuminamento medio da considerare per il calcolo è quello riferito all'intera carreggiata dell'anello, calcolato come specificato al punto C.2.2.

**C.3****Illuminazione delle intersezioni a raso ed a livelli sfalsati****C.3.1****Generalità**

In questo caso i principali elementi componenti le intersezioni sono:

- le rampe;
- le corsie specializzate: di entrata, di uscita e di accumulo.

**C.3.2****Identificazione della categoria illuminotecnica**

In generale gli elementi componenti le intersezioni (rampe e corsie specializzate), per le loro caratteristiche geometriche e funzionali, possono essere illuminati applicando le categorie illuminotecniche della serie CE, integrate con i requisiti sull'abbigliamento debilitante, come specificato al punto 9.1.1.

Occorre osservare che gli elementi delle intersezioni in oggetto costituiscono delle zone di conflitto, nelle quali statisticamente si verifica il maggior numero di incidenti, anche se la velocità ammessa è minore di quella delle strade principali.

**C.3.2.1****Strade principali (delle quali gli elementi di intersezione fanno parte) illuminate**

La categoria illuminotecnica selezionata dovrebbe essere maggiore di un livello luminoso rispetto alla maggiore tra quelle selezionate per le strade di accesso, facendo riferimento al prospetto 6. Per esempio, se la categoria illuminotecnica di livello massimo tra quelle selezionate per le strade di accesso è la ME3, nell'intersezione dovrebbe essere applicata la categoria illuminotecnica CE2.

Nella definizione della maggiore tra le categorie illuminotecniche delle strade convergenti nell'intersezione, si dovrebbe tenere conto dei valori dei parametri fotometrici effettivamente previsti in fase di progetto o esistenti.

**C.3.2.2****Strade principali non illuminate**

Si raccomanda di assumere la categoria illuminotecnica CE1 con il valore di incremento di soglia specificato nel prospetto 5 e calcolato come indicato nei punti 9.1.1 e C.2.3.

Inoltre per evitare il brusco passaggio da zone illuminate a zone non illuminate, si raccomanda di adottare soluzioni tecniche che creino un'illuminazione decrescente nella zona di transizione tra la zona buia e quella completamente illuminata. La lunghezza di questa zona non dovrebbe essere minore dello spazio percorso in 5 s alla velocità massima prevista di percorrenza dell'intersezione.

L'incremento di soglia (TI), calcolato come nel punto 9.1.1, dovrebbe soddisfare i requisiti del prospetto 5.

### C.3.3

#### **Calcolo dell'illuminamento**

L'illuminamento medio è definito da un reticolo di punti su 3 linee longitudinali per corsia posizionati nel seguente modo:

- per i tratti rettilinei come previsto dalla UNI EN 13201-3:2004;
- per i tratti in curva su raggi aventi tra di loro un angolo al centro pari a 15°.

Le linee longitudinali seguono la curvatura della strada e sono spaziate trasversalmente come previsto nella UNI EN 13201-3:2004.

### C.3.4

#### **Calcolo dell'incremento di soglia**

Si applicano le condizioni descritte nel punto C.2.3.

## APPENDICE D CARATTERIZZAZIONE IN RIFLESSIONE DELLE PAVIMENTAZIONI STRADALI (informativa)

### D.1 Definizione dei parametri

Le proprietà fotometriche delle pavimentazioni stradali sono individuate dalla ripartizione spaziale del coefficiente di luminanza  $q$ .

Con riferimento alla figura 4 della UNI EN 13201-3:2004, il coefficiente di luminanza  $q(P, \varepsilon, \beta, \alpha)$  della generica area infinitesima, individuata dal punto  $P$ , è valutato quando la superficie viene osservata dalla posizione 3, appartenente all'asse inclinato di  $1^\circ$  rispetto al piano stradale ( $\alpha = 1^\circ$ ) e giacente in un piano verticale parallelo all'asse stradale, al variare della posizione di una sorgente di luce (1) individuata dagli angoli  $\beta$  e  $\varepsilon$ . I valori angolari da considerare sono elencati nel prospetto 2 della UNI EN 13201-3:2004.

Per gli scopi illuminotecnici, si preferisce considerare la ripartizione del coefficiente ridotto di luminanza, calcolabile dal coefficiente di luminanza  $q$  mediante la formula:

$$r(P, \varepsilon, \beta, \alpha) = q(P, \varepsilon, \beta, \alpha) \cos^3 \varepsilon$$

Le grandezze  $r$  e  $q$  sono considerate indipendenti dal punto  $P$ , per tratti omogenei della superficie stradale, ed essendo valutate, ai fini della presente norma, per  $\alpha = 1^\circ$  sono in seguito indicate come dipendenti esclusivamente dagli angoli  $\beta$  e  $\varepsilon$ .

La conoscenza di detta ripartizione permette di calcolare per ogni pavimentazione i seguenti parametri globali:

- 1) Il coefficiente medio di luminanza  $Q_0$

$$Q_0 = \frac{\int_{\Omega_i} q(\beta, \varepsilon) d\Omega}{\Omega_i} = \frac{\int_{\Omega_i} \frac{r(\beta, \varepsilon)}{\cos^3 \varepsilon} d\Omega}{\Omega_i}$$

dove:

$\Omega_i$  è l'angolo solido, in steradiani, misurato dall'elemento di superficie stradale considerato e contenente tutte le direzioni di provenienza della luce in grado di contribuire in modo apprezzabile alla luminanza dell'elemento stesso.

Tale angolo è assunto convenzionalmente pari a quello sotteso da un'area parallela al suolo e posta all'altezza  $H$  (UNI EN 13201-3:2004 figura 4) da quest'ultimo, che si estende per  $3H$ , a destra e a sinistra dell'elemento di superficie, e per  $4H$  e  $12H$ , rispettivamente verso la posizione dell'osservatore e nella direzione opposta.

- 2) Il coefficiente medio di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa  $Q_d$ :

$$Q_d = \frac{\int_{\Omega_2} q(\beta, \varepsilon) \cos \gamma d\Omega}{\pi} = \frac{\int_{\Omega_2} \frac{r(\beta, \varepsilon)}{\cos^3 \varepsilon} \cos \gamma d\Omega}{\pi}$$

dove:

$\Omega_2$  è l'angolo solido, in steradiani, di tutto l'emisfero sulla superficie della superficie stradale.

- 3) Il fattore di specularità  $S_1$

$$S_1 = \frac{r(0,2)}{r(0,0)}$$

dove:

$r(0,2)$  e  $r(0,0)$  sono i coefficienti ridotti di luminanza per gli angoli  $\beta = 0$ ,  $\text{tg } \varepsilon = 2$  e  $\beta = 0$ ,  $\text{tg } \varepsilon = 0$  rispettivamente.

Il coefficiente di luminanza o il coefficiente ridotto di luminanza possono essere misurati in loco o in laboratorio su campioni della superficie stradale, mediante un gonioriflettometro.

Il coefficiente medio di luminanza si calcola con la procedura indicata, una volta nota la ripartizione del coefficiente di luminanza o quella del coefficiente ridotto di luminanza della pavimentazione in esame, oppure si misura con un riflettometro.

Il fattore di specularità si calcola con la formula sopra espressa, noti i due valori del coefficiente ridotto di luminanza della pavimentazione, oppure si misura con un riflettometro.

## D.2

### Parametri normalizzati e classificazione delle pavimentazioni stradali

Si introducono due classi normalizzate di pavimentazione stradale asciutta (classi C1 e C2).

I parametri globali delle classi normalizzate sono riassunti nel prospetto D.1, nel quale sono anche indicati i prospetti con i valori della ripartizione del coefficiente ridotto di luminanza.

Qualora non sia possibile caratterizzare una pavimentazione mediante una serie completa di misurazioni della ripartizione del coefficiente di luminanza, un'indicazione su detta ripartizione può essere ottenuta:

- misurando il fattore di specularità  $S_1$  e scegliendo la classe normalizzata in base alla gamma di valori permessi;
- moltiplicando i valori del coefficiente ridotto di luminanza della classe selezionata per il rapporto tra il coefficiente medio di luminanza  $Q_0$  misurato e quello normalizzato.

Le pavimentazioni stradali, quando asciutte, rientrano normalmente nelle classi C1 o C2. In mancanza della misura del fattore di specularità  $S_1$  si può ritenere la classe C1 rappresentativa delle pavimentazioni di calcestruzzo e la classe C2 di quelle di asfalto.

Il prospetto D.1 indica i valori medi del fattore di specularità  $S_1$  delle classi C1 e C2, ritenute rappresentative delle pavimentazioni di calcestruzzo e di quelle di asfalto. Tuttavia, per assicurare una maggiore aderenza del progetto alla pavimentazione effettiva, è opportuno misurarne le caratteristiche fotometriche o almeno il valore di  $S_1$ .

prospetto D.1

#### Classificazione delle pavimentazioni stradali asciutte

Classe	Ripartizione del coefficiente ridotto di luminanza	Coefficiente medio di luminanza	Fattore di specularità	Gamma del fattore di specularità
C1	Vedere prospetto D.2	0,10	0,24	$S_1 \leq 0,4$
C2	Vedere prospetto D.3	0,07	0,97	$S_1 > 0,4$

prospetto D.2 **Coefficienti ridotti di luminanza  $r$  della pavimentazione di classe C1 (valori moltiplicati per  $10^4$ )**

$\beta$ $\operatorname{tg} \varepsilon$	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	
0,25	710	708	703	710	712	710	708	708	707	704	702	708	698	702	704	714	708	724	719	723
0,5	586	582	587	581	581	576	570	567	564	556	548	541	531	544	546	562	566	587	581	589
0,75	468	467	465	455	457	446	430	420	410	399	390	383	373	384	391	412	419	437	438	445
1	378	372	373	363	347	331	314	299	285	273	263	260	250	265	278	295	305	318	323	329
1,25	308	304	305	285	270	244	218	203	193	185	179	173	173	183	194	207	224	237	238	245
1,5	258	254	251	229	203	178	157	143	134	128	124	120	120	132	140	155	163	177	179	184
1,75	217	214	205	182	153	129	110	100	95	90	87	84	88	98	103	116	123	134	137	138
2	188	181	174	142	116	95	80	73	69	64	62	64	64	72	78	88	95	105	108	109
2,5	145	136	121	90	66	53	46	41	39	37	36	36	39	44	50	55	60	66	69	71
3	118	108	87	57	41	32	28	26	25	23	22	23	25	28	31	37	41	45	47	51
3,5	97	87	64	39	26	20	18	17	16	15	15	16	17	19	23	27	30	33	35	37
4	80	69	50	29	17	14	13	12	11	11	11	11	13	15	17	19	22	26	27	29
4,5	70	58	37	21	13	10	9	8	8	8	8	9	10	12	14	16	17	20	21	22
5	60	51	29	15	9	7	7	6	6	6	6	7	7	9	10	12	14	17	17	18
5,5	52	41	23	12	7	6	6	6	5	4										
6	48	36	19	8	6	5	5	5	5											
6,5	44	32	17	7	6	5	5	5	5											
7	41	28	14	6	5	4	4	4	4											
7,5	37	26	12	6	4	3	3													
8	34	23	11	5	4	3	3													
8,5	32	21	9	5	4	3	3													
9	29	19	8	4	3	3														
9,5	27	17	7	4	3	3														
10	26	16	6	3	3	3														
10,5	25	16	6	3	2	1														
11	23	15	6	3	2	1														
11,5	22	14	6	3	2															
12	21	14	5	3	2															

prospetto D.3 **Coefficienti ridotti di luminanza  $r$  della pavimentazione di classe C2 (valori moltiplicati per  $10^4$ )**

$\beta$ $\operatorname{tg} \varepsilon$	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	
0,25	362	358	371	364	371	369	362	357	351	349	348	340	328	312	299	294	298	288	292	281
0,5	379	368	375	373	367	359	350	340	328	317	306	280	266	249	237	237	231	231	227	235
0,75	380	375	378	365	351	334	315	295	275	256	239	218	198	178	175	176	176	169	175	176
1	372	375	372	354	315	277	243	221	205	192	181	152	134	130	125	124	125	129	128	128
1,25	375	373	352	318	265	221	189	166	150	136	125	107	91	93	91	91	88	94	97	97
1,5	354	352	336	271	213	170	140	121	109	97	87	76	67	65	66	66	67	68	71	71
1,75	333	327	302	222	166	129	104	90	75	68	63	53	51	49	49	47	52	51	53	54
2	318	310	266	180	121	90	75	62	54	50	48	40	40	38	38	38	41	41	43	45
2,5	268	262	205	119	72	50	41	36	33	29	26	25	23	24	25	24	26	27	29	28
3	227	217	147	74	42	29	25	23	21	19	18	16	16	17	18	17	19	21	21	23
3,5	194	168	106	47	30	22	17	14	13	12	12	11	10	11	12	13	15	14	15	14
4	168	136	76	34	19	14	13	11	10	10	10	8	8	9	10	9	11	12	11	13
4,5	141	111	54	21	14	11	9	8	8	8	8	7	7	8	8	8	10	10	11	11
5	126	90	43	17	10	8	8	7	6	6	6	7	6	7	6	6	7	8	8	9
5,5	107	79	32	12	8	7	7	7	6	5										
6	94	65	26	10	7	6	6	6	5											
6,5	86	56	21	8	7	6	5	5	5											
7	78	50	17	7	5	5	5	5	5											
7,5	70	41	14	7	4	3	4													
8	63	37	11	5	4	4	4													
8,5	60	37	10	5	4	4	4													
9	56	32	9	5	4	3														
9,5	53	28	9	4	4	4														
10	52	27	7	5	4	3														
10,5	45	23	7	4	3	3														
11	43	22	7	3	3	3														
11,5	43	22	7	3	3	3														
12	42	20	7	4	3															

## BIBLIOGRAFIA

- [1] CIE 17.4 - IEC 60050-845 International Electrotechnical Vocabulary - Lighting 845
- [2] CIE 93:1993 Road lighting as an accident countermeasure
- [3] CIE 144:2001 Road surface and road marking reflection characteristics
- [4] CIE 136:2000 Guide to the lighting of urban areas
- [5] Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285 "Nuovo Codice della Strada" e successive modifiche e integrazioni (in particolare Decreto Legislativo 10 settembre 1993 n. 360)
- [6] Direttive per redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico (art. 36 del D.Lgs. 285/92), supplemento ordinario n. 77 alla G.U. n. 146 del 24 giugno 1995
- [7] Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 n. 6792 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e successive modifiche e integrazioni (Decreto 22 aprile 2004)
- [8] Decreto Ministeriale 30 novembre 1999 n. 557 "Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili" del Ministero dei Lavori Pubblici (G.U. n. 225/2000)
- [9] ANAS "Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali" dell'ANAS (2005)
- [10] CETUR - "Recommandations pour les aménagements cyclabiles", aprile 2000 (Francia)
- [11] SETRA - CETUR - "Guide Technique - l'éclairage des carrefours à sens giratoire", 1991 (Francia)
- [12] Marc Gillet, P. Rombauts "Precise evaluation of upward flux from outdoor lighting installations (applied in the case of roadway lighting)", London (UK) Light Trespass Symposium, Nov. 2001; La Serena (Chile) Light Pollution Symposium, March 2002

## Copyright

Riproduzione vietata. Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte del presente documento può essere riprodotta o diffusa con un mezzo qualsiasi, fotocopie, microfilm o altro, senza il consenso scritto dell'UNI.