

2012



Comune di Cesate
Provincia di Milano

PIANO DELL'ILLUMINAZIONE



- 1- STATO DI FATTO
- 2- CONTROLLO E VERIFICA
- 3- PROGETTAZIONE INTEGRATA**
- 4- PRIORITA'/PIANIFICAZIONE
- 5- ENERGY SAVING



AstroLight Studio

il giusto equilibrio tra il giorno e la notte

ing. Diego Bonata

Via Meucci, 17 – 24053 Brignano Gera d'Adda (Bg)
Tel./Fax. 0363-814385 – cell. 339-3073273
<http://diegobonata.eu> - bonata@tiscali.it

Settembre 2012

PARTE 3

LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE E RIASSETTO DEL TERRITORIO

ORIENTAMENTO

UFFICIO TECNICO - PROGETTISTI

Linee guida per la progettazione illuminotecnica e il riassetto del territorio

OBIETTIVI

1- Classificazione:

- linee guida
- strade a traffico motorizzato
- resto del territorio
- indici di declassamento temporali

2- Progettazione:

- le specifiche minime dei nuovi impianti elettrici, dei corpi illuminanti, sostegni e accessori agli impianti (par. 2.2 a, b, c)
- le specifiche minime di progetto dei nuovi impianti d'illuminazione comunali suddivisi per applicazione e aree omogenee definendo anche dei progetti illuminotecnici minimi operativi (par. 2.3 lettere a-m)
- le specifiche minime di progetto dei nuovi impianti d'illuminazione privati residenziali (par. 2.3 lettere o)
- le linee guida per il riassetto dell'illuminazione delle evidenze artistiche e storiche (par. 2.3 lettera n)

INDICE

QUADRO DI SINTESI	3
1- CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO	5
1.1- RIFERIMENTI NORMATIVI	5
1.2- LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE	6
A- CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI PROGETTO	6
B- PARAMETRI ILLUMINOTECNICI DI PROGETTO	12
1.3- CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE	15
1. Integrazione Illuminotecnica della classificazione e analisi dei rischi	15
2. Tabella della classificazione delle strade	19
1.4- CLASSIFICAZIONE DEL RESTO DEL TERRITORIO	21
1. EN 13201 – Illuminamenti Orizzontali: Classe CE (Aree di conflitto come strade commerciali, incroci, rotatorie, sottopassi.....)	22
3. EN 13201 – Illuminamenti Verticali: Classe EV (Classe aggiuntiva per facilitare la percezione di piani verticali come passaggi pedonali, caselli....)	25



1.5- FLUSSI DI TRAFFICO	27
2- PROGETTAZIONE DEL TERRITORIO	31
2.1- PREMESSA PROGETTUALE	31
2.2- SPECIFICHE MINIME DEGLI IMPIANTI ELETTRICI	32
a. Impianti elettrici indicazioni per l'adeguamento e per i nuovi impianti	32
b. caratteristiche elettriche generali degli apparecchi d'illuminazione	33
c. caratteristiche dei quadri elettrici, dei cavidotti e dei sostegni	34
e. Cavidotti e modalità di posa linee	37
f. conformità degli impianti elettrici	40
2.3- TIPOLOGIE DI INTERVENTO: LINEE GUIDA PROGETTUALI OPERATIVE	43
a. Strade a traffico veicolare con requisiti illuminotecnici elevati: Assi viari principali	43
b. Strade a traffico veicolare: Assi viari secondari o locali	61
c. Strade a traffico veicolare: Aree verdi modestamente abitate	75
d. Strade a traffico veicolare: strade in zone artigianali	79
e. Aree specifiche: aree verdi, giardini e parchi urbani	81
f. Applicazioni specifiche: Piste ciclabili o percorsi a traffico prevalentemente pedonale locali	87
g. Applicazioni specifiche: Parcheggi	92
h. Applicazioni specifiche: rotatorie	98
i. Applicazioni specifiche: Passaggi pedonali	103
l. Applicazioni specifiche: Impianti sportivi	108
m. Applicazioni specifiche: Strade e piazze a traffico prevalentemente pedonale e aree di aggregazione e ricreazione (centro cittadino e/o centro storico)	112
n. Applicazioni specifiche: Evidenze storiche, culturali ed artistiche	118
o. Applicazioni specifiche: Impianti d'illuminazione privata e residenziale	126
ALLEGATO 3 - GUIDA VISUALE AI CORPI ILLUMINANTI CONFORMI ALLA LR17/00	129



QUADRO DI SINTESI

LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO	
1- Classificazione strade a traffico motorizzato e del resto del territorio	
INDICAZIONI PER: L'UFFICIO TECNICO, I PROGETTISTI	
CLASSIFICAZIONE STRADALE: <ul style="list-style-type: none">• L'attuale classificazione dei tracciati viari a traffico motorizzato secondo EN 13201 – Classe ME è riportata nella tabella 1.15	
CLASSIFICAZIONE DEL RESTO DEL TERRITORIO: <ul style="list-style-type: none">• La classificazione secondo EN 13201 – Classe CE di incroci, roatorie, aree di conflitto, etc. è riportata nella tabella 1.16• La classificazione secondo EN 13201 – Classe S di aree pedonali, parcheggi, strade pedonali e non assimilabili a strade di classe ME, ciclabili, parchi, centri storici, è riportata nella tabella 1.17	
CONTROLLO E VERIFICA DEI PROGETTI ILLUMINOTECNICI: <p>I parametri illuminotecnici definiti, sono i minimi e massimi di progetto (salvo le tolleranze di misura previste dalle norme). Il controllo e la verifica sono trattate nella PARTE 2 del piano.</p>	
2- Declassamento	
INDICAZIONI PER: L'UFFICIO TECNICO, I PROGETTISTI	
DECLASSAMENTO IN FUNZIONE DEL TRAFFICO: <p>Il territorio evidenzia flussi di traffico notturni e diurni molto inferiori (ad esclusione della S.S.133) a quelli minimi previsti dalle norme per strade analoghe (il 25% del traffico per ogni corsia è pari a 200 auto/ora, un'auto ogni 15 secondi). Gli impianti potrebbero funzionare in perenne riduzione, ma per permettere una maggiore fruizione del territorio soprattutto nei periodi estivi si consigliano le seguenti curve di taratura di eventuali futuri sistemi di riduzione del flusso luminoso:</p> <ol style="list-style-type: none">1. effettuare una prima riduzione entro le 20:30 e una seconda entro le 22:00 rispetto alle condizioni di pieno regime tranne per la statale ME3 ove è preferibile intervenire rispettivamente alle 22:00 e alle 24:00;2. effettuare un'unica riduzione del flusso luminoso entro le ore 21:00 (entro le ore 23:00 per le strade di classe ME3). <p>Allo stesso modo vanno bene regolazioni secondo curve di calibrazione che interpolano gli orari e gli step indicati.</p> <p>Mantenere le linee di alimentazione della strada statale separate dalle altre linee.</p>	
3- Futuri nuovi interventi e classificazioni	
INDICAZIONI PER: L'UFFICIO TECNICO, I PROGETTISTI	
FUTURE CLASSIFICAZIONI: <ul style="list-style-type: none">• La classificazione del territorio prevista dal piano della luce NON impone all'amministrazione comunale di illuminare aree non illuminate, ma fornisce solo le indicazioni su come illuminare tali aree qualora un giorno si ritenesse necessario.• Ogni futura classificazione di aree, svincoli, strade, deve essere realizzata in conformità ai paragrafi 1.2, 1.3 e 1.6 ed integrarsi con livelli d'illuminazione coerenti con quelli previsti dal piano medesimo per le aree circostanti, contenendo per quanto possibile i livelli d'illuminamento.	



LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE

1. Specifiche minime per gli impianti elettrici

INDICAZIONI PER: L'UFFICIO TECNICO, I PROGETTISTI

LINEE GUIDA:

Il paragrafo 2.2 definisce le specifiche tecniche per la realizzazione dei futuri impianti elettrici asserviti all'illuminazione pubblica comunale. Tali specifiche possono essere integrate nei futuri bandi di gara per l'illuminazione pubblica.

2. Specifiche minime per i progetti illuminotecnici

INDICAZIONI PER: L'UFFICIO TECNICO, I PROGETTISTI

PROGETTO ILLUMINOTECNICO:

Il paragrafo 2.3 identifica le prescrizioni tecniche minime e le prescrizioni per la progettazione dei futuri impianti d'illuminazione sul territorio e per l'intervento sugli impianti esistenti:

- a. in ambito pubblico da 2.3 lettera "a" a 2.3 lettera "m";
- b. 2.3 lettera "n" definisce le linee guida per gli impianti che in futuro potranno valorizzare gli edifici di elevato valore storico ed architettonico;
- c. 2.3 lettera "o" definisce le linee guida per gli impianti privati (trattati anche nella parte 4 – Pianificazione e Priorità al capitolo 1.1).



1- CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO

1.1- RIFERIMENTI NORMATIVI

Uno degli obiettivi del Piano Regolatore di Illuminazione Comunale è la classificazione del territorio per permettere la futura progettazione illuminotecnica di strade, piazze, giardini, piste ciclabili, incroci principali.

a. Strade a Traffico Motorizzato

La classificazione delle strade risulta fondamentale per pianificare al meglio l'illuminazione in quanto le caratteristiche che gli impianti dovranno soddisfare dipendono strettamente dal tipo di strada che si intende illuminare. Il Codice della Strada divide le strade in sei grandi categorie:

- Autostrade (extraurbane ed urbane)
- Extraurbane principali
- Extraurbane secondarie
- Urbane di scorrimento
- Urbane di quartiere
- Locali (extraurbane ed urbane)

Per ogni tipo di strada esistono precisi parametri che devono essere, per quanto possibile, rispettati. Ad esempio le strade di categoria B, Extraurbane principali, devono avere due o più corsie per senso di marcia, un limite di 110 km/h e non possono essere percorse da biciclette e ciclomotori. Le strade urbane di scorrimento, categoria D, devono anch'esse avere due o più corsie per senso di marcia, un limite di 70 km/h, ammettono anche i ciclomotori, mentre le biciclette possono circolare solo esternamente alla carreggiata. Le caratteristiche dei vari tipi di strada sono riassunte nelle tabelle per paragrafi successivi.

La norma UNI 11248 permette di fare una classificazione ai fini illuminotecnici.

Il Nuovo Codice della Strada (decreto legislativo 30 aprile 1992 n. 285, e s.m.i.), nonché il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 novembre 2001 (Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade) dettano le condizioni e i requisiti per classificare i diversi tipi di strade. Stralci del Codice della Strada e del Decreto Ministeriale sono riportati in appendice.

b. Resto del Territorio

Con l'approvazione della norma europea EN 13201 si introduce la classificazione anche per la restante parte del territorio, permettendo una migliore e più graduale gestione della luce che porta ad una altrettanto migliore fruizione degli spazi e ad un corretto uso dei flussi luminosi.



1.2- LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE

A- CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI PROGETTO

Risulta fondamentale, sia ai fini della stesura di un piano della luce che della progettazione illuminotecnica, definire i parametri di progetto e quindi classificare correttamente il territorio in ogni suo ambito.

La classificazione illuminotecnica adottata nel PRIC non implica il dover illuminare quanto classificato, ma serve a definire i parametri di progetto in caso di interventi in ambito illuminotecnico che devono essere rispettati dai progettisti e seguiti dai tecnici comunali.

Fasi della classificazione:

- *Categoria illuminotecnica di riferimento*: tale categoria deriva direttamente dalle leggi e norme di settore; la classificazione non è normalmente di competenza del progettista, ma lo stesso può aiutare nell'individuazione della corretta classificazione.
- *Categoria illuminotecnica di progetto*: dipende dall'applicazione dei parametri di influenza e specifica i requisiti illuminotecnici da considerare nel progetto dell'impianto.
- *Categorie illuminotecniche di esercizio*: in relazione all'analisi dei parametri di influenza (analisi dei rischi) e ad aspetti di contenimento dei consumi energetici, sono quelle categorie che tengono conto della variazione nel tempo dei parametri di influenza, come è ad esempio in ambito stradale la variazione del flusso del traffico durante la giornata.

Nella definizione della categoria illuminotecnica di progetto, il progettista individua i parametri di influenza applicabili e definisce nel progetto stesso le categorie illuminotecniche di progetto/esercizio attraverso una valutazione dei rischi con evidenza dei criteri e delle fonti d'informazioni che giustificano le scelte effettuate. L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri di influenza allo scopo di garantire la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione e l'impatto ambientale.

L'analisi si suddivide in più fasi:

- sopralluogo per valutare i parametri di influenza e la loro importanza;
- individuazione dei parametri e delle procedure richieste da leggi, norme di settore e esigenze specifiche;
- studio degli eventi potenzialmente pericolosi classificandoli in funzione della frequenza e della gravità;
- identificazione degli interventi a lungo termine per assicurare i livelli di sicurezza richiesti da leggi e norme;
- determinazione di un programma di priorità per le azioni più efficaci in termini di sicurezza per gli utenti.

L'analisi individua le categorie illuminotecniche e le misure (impianti, attrezzature, procedure) per assicurare la sicurezza degli utenti della strada, ottimizzando costi installativi ed energetici conformemente ai requisiti evidenziati dall'analisi e fissando i criteri da seguire per garantire, nel tempo, livelli di sicurezza adeguati.

Ambito: stradale

La classificazione illuminotecnica di ambiti stradali ha come fine ultimo la definizione dei valori progettuali di luminanza che devono rispettare i progetti illuminotecnici.



A tal fine, la classificazione di una strada può essere effettuata da un professionista in accordo con l'amministrazione comunale sulla base del seguente approccio metodologico:

- 1) **In caso di presenza di PRIC o PUT:** Utilizzare la classificazione illuminotecnica definita nel piano della luce e/o la classificazione del Piano Urbano del Traffico (PUT). Verificare che la classificazione del PUT sia coerente con quanto definito dal codice della Strada (D.Lgs.285 del 30/4/1992 e s.m.i.) e sulla base del D.M. n.6792 del 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" emanato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti, in quanto a volte la classificazione riportata nel PUT è imprecisa ai fini dell'illuminazione del territorio.
- 2) **In mancanza di strumenti di pianificazione:** Identificare la classificazione illuminotecnica applicando la norma italiana UNI 11248 e la norma UNI EN 13201.

Fasi della classificazione:

I. Categoria illuminotecnica di riferimento: Dipende dal tipo di strada della zona di studio ed è sintetizzata nella tabella 3.1 in funzione del Codice della strada e del DM 6792 del 5/11/2001. L'errore più comune (che raddoppia il valore della classificazione e di conseguenza i costi) è quello di classificare scorrettamente le strade urbane locali (oltre il 60% delle strade) definendole genericamente "strade urbane di quartiere". Come precisa il DM. 6792/2001, però, le strade urbane di quartiere sono solo le *"strade della rete secondaria di penetrazione che svolgono funzione di collegamento tra le strade urbane locali (facenti parte della rete locale, di accesso) e, qualora esistenti, le strade urbane di scorrimento (rete principale, di distribuzione)"*. Pertanto le strade urbane di quartiere sono strade che entrano nel centro urbano e che nel tracciato extraurbano erano di tipo C *"extraurbane secondarie"* o più semplicemente S.P. o S.S.

Classificazione Strada	Carreggiate indipendenti (min)	Corsie per senso di marcia (min)	Altri requisiti minimi
A- autostrada	2	2+2	
B- extraurbana principale	2	2+2	tipo tangenziali e superstrade
C- extraurbana secondaria	1	1+1	- con banchine laterali transitabili - S.P. oppure S.S.
D- urbana a scorrimento veloce	2	2+2	limite velocità >50Km/h
D- urbana a scorrimento	2	2+2	limite velocità <50 Km/h
E- urbana di quartiere	1	1+1 o 2 nello stesso senso di marcia	-solo proseguimento strade C -con corsie di manovra e parcheggi esterni alla carreggiata
F- extraurbana locale	1	1+1 o 1	Se diverse strade C
F- urbana interzonale	1	1+1 o 1	Urbane locali di rilievo che attraversano il centro abitato
F- urbana locale	1	1+1 o 1	Tutte le altre strade del centro abitato

Tabella 3.1: Tabella esemplificativa per la corretta classificazione di una strada secondo il codice della strada. Esulano da codesta esemplificazione le sole strade urbane su cui si svolgono regolari servizi di trasporti pubblici (autobus di linea) che non possono essere classificate come F-urbane locali.

Strade di tipo F rurali o in strade locali extraurbane: se in prossimità di incroci sono previsti apparecchi di illuminazione, singoli o limitati con funzione di segnalazione visiva, non sono richieste prescrizioni per i livelli di illuminazione (categoria ill. S7) ma solo per la categoria ill. G3 per limitare l'abbagliamento, valutato nelle condizioni di installazione degli apparecchi (gli apparecchi conformi alla L.R. 17/00 e s.m.i. sono già conformi a questa categoria).



Strade non calcolabili con UNI EN 13201-3: Qualora non sia calcolabile il parametro di luminanza della strada secondo la UNI EN 13201-3, si deve utilizzare la categoria illuminotecnica CE di livello luminoso comparabile (tabella 3.3 e 3.4).

II. Categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio: L'analisi dei parametri di influenza viene condotta dal progettista all'interno dell'analisi del rischio, e può anche decidere di non definire la categoria illuminotecnica di riferimento e determinare direttamente quella di progetto. Nello specifico la valutazione della complessità del campo visivo è di responsabilità del progettista ed è 'elevata' nel caso di strada tortuosa, con numerosi ostacoli alla visione dipendendo anche dalle elevate velocità. La tabella 3.2 riassume i prospetti 1-2-3-A della norma UNI 11248 (fare riferimento alla medesima per approfondimenti), e la classificazione delle strade secondo le leggi dello stato. La stessa permette di risalire alla classificazione illuminotecnica (riferimento/progetto/esercizio) del tracciato viario in funzione dei relativi parametri fondamentali di influenza.

Tipo di strada	Portata di servizio per corsia (veicoli/ora)	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h-1]	Categoria Illuminotecnica di riferimento	Aree di conflitto	Complessità campo visivo	Dispositivi Rallentatori	Flusso di Traffico		
								Categoria illuminotecnica di progetto	Categoria illuminotecnica di esercizio	
								100%	50%	25%
A1	1100	Autostrade extraurbane	130-150	ME1	-	Normale	-	ME2	-	-
A1		Autostrade urbane	130		-	Elevata	-	ME1	-	-
A2	1100	Strade di servizio alle autostrade	70 -90	ME3a	No	Normale	-	ME3a	ME4a	-
A2	1100	Strade di servizio alle autostrade urbane	50		Si	Elevata	-	ME2	ME3a	-
						Normale	-	ME2	ME3b	-
						Elevata	-	ME1	ME2	-
B	1100	Strade extraurbane principali	110	ME3a	No	Normale	-	ME3a	ME4a	ME4a
						Elevata	-	ME2	ME3a	ME3a
B	1100	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	ME4a	Si	Ininfluente	-	ME1	ME2	ME2
C	600	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C24)	70-90	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3a	ME4a
C	600	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b	No	-	-	ME4b	ME5	ME6
					Si	-	-	ME3c	ME4b	ME5
C	600	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3a	ME4a
D	950	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3a	ME4a
D	950	Strade urbane di scorrimento	50	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3a	ME4a
E	800	Strade urbane interquartiere	50	ME3c	No	-	No	ME3c	ME4b	ME5
							Nei pressi	ME2	ME3c	ME4b
					Si	-	No	ME2	ME3c	ME4b
							Nei pressi	ME1	ME2	ME3c
E	800	Strade urbane di quartiere	50	ME3c	No	-	No	ME3c	ME4b	ME5
							Nei pressi	ME2	ME3c	ME4b
					Si	-	No	ME2	ME3c	ME4b
							Nei pressi	ME1	ME2	ME3c
F	800	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70 - 90	ME3a	No	-	-	ME3a	ME4a	ME5
					Si	-	-	ME2	ME3a	ME4a
F	450	Strade locali extraurbane	50	ME4b	No	-	-	ME4b	ME5	ME6
					Si	-	-	ME3c	ME4b	ME5
F	800	Strade locali urbane (tipi F1 e F2)	50	ME4b	No	-	-	ME4b	ME5	ME6

Tabella 3.2: Classificazione illuminotecnica di progetto e esercizio in funzione della categoria della strada (tabella 1) e dei fondamentali parametri di influenza secondo la norma UNI11248 (fare sempre riferimento al documento UNI originale). La L.R. 17/00 prescrive questi valori di luminanza come quelli minimi di progetto. La tolleranza è quella specificata dalle norme in termini di incertezze di misura anche in base a quanto indicato nella UNI EN ISO 14253-1 (+/-10-15%).



La norma UNI 11248 introduce e propone nei prospetti 2 e 3 alcuni possibili parametri di influenza, ovviamente non tutti applicabili in ciascun ambito illuminotecnico. Nello specifico, il prospetto 2, identifica quelli fondamentali applicabili in ambito stradale e per piste ciclabili (direttamente riportati nelle tabelle 3.2, 3.3 e 3.4), che possono essere integrati previa adeguata analisi dei possibili rischi, in ambiti stradali, o pedonali/misti con alcuni dei parametri di influenza del prospetto 3 al fine di declassare ulteriormente l'ambito da illuminare e quindi di favorire, come appunto promuove la norma UNI 11248 il risparmio energetico.

N.B. Nel prospetto 3 della UNI 11248 si introducono diversi parametri utili per ridurre/incrementare la classificazione del territorio ai fini del risparmio energetico, ed in particolare quelli applicabili a seconda dell'ambito specifico (i valori sono inseriti esclusivamente a titolo indicativo e possono anche essere aumentati/diminuiti dal progettista in quanto, se le condizioni lo permettono, è necessario favorire il risparmio energetico).

Applicazione	Parametro d'influenza	Valori indicativi
Estensione pari all'intero tratto stradale/pedonale/altro		
Stradale/Ciclo-Pedonale	Compito visivo normale	-1 (declassamento) non sommabili e non applicabili alla categoria A1
Stradale/Ciclo-Pedonale	Condizioni non conflittuali	
Stradale	Flusso del traffico <50% del massimo previsto per quella categoria	
Stradale	Flusso del traffico <25% del massimo previsto per quella categoria	-2 (declassamento)
NON stradale	Quando i flussi di traffico veicolare e pedonale decrescono considerevolmente entro le ore 24	Non indicato
Stradale/Ciclo-Pedonale	Impiego di apparecchi del tipo full cut-off (l'obbligo perentorio della legge di impiego di apparecchi con emissione inferiore a 0.49cd/klm 90° ed oltre favorisce ridotti fenomeni di abbagliamento)	-1 (declassamento)
Pedonale/Aree di aggregazione	Impiego di sorgenti ad elevata resa cromatica $R_a \geq 60$ (solo ove sia necessaria elevata resa cromatica ed abbia senso questo parametro quindi <u>non è applicabile</u> in ambito stradale e in effetti non viene applicata neppure dalla UNI11248 nel prospetto 2, e negli esempi di classificazione ivi contenuti)	-1 (declassamento)
Pedonale/Aree di aggregazione	Pericolo di aggressione	1 (incremento)
Estensione limitata a zone di progetto molto ristrette		
Stradale	Segnaletica efficace nelle zone conflittuali	-1 (declassamento)
Stradale	In corrispondenza di svincoli o intersezioni a raso	1 (incremento)
Stradale	In prossimità di passaggi pedonali	
Stradale	In prossimità di dispositivi rallentatori	

Tabella 3.3: Esempi di parametri di influenza ed individuazione del loro peso sul territorio comunale

IMPORTANTE: E' errore comune declassare le strade per l'uso della luce con R_a maggiore di 60 (luce bianca o a led). Questo NON è previsto dalle norme di settore inoltre è estremamente pericoloso e sconsigliato (si veda PARTE 2 del Piano capitolo 2.10 parte 4).

I valori riportati nel prospetto, a titolo indicativo sia nella UNI 11248 che in questo documento, NON sono state implementate se non molto parzialmente nelle tabelle 3.2, 3.4 e 3.5.



Mostriamo, per le strade più comuni, *tipo F - Urbana Locale*, le situazioni di riferimento:

1- categoria illuminotecnica di riferimento ME4:

- con campo visivo normale (nella maggior parte delle situazioni) tale indice diventa un indice di progetto ME5, nei restanti casi rimane ME4b;
- Qualora non sia applicabile il calcolo della luminanza secondo UNI EN 13201, si usa la categoria equivalente CE, che per situazioni di campo visivo normale tale indice è CE5 e negli altri casi CE4.

2- Strade a traffico veicolare con velocità minore di 30km/h: categoria illuminotecnica di riferimento CE4 per centri storici e isole ambientali, e CE5 per il resto.

Ambito: resto del territorio

La classificazione illuminotecnica degli altri ambiti del territorio definisce i valori progettuali in termini di illuminamento. Le norme di riferimento sono le seguenti:

UNI EN 13201 e UNI 11248 – parcheggi e piazze, incroci e rotonde, ciclabili, parchi, pedonali, etc.

UNI EN12193 – impianto sportivi.

EN 12462 – Aree industriali di lavoro con utilizzo anche notturno.

La categoria illuminotecnica EV, integra le categorie CE ed S, per zone sottoposte a video sorveglianza.

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di riferimento	Aree di conflitto	Complessità campo visivo	Dispositivi Rallentatori	Indice rischio di aggressione	Flusso di Traffico		
								Categoria illuminotecnica di progetto	Categoria illuminotecnica di esercizio	
									100%	50% 25%
F	Strade locali extraurbane	30	S3	No	-	-	-	S3	S4	S5
				Si	-	-	-	S2	S3	S4
F	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30km/h	30	CE4	-	Normale	No	Normale	CE4	CE5	S4
							Elevato	CE3	CE4	CE5
						Nei pressi	Normale	CE3	CE4	CE5
							Elevato	CE2	CE3	CE4
					Elevata	No	Normale	CE3	CE4	CE5
							Elevato	CE2	CE3	CE4
						Nei pressi	Normale	CE2	CE3	CE4
							Elevato	CE1	CE2	CE3
F	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE5/S3	-	Normale	No	Normale	CE5	S4	S5
							Elevato	CE4	CE5	S4
						Nei pressi	Normale	CE4	CE5	S4
							Elevato	CE3	CE4	CE5
					Elevata	No	Normale	CE4	CE5	S4
							Elevato	CE3	CE4	CE5
						Nei pressi	Normale	CE3	CE4	CE5
							Elevato	CE2	CE3	CE4
F	Strade locali urbane: aree pedonali	5	CE5/S3	-	-	-	Normale	CE5	S4	S5
							Elevato	CE4	CE5	S4
F	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5/S3	-	-	-	Normale	CE5	S4	S5
							Elevato	CE4	CE5	S4
F	Strade locali interzonali	50/30	CE5/S3	-	-	-	Normale	CE5	S4	S5
							Elevato	CE4	CE5	S4
F	Strade a destinazione particolare	30	S3	No	-	-	-	S3	S4	S5
				Si	-	-	-	S2	S3	S4

Tabella 3.4: Classificazione illuminotecnica di strade e aree a traffico misto in funzione dei fondamentali parametri di influenza secondo la norma UNI11248 (fare riferimento al documento UNI originale). La L.r. 17/00 prescrive questi valori di luminanza come quelli minimi di progetto. La tolleranza è quella specificata dalle norme in termini di incertezze di misura anche in base a quanto indicato nella UNI EN ISO 14253-1 (+/-10-15%).



Strade di tipo F particolari: Nel caso di isole ambientali, centri storici, altri tipi di strade con velocità massima compresa tra 5 e 30 km/h e nelle strade con velocità della marcia a piedi, il valore dell'incremento di soglia TI è riportato in tabella 3.9.

Piste ciclabili e intersezioni: 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 dispositivi rallentatori.

PISTE CICLABILI								
Descrizione del tipo della strada	Categoria illuminotecnica di riferimento	Ambiente	Flusso di Traffico ciclisti	Pedoni	Pendenza media	Tratto di progetto	Categoria illuminotecnica di progetto	Categoria illuminotecnica di Esercizio
Piste ciclabili	S3	urbano	Normale	Non ammessi	<2%	Rettilineo	S4	
						Curva	S3	
					>2%	Rettilineo	S3	
						Curva	S2	
				Ammessi	<2%	Rettilineo	S3	
						Curva	S2	
					>2%	Rettilineo	S2	
						Curva	S1	
			Elevato	Non ammessi	<2%	Rettilineo	S2	
						Curva	S1	
					>2%	Rettilineo	S1	
						Curva	CE3	
				Ammessi	<2%	Rettilineo	S1	
						Curva	CE3	
					>2%	Rettilineo	CE3	
						Curva	CE2	
		extraurbano	Normale	Non ammessi	<2%	Rettilineo	S5	
						Curva	S4	
					>2%	Rettilineo	S4	
						Curva	S3	
				Ammessi	<2%	Rettilineo	S4	
						Curva	S3	
					>2%	Rettilineo	S3	
						Curva	S2	
			Elevato	Non ammessi	<2%	Rettilineo	S3	
						Curva	S2	
					>2%	Rettilineo	S2	
						Curva	S1	
				Ammessi	<2%	Rettilineo	S2	
						Curva	S1	
					>2%	Rettilineo	S1	
						Curva	CE2	

Tabella 3.5: Classificazione illuminotecnica delle piste ciclabili in funzione dei parametri fondamentali di influenza secondo la norma UNI 11248 (fare riferimento al documento UNI originale). La L.R. 17/00 prescrive questi valori di luminanza come quelli minimi di progetto. La tolleranza è quella specificata dalle norme in termini di incertezze di misura anche in base a quanto indicato nella UNI EN ISO 14253-1 (+/-10-15%).



B- PARAMETRI ILLUMINOTECNICI DI PROGETTO

Definiti i requisiti illuminotecnici di progetto per la conformità alla L.R.17/00 e s.m.i. della progettazione illuminotecnica, si devono minimizzare (a meno della tolleranza di misura indicata nelle norme):

- la luminanza media mantenuta in ambiti stradali (tabelle 3.8),
- gli illuminamenti orizzontali medi mantenuti negli altri ambiti (tabelle 3.9).

I parametri di progetto da minimizzare sono riportati in tabella 3.6.

Applicazione	Classe EN 13201	Parametro di progetto	Grandezza illuminotecnica di progetto	Grandezza illuminotecnica da verificare 1	Ulteriore parametro da verificare	Grandezza illuminotecnica da verificare 2
Strade	ME	Luminanza media mantenuta	Lm [cd/m ²]	Unif. Generale Uo [%] Unif. Long. UI [%]	Abbagliamento massimo	Ti [%]
Pedonali, parchi, giardini, parcheggi, piazze, ciclabili, strade non di classe ME	S	Illuminamento Orizzontale	E medio minimo mantenuto [lx]	E min mantenuto [lx]	Illuminamento Semicilindrico	Esc. minimo mantenuto [lx]
Rotatorie, zone conflitto, sottopassi intersezioni, strade non di classe ME in aree di conflitto	CE	Illuminamento Orizzontale	E medio minimo mantenuto [lx]	Uo Uniformità di E medio (Emed/Emin)	Illuminamento Verticale	EV minimo mantenuto [lx]

Tabella 3.6: Definizione dei parametri illuminotecnici di progetto da ottimizzare e minimizzare.

Categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zone adiacenti:

Quando zone adiacenti o contigue prevedono categorie illuminotecniche diverse è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile (tabella 3.9 i gruppi di categorie illuminotecniche comparabile sono riportate nella stessa colonna).

Livelli di prestazione visiva e di PROGETTO									
Indice Ill. UNI10439		6	5	4	3	2	1		
Classe EN 13201		ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6		
Luminanze [cd/m²]		2	1.5	1	0,75	0,5	0,3		
E orizzontali	CE0 (50lx)	CE1 (30lx)	CE2 (20lx)	CE3 (15lx)	CE4 (10lx)	CE5 (7.5lx)			
E orizzontali				S1 (15lx)	S2 (10lx)	S3 (7.5lx)	S4 (5lx)	S5 (3lx)	S6 (2lx)
E. semicilindrici	ES1 (10lx)	ES2 (7.5lx)	ES3 (5lx)	ES4 (3lx)	ES5 (2lx)	ES6 (1.5lx)	ES7 (1lx)	ES8 (0.75lx)	ES9 (0.5lx)
E.verticali		EV3 (10lx)	EV4 (5lx)	EV5 (0.5lx)					

Tabella 3.7: Tavola di correlazioni illuminotecnica per zone progettuali contigue.



Requisiti illuminotecnici di progetto in ambito stradale:

Classe	Luminanze delle superfici stradali			Abbagliamento	SR min*
	Lm (minima mantenuta) cd/m2	Uo min (Uniformità generale)	Ul min (Uniformità longitudinale)	Ti max (%)	
ME1	2	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	Nessuna richiesta

Tabella 3.8: Parametri illuminotecnici di progetto in ambito stradale.

*SR: Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti propri adiacenti alla carreggiata.

Requisiti illuminotecnici di progetto in altri ambiti:

Classe CE: Definisce gli illuminamenti orizzontali di aree di conflitto come strade commerciali, incroci principali, rotatorie, sottopassi pedonali ecc

Classe S: Definiscono gli illuminamenti orizzontali per strade e piazze pedonali, piste ciclabili, parcheggi ecc.

Classe ES: Favorisce la percezione della sicurezza e la riduzione della propensione al crimine.

Classe EV: Favorisce la percezione di piani verticali in passaggi pedonali, caselli, svincoli o zone di interscambio) o in zone con rischio di azioni criminose, ecc.

Illuminamento orizzontale				Illuminamento semicindrico	
Classe	E. Medio (minimo mantenuto) lx	Uo Emedio	Ti (Valore dell' incremento di soglia)	Classe	E _{sc} Minimo (mantenuto) lx
CE0	50	0,4	10	ES1	10
CE1	30	0,4	10	ES2	7,5
CE2	20	0,4	10	ES3	5
CE3	15	0,4	15	ES4	3
CE4	10	0,4	15	ES5	2
CE5	7,5	0,4	15	ES6	1,5
Classe	E. Medio (minimo mantenuto) lx	E. min (mantenuto)	Ti (Valore dell' incremento di soglia)	ES7	1
S1	15	5	15	ES8	0,75
S2	10	3	15	ES9	0,5
S3	7,5	1,5	15	Illuminamento verticale	
S4	5	1	20	Classe	E _y Minimo lx
S5	3	0,6	20	EV3	10
S6	2	0,6	20	EV4	7,5
S7	Non determinato			EV5	5

Tabella 3.9: Parametri illuminotecnici di progetto delle classi S-CE-EV-Es.

Illuminazione delle intersezioni a rotatoria:

Le intersezioni a rotatoria, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali possono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche della serie CE, integrate dai requisiti sull'abbagliamento debilitante.

- Strade di accesso (bracci di ingresso e di uscita) alla rotatoria illuminate: La categoria illuminotecnica selezionata dovrebbe essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le



strade di accesso, facendo riferimento alla tabella 3.7. Per esempio, se le strade di accesso hanno al massimo classe ME3, nell'intersezione dovrebbe essere applicata la categoria illuminotecnica CE2.

- Strade di accesso (bracci di accesso e di uscita) alla rotatoria non illuminate: Si raccomanda di assumere la categoria illuminotecnica CE1. Se una o più delle strade di accesso non fossero illuminate, il riferimento è la categoria illuminotecnica prevista per dette strade. Si raccomanda di adottare una illuminazione decrescente nella zona di transizione tra la zona buia e quella 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.

Illuminazione delle intersezioni a raso lineari ed a livelli sfalsati:

Le intersezioni, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali possono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche della serie CE, integrate dai requisiti sull'abbagliamento debilitante.

- Strade principali (delle quali gli elementi di intersezione vi fanno parte) illuminate: La categoria illuminotecnica selezionata dovrebbe essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso, facendo riferimento alla tabella 3.7. Per esempio, se le strade di accesso hanno al massimo classe ME3, nell'intersezione dovrebbe essere applicata la categoria CE2.
- Strade principali non illuminate: Si raccomanda di assumere la categoria illuminotecnica CE1. Si raccomanda di adottare una illuminazione decrescente nella zona di transizione tra la zona buia e quella 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.



1.3- CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE

1. Integrazione Illuminotecnica della classificazione e analisi dei rischi

L'analisi dei rischi è uno strumento che deve adottare il progettista per valutare la corretta classificazione delle strade sia per fronteggiare criticità del territorio, sia per fare una classificazione adeguata che permetta di conseguire adeguati risparmi energetici e eco-compatibilità della luce con l'ambiente.

L'analisi FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) è lo strumento principe per l'analisi dei rischi. Essa è stata sviluppata inizialmente nell'ambito della produzione, prevede un approccio di tipo qualitativo con lo scopo di verificare cosa potrebbe succedere se si verificasse un difetto (un rischio), analizzandolo e ordinando secondo un approccio quantitativo, le conseguenze per uomini e macchine, la severità o il danno (criticità) delle varie condizioni. Di seguito verrà illustrato a grandi linee il metodo impiegato nella classificazione del territorio comunale.

Le ragioni della valutazione dei rischi in ambito illuminazione sono:

1. Apprezzare l'entità dei rischi che si manifestano sul territorio dal punto di vista della visione notturna
2. Esprimere in termini omogenei gli n eventi rischiosi identificati
3. Definire i parametri di intervento che possono ridurre o incrementare questi rischi

Scale di valutazione quantitativa. Le scale di valutazione impiegate sono di tipo proporzionale. Se ad esempio ad un evento si assegna un impatto 6 esso provoca un danno doppio rispetto a eventi di impatto 3.

Tecniche di valutazione quantitativa. Sono basate:

- sulla conoscenza di eventi storici (es. incidenti stradali, eventi criminosi, vandalismo, etc..) ampi dal punto di vista temporale (su un arco di 30-40 anni) e rappresentativi (cioè non spot e di grave entità).
- su tecniche probabilistiche applicate al territorio italiano e su statistiche macro (per esempio un'ampia bibliografia utile sono i rapporti ACI).
- su tecniche non probabilistiche costituite dall'analisi di sensitività, e dello scenario e del contesto in cui si va a introdurre l'illuminazione. Per esempio non sempre l'introduzione dell'illuminazione è un evento favorevole ai fini della riduzione dei rischi. Un caso classico e ben documentato è l'effetto psicologico di sicurezza introdotto da elevati flussi luminosi, che toglie i freni inibitori dell'autista che tende ad aumentare decisamente oltre i limiti la sua velocità.

Nell'analisi del territorio sono state identificati i tre punteggi di valutazione:

- Probabilità (D)
- Frequenza (O)
- Severità del danno per cose e persone (S)



PROBABILITA' D	Classe di	Descrizione
1	Molto probabile	Il problema/rischio/incidente ha probabilità molto alte di manifestarsi sia per questioni di natura territoriali, per influenze di fattori esterni non controllabili, progettuali o morfologiche.
2	Probabile	Il problema/rischio/incidente ha buone probabilità di verificarsi
3	Moderato	Il problema/rischio/incidente ha modeste probabilità di verificarsi
4	Bassa probabilità	Il problema/rischio/incidente ha bassissima probabilità di verificarsi
5	Improbabile	Il problema/rischio/incidente non ha probabilità significative di verificarsi

Tabella 3.10: Analisi quantitativa delle provabilità di evento

FREQUENZA O	Classe di frequenza evento	Descrizione
1	Raro	L'evento non si è mai verificato nel corso degli ultimi 10 anni
2	Improbabile	L'evento si è verificato da 1 a 3 volte nel corso degli ultimi 10 anni
3	Moderato	L'evento si è verificato da 4 a 6 volte nel corso degli ultimi 10 anni
4	Probabile	L'evento si è verificato da 7 a 10 volte nel corso degli ultimi 10 anni
5	Molto Elevato	L'evento si è verificato oltre 11 volte nel corso degli ultimi 10 anni

Tabella 3.11: Analisi quantitativa delle provabilità di evento

CONSEGUENZE S	Classe di severità del danno	Descrizione
1	Catastrofico	Le persone subiscono gravissimi danni fisici anche invalidanti o la morte. Le cose subiscono danni distruttivi ed irreparabili.
2	Alto	Le persone subiscono forti stress emotivi, e danni fisici che possono comportare il ricovero in ospedale. Le cose subiscono danni considerevoli ma non distruttivi.
3	Medio	Le persone subiscono situazioni di ansia e spavento ma nessun apparente danno fisico. Le cose subiscono lievi danni materiali.
4	Basso	Le persone traggono da questo rischio sono un limitato livello di apprensione. Le cose non subiscono danni visibili.
5	Trascurabile	Nessun danno per cose o persone.

Tabella 3.11: Analisi quantitativa delle provabilità di evento

Da queste tabelle deriva la Matrice di rischio o si calcola il valore di RPN un numero di priorità del rischio (Risk Priority Number). Il valore di RPN è dato da:

$$RPN = S \times O \times D$$

Più RPN è grande e maggiore è la necessità di un intervento. Questo nell'illuminazione significa aumentare la classe illuminotecnica di progetto, se non si riesce ad abbassare RPN con strumenti alternativi, quali per esempio segnaletica visiva, attiva e/o passiva, etc.. Riportando il tutto in un grafico con sulle ascisse la frequenza (D) e sulle ordinate le conseguenze (S)

		Medio 5	Alto 10	Grave 15	Grave 20	Estremo 25
Catastrofico						
Alto		Medio 4	Medio 8	Alto 12	Grave 16	Grave 20
Medio		Basso 3	Medio 6	Alto 9	Alto 12	Grave 15
Basso		Basso 2	Basso 4	Medio 6	Medio 8	Alto 10
Trascurabile		Basso 1	Basso 2	Basso 3	Medio 4	Medio 5
	Raro	Basso	Medio	Probabile	Molto Probabile	



Le situazioni che cadono nella zona verde sono accettabili e non richiedono particolare attenzione né ulteriori analisi; quelli nella zona gialla sono accettabili ma sono opportune ulteriori analisi; infine quelli della zona rossa non sono accettabili e devono essere resi accettabili (con azioni correttive).

In ambito illuminazione le situazioni che ricadono in zona rossa, se non riducibili altrimenti devono essere ridotte con l'incremento della classe illuminotecnica di progetto riapplicando nuovamente l'intero metodo per verificare la congruità della nuova classe.

Viceversa si può verificare, se si rientra nella sezione verde, se riducendo la categoria illuminotecnica di progetto ci si mantiene sempre in zona verde.

Un'analisi di questo tipo favorisce una corretta distribuzione della luce sul territorio e un adeguato contenimento dei consumi energetici e ottimizzazione degli impianti (uno dei primi requisiti di legge).

Descrizione del ambito			Descrizione del evento			Effetti dell'evento		Freq.	Severità	Misure per la riduzione	Note
N° Rif	Ambito	Attività	Modalità	Cause	Rilevab.	Sul proc.	Sul serv.				

Tutto questo viene fatto all'interno di questa tabella sopra riportata. Il metodo è stato applicato in modo statistico sul 40% delle strade ed ambiti di ogni categoria presenti sul territorio.

Nella classificazione illuminotecnica del territorio si sono seguite pedissequamente le norme specifiche (cap. 3.2 e 3.3), andando però a identificare e distinguere, in funzione di una puntuale analisi dei rischi riassunta qui in diversi punti, alcune particolari situazioni, in accordo con l'Amministrazione comunale, per evitare sovra illuminamenti in un territorio in cui tale rischio potrebbe avere un elevato impatto e soprattutto in un territorio cui la presenza di persone, veicoli e rischi di interferenze è assolutamente limitata e non giustificata da interventi con una illuminazione permanente. Per questi motivi e con l'obiettivo di migliorare la percezione del territorio, si riportano le seguenti considerazioni conclusive e di completamento dell'analisi dei rischi:

1. Praticamente quasi tutte le vie comunali (discorso non valido per provinciali e statali urbane e extraurbane e per le nuove vie di smaltimento del traffico su SP e SS) non presentano situazioni di pericolo, sia sul tracciato urbano che su quello extraurbano in quanto non si hanno evidenti situazioni in cui viene alterato il compito visivo ed in quanto le condizioni di conflitto sono estremamente limitate e commisurate all'esiguo traffico delle stesse ed alle portate massime consentite da ciascuna di esse. Per esempio attorno al centro storico c'è più traffico ma le strade a causa della loro geometria consentono flussi e velocità ridotte.
2. Tutte le vie comunali nel tracciato viario urbano ed extraurbano presentano una o più delle seguenti caratteristiche:
 - sono a traffico limitato, sia per le dimensioni che per velocità consentite sempre inferiore ai 50km/h e spesso ai 30km/h;
 - sono talvolta in un senso di marcia in particolare nei centri abitati stretti;
 - sono di dimensioni tali che permettono solo un traffico quasi esclusivamente pedonale;
 - il traffico è completamente assente al di sotto dei limiti rilevabili anche nelle condizioni peggiori;
 - non ci sono fenomeni di nebbia persistente, se non legato alle nubi basse e proprio in questo caso sia la legge regionale n. 17/00 e s.m.i. quanto numerosi studi (Rif. PRIC PARTE 2, cap. 2.9, lettera g) mettono comunque in evidenza come sia molto più utile in tali circostanze segnalare la



strada e/o il pericolo piuttosto che incrementare l'illuminazione soprattutto in strade extraurbane.

- non presentano interferenze luminose, artificiali nella percezione del territorio che possono distrarre dal percorso e fuorviarne la percezione, in quanto solo limitate la presenza di attività commerciali soprattutto lungo la strada principale.

Quanto sopra riportato, ovviamente vale in maniera meno marcata per la strada statale, che risulta invece caratterizzata da un traffico piuttosto intenso (sempre limitato rispetto ad una statale di pianura) soprattutto nelle stagioni estive ed invernali.

Tra i parametri di influenza che incidono maggiormente sull'illuminazione del territorio comunale soprattutto per ridurne la classificazione, possiamo annoverare i seguenti:

- utilizzo di apparecchi del tipo full cut off (prescritti per legge) che riducono i fenomeni di abbagliamento e a parità di condizioni permettono di ridurre la luminanza delle strade anche di una classe (-1);
- Compiti visivi normali (-1 classe illuminotecnica);
- Condizioni non conflittuali (-1 classe illuminotecnica);
- Segnaletica efficace nelle zone conflittuali (-1 classe illuminotecnica),
- Impiego di sorgenti ad alta resa cromatica >60 in ambito pedonale (-1 classe illuminotecnica),

Nella PARTE 4 del piano, come specificatamente richiesto nella Norma UNI 11248, si presenta un adeguato e dettagliato piano di manutenzione per salvaguardare la funzionalità degli impianti ed il rispetto delle categorie illuminotecniche di esercizio definite nel piano stesso in ciascuna condizione operativa.

Il piano definisce le classificazioni illuminotecniche di progetto e di esercizio del territorio condivise dall'Amministrazione Comunale, ma i futuri progetti d'illuminazione, oltre ad assolvere alla classificazione definita nel piano stesso, dovranno rispettare i requisiti prescritti per legge e dalla UNI 11248 in merito ai contenuti di un progetto illuminotecnico ed alla definizione delle attività manutentive che preservano i requisiti di progetto.



2. Tabella della classificazione delle strade

La tabella 3.10 illustra la classificazione illuminotecnica delle strade, indicando anche i flussi massimi di traffico per tali categorie e l'indice di declassificazione negli orari a minor flusso di traffico.

L'intero dettaglio della classificazione del piano è illustrato nella planimetria 1- Classificazione del territorio e Stato di fatto

La tabella di seguito riportata definisce la classificazione di progetto per gli ambiti non ancora classificati o per le nuove lottizzazioni ed è da rispettare per non alterare l'uniformità e gradualità dell'illuminazione che deve introdurre l'applicazione del piano della luce.

LOCALIZZAZIONE	Classificazione illuminotecnica di progetto		Declassamento			
	Categoria strada	Classificazione Illuminotecnica	50% flussi max/corsia (veicoli/h) e Indice ill.		25% flussi max/corsia (veicoli/h) e Indice ill.	
SP133 Via Fermi – Via della 14° Strada	C- Extraurbana Secondaria (V>50km/h)	ME3a	300	ME4a	150	ME5
SP133	C- Urbana di Quartiere (V>50km/h)	ME3c	300	ME4a	150	ME5
Tutte le strade estensione di strade statali, circonvallazioni, etc...: - Extraurbane	C- Extraurbana Secondaria (V>50km/h)	ME3a	300	ME4a	150	ME5
Tutte le strade estensione di strade statali, circonvallazioni, etc...: - Urbane	C- Extraurbana Secondaria (V>50km/h)	ME3c	300	ME4a	150	ME5
Via Puccini Via Vecchia Comasina Via Virgilio - Via dei Mille Via Scarlatti Via dei Martiri – Via Trento – Via per Senago	C- Extraurbana Secondaria (V<50km/h) F- Interzonal (V<50km/h)	ME4b	300	ME5	150	ME6
Tutte le strade importanti non assimilabili alle precedenti di penetrazione del territorio e di una certa importanza	C- Extraurbana Secondaria (V<50km/h) F- Interzonal (V<50km/h)	ME4b	300	ME5	150	ME6
Tutte le strade non indicate nel censimento: - Extraurbane - Relativamente rettilinee	F- extraurbana locale	ME5	400	ME6	200	S5
Tutte le strade non indicate nel censimento: - In centro abitato - Relativamente rettilinee	F- urbana locale	ME5	400	ME6	200	S5
Tutte le altre strade non indicate nel censimento: - Extraurbane - Tortuose o corte 70-80m)	F- extraurbana locale	S3		S4		S6
Tutte le altre strade non indicate nel censimento: - In centro abitato - Tortuose o corte 70-80m)	F- urbana locale	S3		S4		S6



Tutte le altre strade non indicate nel censimento: - Extraurbane	F- extraurbana locale	S4		S5		S6
Tutte le altre strade non indicate nel censimento: - In centro abitato	F- urbana locale	S4		S5		S6

Tabella 3.10 – Classificazione delle strade



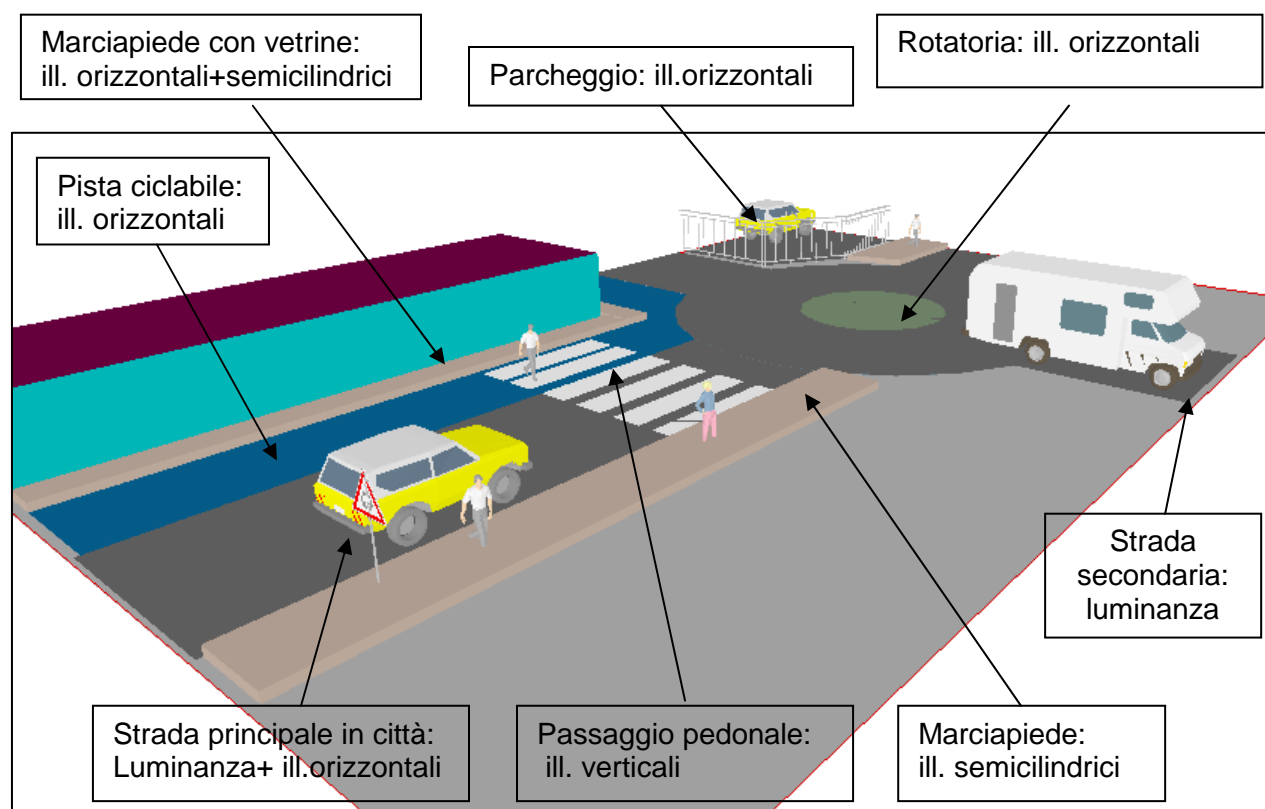
1.4- CLASSIFICAZIONE DEL RESTO DEL TERRITORIO

La classificazione del resto del territorio può essere eseguita mediante le norme tecniche UNI EN 13201, di recente approvazione, che permettono di assegnare determinati valori progettuali a ciascun ambito territoriale con particolare destinazione.

Nell'ambito del piano della luce verranno classificate diverse categorie di ambiti territoriali di particolare rilevanza per il territorio, ma ci si asterrà da una capillare e completa classificazione di ogni singolo ambito per diversi motivi di ordine pratico, in quanto:

- fortemente legato al contesto di valutazione spaziale e temporale;
- solo alcuni elementi del territorio hanno effettiva esigenza di essere classificati;
- solo alcuni ambiti necessitano e necessiteranno una illuminazione particolare e dedicata;
- sarebbe quasi impossibile classificare ogni elemento senza la reale necessità (marciapiede, incrocio, piazzetta, etc.).

Per questi stessi motivi è fondamentale riportare in questo breve paragrafo i principi guida della classificazione del territorio comunale. E' infatti necessario capire e conoscere quanto e come è stato classificato il territorio per permettere di procedere in maniera analoga, qualora un professionista fosse incaricato di progettare l'illuminazione di un particolare ambito comunale di nuova concezione e ridestinazione e non preventivamente identificato dal piano stesso.



1. EN 13201 – Illuminamenti Orizzontali: Classe CE (Aree di conflitto come strade commerciali, incroci, rotatorie, sottopassi.....)

Illuminamento orizzontale - Classe CE		
Classe	E. Medio [lx] (minimo mantenuto)	U ₀ Emedio
CE0	50	0.4
CE1	30	0.4
CE2	20	0.4
CE3	15	0.4
CE4	10	0.4
CE5	7.5	0.4

Quando utilizzarla

- Incroci importanti, rotatorie e svincoli.
- Strade di aree commerciali.
- Corsie di incolonnamento e decelerazione.
- Sottopassi pedonali.

Quando non utilizzarla

- Strade con incroci su strade secondarie che non modificano la visione del conducente.
- Strade con banchine laterali o corsie di emergenza che fanno parte della banchina principale.

Condizioni in cui è applicabile

- Quando le convenzioni per la luminanza non sono applicabili (aree con + direzioni di osservazione)
- Come classe aggiuntiva per situazioni in cui siano presenti più utenti della strada

Classificazione del territorio secondo classe CE

Sono classificati sul territorio comunale le principali aree di intersezione (Prendendo come riferimento di classificazione la strada con indice illuminotecnico superiore).

L'intero dettaglio della classificazione del piano è illustrato nella planimetria 1- Classificazione del territorio e Stato di Fatto

La tabella di seguito riportata definisce la classificazione di progetto per gli ambiti non ancora classificati o per le nuove lottizzazioni ed è un riferimento di uniformità e gradualità dell'illuminazione sul territorio.

LOCALIZZAZIONE	APPLICAZIONE	CLASSE
Via Fermi – Via 14° Strada	Rotatoria	CE2
Via Scarlatti – SP133	Rotatoria	CE2
Piazza IV Novembre	Incrocio	CE2
Via Piave Via - Vecchia Comasina	Rotatoria	CE3
Lungo strade dove la classe superiore è ME3a – ME3c	Incrocio principali Rotatoria	CE2
Lungo strade dove la classe superiore è ME4a – ME4b	Incrocio principali Rotatoria	CE3
Lungo strade dove la classe superiore è ME5 – S3	Incrocio principali Rotatoria	CE4
Che attraversano strade di classe ME3	Sottopassi Sovrapassi	CE3
Che attraversano strade di classe ME4	Sottopassi Sovrapassi	CE4
Che attraversano strade di classe ME5 – S3	Sottopassi Sovrapassi	CE5

Tabella 3.11 – Classificazioni degli ambiti classificati con classe CE secondo EN 13201



2. EN 13201 – Illuminamenti Orizzontali: Classe S (Strade pedonali, piste ciclabili, campi scuola, parcheggi....)

Quando utilizzarla

- Nelle strade principali che attraversano i piccoli centri urbani è comune trovare affiancati o congiunti alla carreggiata parcheggi a raso, marciapiedi o piste ciclabili.
- In questo caso unitamente al calcolo della luminanza è necessario verificare i valori di illuminamento e soprattutto il rispetto del valore minimo puntuale.
- Questi valori possono essere di riferimento anche per piccole circolazioni interne veicolari o pedonali.

Illuminamento orizzontale – Classe S		
Classe	E. Medio [lx] (minimo mantenuto)	E.min [lx] (mantenuto)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7.5	1.5
S4	5	1
S5	3	0.6
S6	2	0.6
S7	Non determinato	

Quando non utilizzarla

- I valori di S1 sono da utilizzare come valori di riferimento e controllo per situazioni in cui l'illuminamento non sia elemento principale di valutazione.
- Nel caso di rotonde o altre situazioni simili è imperativo utilizzare come riferimento la classe CE.

Classificazione illuminotecnica di progetto del territorio secondo classe S.

L'intero dettaglio della classificazione del piano è illustrato nella planimetria 1- Classificazione del territorio

La tabella di seguito riportata definisce la classificazione di progetto per gli ambiti non ancora classificati o per le nuove lottizzazioni ed è da rispettare per non alterare l'uniformità e gradualità dell'illuminazione che deve introdurre l'applicazione del piano della luce. Sono evidenziate anche le principali aree che rientrano in questa categoria.

Localizzazione	Applicazione	Classe
Centro sportivo Comunale	Pedonali – Parcheggio	S3
SP133- Centro sportivo Comunale	Parcheggio	S3
Piazza I° Maggio	Parcheggio	S3
Piazza XXY Aprile – Piazza della Pace	Pedonali – Piazze - Parcheggio	S3
Piazza della Costituzione	Pedonali – Parco	S3
Parco di Via Adda	Pedonali – Parco	S3
Piazza della Costituzione	Pedonali – Parco	S3
Via Bellini	Parcheggi - Pedonali	S3
Stazione Ferroviaria	Parcheggi - Pedonali	S3
Piazza Anfiteatro	Pedonali - Parco	S3
Via Roma – Via Puccini	Parcheggi - Pedonali	S3



Via Roma	Parcheggi	S3
Via Vecchia Comasina – Via Trieste	Parcheggi	S3
Villaggio INA-Casa	Pedonali – Parco - Parcheggi	S3
Lungo strade di classe ME3 Solo se poste sulla stessa carreggiata	Parcheggi – Ciclo Pedonali – Piazze - Aree	S1
Lungo strade di classe ME3 Solo se isolate dalla carreggiata	Parcheggi – Ciclo Pedonali – Piazze - Aree	S2
Lungo strade di classe ME4 Solo se isolate dalla carreggiata	Parcheggi – Ciclo Pedonali – Piazze - Aree	S2
Lungo strade di classe ME4 Solo se isolate dalla carreggiata	Parcheggi – Ciclo Pedonali – Piazze - Aree	S3
Lungo strade di classe ME5 Nei centri abitati	Parcheggi – Ciclo Pedonali – Piazze - Aree	S3
Lungo strade di classe ME5 Fuori dai centri abitati e se isolate dalla carreggiata	Parcheggi – Ciclo Pedonali – Piazze - Aree	S4

Tabella 3.12 – Classificazioni degli ambiti classificati con classe S secondo EN 13201



3. EN 13201 – Illuminamenti Verticali: Classe EV (Classe aggiuntiva per facilitare la percezione di piani verticali come passaggi pedonali, caselli....)

Illuminamento verticale	
Classe	E_v . minimo [lx] (mantenuto)
EV1	50
EV2	30
EV3	10
EV4	7.5
EV5	5
EV6	0.5

A cosa serve

I valori di illuminamento verticale permettono di valutare la quantità di luce che colpisce (da una direzione di osservazione data) una sagoma o un ostacolo che si staglia sul fondo.

I parametri definiti nella classe EV sono riferimenti aggiuntivi da utilizzare congiuntamente alle altre classi base.

Quando utilizzarla

- *Il calcolo della classe EV è un parametro aggiuntivo ed integrativo in alcune condizioni alle classi ME – MEW – CE – S*
- *Negli attraversamenti pedonali.*
- *Sul fronte dei caselli a pedaggio.*
- *In tutti i casi in cui è necessario verificare la corretta illuminazione di una sagoma.*

Quando non utilizzarla

- *Illuminazione di sicurezza, in particolare in aree sottoposte a video sorveglianza.*
- *Piazze ed aree pedonali come alternativa o variante agli illuminamenti semicilindrici.*
- *In incroci o svincoli per verificare i valori nei punti limite.*

Tale Classe viene associata alle altre Classi: in caso di progettazione del territorio non viene quindi riportata una suddivisione specifica in quanto sarebbe piuttosto articolata e complessa.



4. EN 13201 – Illuminanti Semicilindrici: Classe ES (Classe aggiuntiva per aumentare il senso di sicurezza e ridurre la propensione al crimine)

Illuminamento semicilindrico	
Classe	E _{sc.} Minimo [lx] (mantenuto)
ES1	10
ES2	7.5
ES3	5
ES4	3
ES5	2
ES6	1.5
ES7	1
ES8	0.75
ES9	0.5

A cosa serve

La classe ES viene utilizzata per definire dei valori di riferimento nel riconoscimento delle forme tridimensionali (una persona – il suo volto).

Una buona percezione di una figura ad una distanza adeguata consente di accrescere il senso di sicurezza della persona e quindi il suo piacere a stare in un determinato luogo.

Quando utilizzarla

- La classe ES è una classe aggiuntiva, il suo utilizzo è da prevedere congiuntamente alle altre classi base.
- In tutte le aree pedonali dove è importante limitare il senso di insicurezza, principalmente piazze, parcheggi, marciapiedi e zone pedonali.
- Per le caratteristiche di direzionalità del calcolo è importante utilizzare questo parametro in presenza di percorsi definibili

Quando non utilizzarla

- La classe ES in quanto aggiuntiva può essere utilizzata pressoché dappertutto.
- Il suo utilizzo non è richiesto in zone non frequentate da pedoni.
- E' necessario sottolineare che per quanto la percezione di un volto sia utile, comunque non può prevaricare le condizioni fondamentali di sicurezza ottenibili con le classi basi ME – CE.

Tale Classe viene associata alle altre Classi: in caso di progettazione del territorio non viene quindi riportata una suddivisione specifica in quanto sarebbe piuttosto articolata e complessa.



1.5- FLUSSI DI TRAFFICO

L'aggiornamento del luglio 2001 della norma UNI 10439 e la successiva norma UNI 11248 hanno introdotto la possibilità di ridurre i livelli di luminanza quando il traffico risulta inferiore al 50% e al 25% del livello massimo consentito per ogni tipologia di strada.

Per esempio:

- una strada urbana di scorrimento che dalle 17 alle 20 presenta il massimo traffico consentito (es. 950 veicoli/ora/corsia) deve avere una luminanza di 1 cd/m².
- con un flusso di traffico dalle 20 alle 22 ridotto del 50% (475 veicoli/ora/corsia) la luminanza deve essere ridotta a 0,75 cd/m².
- dalle 22 in poi, con un traffico ridotto a meno del 25% del massimo (237 veicoli/ora/corsia), la strada deve avere una luminanza di 0,5 cd/m².

La norma inoltre impone che l'indice della categoria illuminotecnica che corrisponde ad ogni classe di strada vale per i flussi di traffico massimi previsti per ogni classe stradale.

I flussi massimi si possono trovare alla colonna 16 della tabella 'Caratteristiche geometriche' del citato D.M. del 5/11/2001.

La colonna 16 indica la portata di servizio per corsia in veicoli/ora per i diversi tipi di strade. Quando i flussi scendono al di sotto della metà del massimo, l'indice della categoria illuminotecnica può essere ridotto di una unità, mentre per flussi inferiori ad un quarto del massimo l'indice può essere ridotto di due unità. Con questi ridotti livelli di traffico la norma abbassa quindi i livelli di luminanza ammessi che divengono perciò, grazie alla L.R. 17/2000, i nuovi massimi da applicare quando il flusso di traffico scende al di sotto dei valori indicati nella tabella riassuntiva seguente.

In funzione di numerosi rilievi sul territorio si è evidenziato che la maggior parte delle strade comunali è di categoria F e classe ME5 ed in particolare non raggiungono mai i livelli massimi di traffico ammesso per la loro categoria e, anzi, risulta essere spesso, se non praticamente sempre, al di sotto del 25% del flusso massimo ammesso.

Per esempio, una tipica via residenziale, strada urbana locale, ha un flusso massimo ammesso per corsia di 800 autoveicoli/ora, cioè 1600 autoveicoli/ora considerando le due corsie, in pratica una macchina ogni poco più di 2 secondi. Già transitando un'automobile ogni 5 secondi, il flusso risulta inferiore al 50% del massimo e l'indice della categoria illuminotecnica può essere portato a ME6. Questo riduce la luminanza media mantenuta da 0,5 cd/m² a 0,3 cd/m² permettendo quindi un risparmio in energia elettrica indicativamente anche del 40% durante i periodi di riduzione del flusso luminoso.

La riduzione della luminanza del manto stradale in funzione dei livelli di traffico viene normalmente attuata con l'introduzione di riduttori di flusso luminoso che sono di fatto prescritti dalla L.R.17/2000, e che oltre a permettere risparmi che possono superare il 40% dei consumi elettrici, permettono di allungare considerevolmente la vita media delle lampade installate e ridurre i costi manutentivi.



Se un impianto è progettato e dimensionato con l'indice di categoria illuminotecnica corrispondente al flusso massimo, la riduzione in funzione del traffico, viene attuata mediante sistemi di riduzione del flusso luminoso che dispongono di programmi personalizzati di gestione e telegestione della variazione del flusso stesso.

Per quanto riguarda il territorio del comune di Cesate si è provveduto ad impostare un calcolo dei flussi di traffico in corrispondenza di alcuni punti caratteristici. Il rilievo è stato condotto con metodologie ormai collaudate in numerosi comuni e città lombarde.

La valutazione del traffico è stata realizzata con le seguenti modalità:

- in due serate ritenute critiche (venerdì e domenica) purtroppo non durante il periodo estivo dove il traffico si intensifica anche di molto anche per una maggiore fruizione notturna, ma per i quali i dati sarebbero meno significativi essendo il tramonto oltre le ore 20;
- negli orari che vanno dalle ore 17 alle ore 1 di mattina;
- non sono stati fatti rilievi la mattina in quanto generalmente i flussi di traffico iniziano a crescere solo con l'approssimarsi dell'alba durante il periodo più sfavorevole e quindi durante l'inverno;
- Ogni rilievo è stato fatto su una media di 10 minuti per ogni corsia di marcia per diminuire l'errore di misura. Il valore orario viene quindi successivamente estrapolato e fornito per una singola corsia, in quanto i dati di flusso ammessi per ogni categoria di strada sono indicati per corsia di marcia.

Situazione di Cesate:

Rilievo dei flussi di traffico

ORE	SP133 dir. Nord	SP133 dir. Sud	Vi a Puccini dir. Caronno	Via Puccini dir. Centro	Via Comasina dir. Sud	Via Comasina dir. Nord	Via Trento	Via Battisti	Via Adige	Via Ghiringhelli
16	648	612	390	324	384	384	144	192	138	60
16:30	672	780	522	336	426	396	156	228	126	90
17	816	894	558	360	438	432	156	252	156	132
17:30	876	918	612	384	510	510	162	270	186	168
18	918	906	642	396	534	534	144	264	150	156
18:30	870	852	612	390	510	546	138	240	138	156
19	774	672	582	330	444	504	120	204	120	138
19:30	696	588	498	300	366	444	114	144	102	96
20	600	516	360	258	354	426	84	108	90	72
20:30	522	456	330	240	270	390	84	108	96	66
21	480	384	282	210	234	294	90	84	72	54
21:30	432	438	216	138	204	216	60	60	60	60
22	366	366	210	108	180	192	60	72	72	48
22:30	306	336	198	126	156	168	48	54	54	36
23	240	252	180	96	120	150	30	30	42	36
23:30	210	210	150	78	90	126	36	42	54	30
24	192	222	126	84	102	108	36	36	60	30
00:30	150	156	126	72	72	90	30	36	42	24
1	138	144	114	48	78	108	30	36	48	12

Tabella 3.13 – Flussi di traffico vie campione



La tabella riassume il traffico orario nelle ore significative dal tramonto sino alle ore 24:00.

Per ogni valutazione si riporta di seguito il grafico di sintesi.

Diversamente dalle altre strade del territorio comunale, le strade statali di classe ME3 e le ME4, devono prevedere una riduzione dei flussi luminosi ad orari più tardi in quanto i flussi di traffico e le velocità di percorrenza sono decisamente superiori.

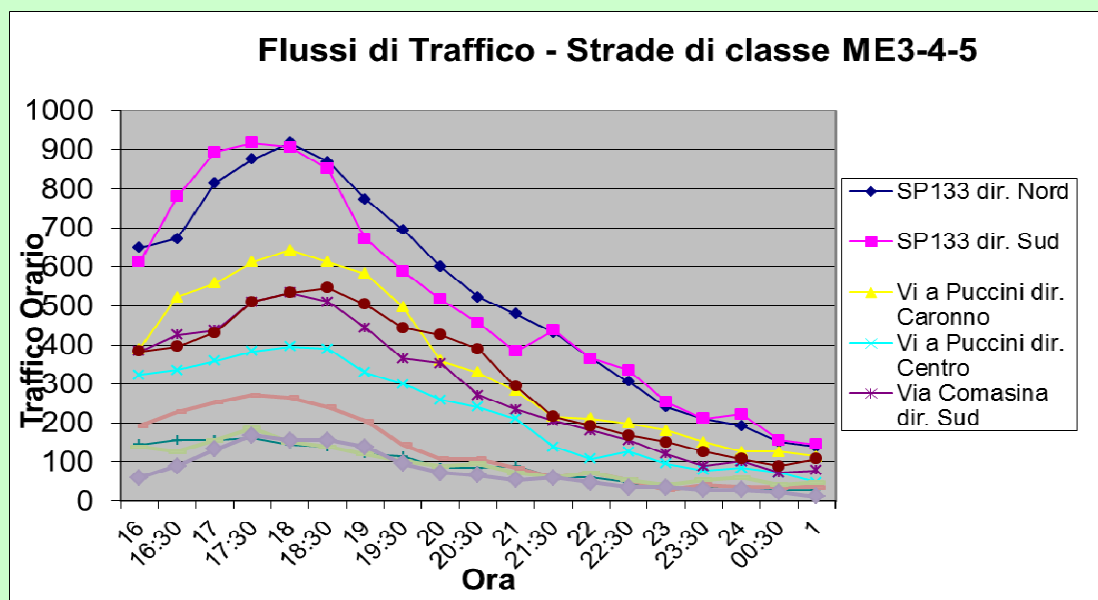


Grafico 3.1 – Diagramma dei flussi di traffico sulle strade

In generale comunque i flussi di traffico sono molto bassi nel resto delle altre strade ed in particolare ne sono un esempio le aree industriali dove tali flussi soprattutto dopo le 19:30 crollano drasticamente al di sotto anche delle 200 macchie orarie per le classi ME5 e delle 400 per le classi ME4.

Praticamente oltre l'80% delle strade di classe ME5, S3 e S4 rimangono sempre al di sotto del 25% del flusso massimo consentito (200 auto/ora per corsia).

Volendo a questo punto calcolare una curva di calibrazione per gli impianti d'illuminazione comunali per una eventuale futura riduzione del flusso luminoso mediante opportuni dispositivi, è pensabile procedere in uno dei seguenti modi (compatibilmente con le sorgenti luminose e della tipologia dell'impianto):

3. effettuare una prima riduzione entro le 20:30 e una seconda entro le 22:00 rispetto alle condizioni di pieno regime tranne per la statale ME3 ove è preferibile intervenire rispettivamente alle 22:00 e alle 24:00;
4. effettuare un'unica riduzione del flusso luminoso entro le ore 21:00 (entro le ore 23:00 per le strade di classe ME3).

Le strade statali e provinciali se già non lo prevedessero dovrebbero essere alimentate con quadri elettrici indipendenti per una migliore gestione e regolazione delle stesse. Eventuali variazioni dei flussi di traffico negli anni a venire suggeriranno come e se cambiare gli orari di riduzione del flusso luminoso nelle varie strade per questo stesso motivo nella successiva parte 5 del piano saranno preferiti sistemi di riduzione punto a punto anziché quelli di tipo centralizzato.



Future nuove classificazioni

- La classificazione del territorio prevista dal piano della luce NON impone al comune di illuminare aree non illuminate, ma fornisce solo le indicazioni su come illuminare tali aree qualora un giorno si ritenesse necessario.
- Ogni futura classificazione di aree, svincoli, strade, deve essere realizzata in conformità ai paragrafi 3.2, 3.3 e 3.4 ed integrarsi con livelli d'illuminazione coerenti con quelli previsti dal piano medesimo per le aree circostanti contenendo per quanto possibile i livelli d'illuminamento per non alterare l'eco-sistema.



2- PROGETTAZIONE DEL TERRITORIO

2.1- PREMESSA PROGETTUALE

Gli obiettivi di questa sezione del PRIC, che rappresenta il piano operativo di intervento presente e futuro, sono di seguito riassunti:

- 1- Individuazione dei criteri guida comunali minimi per la futura illuminazione (basati sulle linee guida regionali n. 8950/07 e sulle indicazioni di cui alla precedente PARTE 2 del piano, per tipologie d'impianti e per aree di applicazione).
- 2- Integrazione degli specifici interventi di adeguamento individuati nel precedente capitolo 6 con proposte, ove non già meglio identificato, delle adeguate soluzioni.
- 3- Proposte di azioni significative di: ammodernamento, rifacimento, integrazione, sostituzione integrale, non sono espressamente richieste dalla legge ma costituiscono un'opera di indubbio interesse comunale sotto un aspetto di riqualificazione del territorio, risparmio energetico, ottimizzazione e razionalizzazione degli impianti.

Fra in principali intenti, oltre a quelli di indicare le più opportune proposte progettuali per ciascuna area omogenea, si individua la necessità di ridare importanza ai tracciati storici che lo sviluppo disarticolato della rete viaria ha talvolta occultato con il rischio di farne perdere completamente le tracce.

Sarà indispensabile un'illuminazione discreta e senza stravaganze, che assolve al proprio importante ruolo di valorizzazione dell'antico tessuto viario ed edilizio cittadino per un organico sviluppo dell'illuminazione stessa, integrata con quella privata in modo da consentire una gestione ottimale del territorio. Si deve realizzare una copertura graduale e misurata, senza accenti fuori misura e fonti che alterino e mettano in pericolo la percezione dell'ambiente.

L'Amministrazione comunale, nella sua libertà d'azione sul territorio in termini di nuova illuminazione e di ristrutturazione dell'esistente, sia nell'ambito dell'applicazione integrale del piano della luce che in semplici interventi, intende con il piano porre i **requisiti minimi di progetto** per chiunque si troverà ad operare sul suo territorio, sia per realizzare impianti d'illuminazione pubblica in base a specifiche richieste, sia per i privati nell'ambito di aree residenziali, artigianali, lottizzazioni, etc.



2.2- SPECIFICHE MINIME DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Il piano d'intervento provvede alla definizione delle tipologie di apparecchi per l'illuminazione per ciascuna destinazione funzionale e più in generale per area omogenea, caratterizzando il tessuto cittadino con scelte mirate, funzionali e omogenee che si concretizzano in una gradevole ed armoniosa ridefinizione formale e spaziale del territorio comunale.

Tali definizioni si affiancano e completano per le specificità del territorio le indicazioni basate sulle linee guida regionali n. 8950/07 e sulla precedente PARTE 2 del piano, per tipologie d'impianti e per aree di applicazione, coordinando operativamente gli interventi futuri.

Dalle evidenze riscontrate sul territorio e dalla indicazioni emerse nei capitoli precedenti i principali tipi di intervento di carattere prevalentemente stradale si possono così riassumere:

- 1- **Impianti esistenti:** revisione e messa a norma degli impianti elettrici, sostituzione degli apparecchi d'illuminazione con analoghi a maggiori performance illuminotecniche e sostituzione degli apparecchi dotati di lampade ai vapori di mercurio.
- 2- **Nuovi impianti o Rifacimento integrale degli impianti:** adozione di soluzioni illuminotecniche ad elevata efficienza.

Per entrambe le tipologie di interventi verranno definite delle caratteristiche illuminotecniche minime e dei progetti illuminotecnici di riferimento.

Dal punto di vista impiantistico ciascuna soluzione deve essere basata sulla sicurezza dell'impianto nella sua globalità specialmente verso le persone, siano esse manutentori o semplici cittadini.

Un elemento di rilievo è sicuramente la lungimiranza nelle scelte in merito a soluzioni che favoriscano ridotti livelli di manutenzione periodica in quanto la vita media di un impianto d'illuminazione, 25 anni, impone valutazioni che vanno al di là dei normali costi di primo impianto e svincola da logiche di gare basate solo sul ribasso economico, privilegiando invece soluzioni tecniche a maggiore efficienza globale.

La sicurezza delle persone deve essere garantita per tutta la durata dell'impianto in condizione di normale funzionamento ed anche in caso di atti vandalici o incidenti, prevedibili in ogni contesto urbano.

a. Impianti elettrici indicazioni per l'adeguamento e per i nuovi impianti

Per quanto riguarda l'**adeguamento** di impianti esistenti:

- L'adeguamento della componentistica: deve rispettare la normativa vigente ed avere il requisito della marcatura CE, deve possedere inoltre una protezione con doppio isolamento (classe II) con l'aggiunta, in casi specifici, di ulteriori protezioni elettriche a monte dell'impianto.
- Le linee elettriche di alimentazione: se è possibile vanno interrate, sia per ragioni di sicurezza sia per un fatto estetico di impatto visivo; le derivazioni, punti considerati particolarmente delicati, devono essere effettuate in pozzetti e con giunzioni rigide in doppio isolamento.
- L'alimentazione di apparecchi fissati su mensola a parete: avviene tramite cavi aerei su muro, al fine di contenere sia i costi derivanti dal posare sottotraccia le condutture, sia i danni provocati a manufatti di valore storico - architettonico. Il tracciato dei cavi deve essere stabilito caso per caso



prestando attenzione a ridurre al massimo l'impatto visivo. E' preferibile evitare il fissaggio di scatole o cassette di derivazione a vista.


- Nel caso in cui si debba integrare l'impianto esistente con la sostituzione o l'aggiunta di pochi centri luminosi la scelta più conveniente sarà quella di rispettare la tipologia impiantistica esistente in cui si trova inserito l'impianto purché la tipologia sia conforme alla L.R. 17/00 e s.m.i.
- Realizzare sempre reti di distribuzione dedicate all'illuminazione pubblica.

I nuovi impianti devono:

- Prediligere impianti con analoghe caratteristiche elettriche, di normative e di sicurezza con linee interrate in cunicoli tecnologici dedicati.
- Ove non sia possibile demolire il manto stradale per gli scavi (ad esempio centri storici con pavimentazioni particolari) si potrà ricorrere, ma per brevi tratti, a linee aeree che saranno realizzate con cavi autoportanti ad elica sospesi tra eventuali pali o ancorati a parete nel caso di centri luce, staffati a muro, o proiettori sottogronda riducendo al minimo gli interventi sugli edifici e l'impatto visivo degli impianti medesimi.

b. caratteristiche elettriche generali degli apparecchi d'illuminazione

I corpi illuminanti devono avere le seguenti minime caratteristiche elettriche ed illuminotecniche (oltre alla specifica conformità alla L.R. 17/00 e s.m.i., già descritta nella precedente PARTE 2 del piano):

- Ottiche del tipo full cut-off o completamente schermati con intensità luminosa massima a 90° ed oltre (verso l'alto) non superiore a 0.49 cd/klm (requisiti della L.R.17/00 e s.m.i.).
- Grado di protezione minimo degli apparecchi di illuminazione contro la penetrazione ai corpi solidi e liquidi IP 65 per il vano lampada e IP 44 per il vano accessori (qualora separati).
- La classe dell'apparecchio nei confronti dei contatti indiretti deve essere II o III.
- Devono avere il vano ottico chiuso da elementi trasparenti e piani realizzati preferibilmente con materiali come vetro temprato o metacrilato, ovvero stabili e anti ingiallimento.
- Gli apparecchi d'illuminazione posti ad altezza inferiore ai 3 metri devono essere apribili (accesso a parti in tensione) solo con uso di chiave o di un attrezzo (CEI 64-7).
- Devono avere un alto rendimento luminoso (rapporto tra flusso luminoso in lumen reso dall'apparecchio ed il flusso luminoso in lumen emesso dalla lampada) indicativamente superiore al 75% per apparecchi di tipo stradale e almeno al 60% per apparecchi d'arredo.
- Copertura superiore preferibilmente realizzata in pressofusione di alluminio UNI 5076.
- Sull'apparecchio di illuminazione devono essere riportati i seguenti dati di targa:
 1. nome della ditta costruttrice, numero di identificazione o modello;
 2. tensione di funzionamento;
 3. limiti della temperatura per cui è garantito il funzionamento ordinario, se diverso da 25°;
 4. grado di protezione IP;
 5. se di classe II il simbolo 



6. potenza nominale in Watt e tipo di lampada.

- L'apparecchio deve essere disponibile con varie regolazioni di lampada o ottica per poter rispondere alle variabili esigenze di illuminazione del territorio,
- Il costruttore dell'apparecchio deve fornire oltre a quanto specificato nella precedente PARTE 2 del piano e nella Delibera della Giunta Regionale n. 7/6162 del 20/09/2001 (dati fotometrici certificati e asseverati dal responsabile tecnico del laboratorio che li ha emessi) un foglio con le istruzioni per la corretta installazione in conformità alla L.R. 17/00 e s.m.i. e per la manutenzione.
- Devono essere conformi alle normative di riferimento (CEI 34-21, CEI 34-30, CEI 34-33, CEI 64-7).

Un'attenta valutazione e scelta deve essere condotta anche su caratteristiche meno legate a fattori elettrici ed illuminotecnici ma di notevole importanza per l'efficienza globale e manutentiva dell'impianto quali:

- Materiale chiusura resistente agli agenti atmosferici più critici;
- Sistemi di chiusura e protezione del vano ottico con minore predisposizione alla raccolta di sporcizia ed al deperimento (preferibilmente vetri di chiusura temprati piani);
- In fase manutentiva: facilità di sezionamento elettrico, agevole apertura e mantenimento dell'apertura del corpo illuminante, protezione del vano ottico dalla sporcizia, rapidità di sostituzione delle lampade e di regolazione delle stesse nel vano ottico, rapidità di sostituzione degli altri componenti elettrici.

c. caratteristiche dei quadri elettrici, dei cavidotti e dei sostegni

I quadri contengono le apparecchiature di manovra, di protezione e di misura di tutte le linee ad essi collegate.

Sul fronte dei pannelli e/o all'interno dei quadri devono essere poste targhette che diano una chiara indicazione della funzione dei vari dispositivi ed adeguato manuale di istruzioni come specificato dalle norme. Tutti i quadri elettrici dovranno essere realizzati come prescritto dalle Norme CEI 17-13 e CEI 23-51.

E' fatto obbligo, durante il cablaggio del quadro, l'impiego di terminali definiti in gergo "puntalini" per evitare un cattivo contatto del rame con i morsetti di interruttori e morsettiere in genere.

I quadri che ospitano i dispositivi di protezione e sezionamento hanno le seguenti caratteristiche minime:

- In vetroresina a doppio isolamento
- Grado di protezione: IP55 minimo, tenuta all'impatto 20j minimo
- Ampliabilità: 30% di moduli liberi rispetto a quelli occupati per future espansioni degli impianti.

I quadri devono essere altresì alloggiati in apposite colonnine realizzate in muratura basamento in cemento di adeguate dimensioni e chiudibili a mezzo di apposita serratura o lucchetto di modo che siano accessibili solo al personale autorizzato.

Le chiavi dei quadri devono essere consegnate ai manutentori e all'Ufficio Tecnico del Municipio.





Apparecchi di protezione

- Interruttore generale del quadro elettrico di tipo automatico magneto-termico con relè differenziale polivalente per controllo di guasti a terra (da prevedersi sia per impianti in classe I che in classe II)
- Interruttore automatico differenziale di tipo selettivo $I_d = 300\text{mA}$, protetto contro gli scatti intempestivi, posto a protezione di ogni linea trifase in partenza (dorsali di alimentazione dei punti luce- dispositivo da prevedersi anche per apparecchi in classe II).
- Interruttori automatici magnetotermici unipolari posti a protezione delle singole linee in partenza (escluso il conduttore di neutro),
- Protezione dei circuiti ausiliari mediante idoneo interruttore automatico magnetotermico differenziale.
- Apparecchiature di manovra (contatori) con categoria di impiego AC-3 tipo telemecanique LC1D o equivalente (versione on modulare).
- Apparecchiature di manovra per predisposizione rifasamento (contatori) con categoria d'impiego AC-3 tipo telemecanique LC1DFK o equivalente (non nella versione modulare) dotati di blocco contatti di passaggio a pre-chiusura e di resistenza di smorzamento di picco.
- Protezione da sovratensioni di origine atmosferica mediante inserzione di idonei limitatori di sovratensione (scaricatori) di tipo DEHN GUARD 275 o equivalenti.
- Nell'installazione di regolatori di flusso centralizzato le protezioni contro le sovratensioni dovranno essere garantite sia a monte che a valle del regolatore medesimo.
- Potere di interruzione di tutte le apparecchiature installate non inferiore a 6kA per utenze con alimentazione monofase e 10kA per utenza con alimentazione trifase, salvo l'impiego documentato della protezione per filiazione.

Accessori

- Morsettiera in uscita per linee di potenza ed ausiliari
- Cavi apparecchiature siglati e numerati
- Selettore AUT-MAT a due posizioni per il comando di accensione dell'illuminazione
- Relé crepuscolare (no timer)



- Riduttore di flusso luminoso – classe di isolamento II – protezione integrata per sovratensioni a valle dello stesso. Nella regolazione di lampade ad elevata resa cromatica il regolatore dovrà garantire l'assenza di viraggio cromatico delle sorgenti luminose installate (tipo ioduri metallici bruciatore ceramico).
- Protezione sulle parti in tensione accessibili a portella aperta in modo da garantire grado di protezione IP XXB.
- Targhetta di identificazione riportante i seguenti dati: costruttore, tensione nominale, corrente nominale, grado di protezione, norma di riferimento.

Pozzetti

Lungo i caviddotti di alimentazione dei punti luce devono essere predisposti pozzetti d'ispezione in corrispondenza delle derivazioni, dei centri luminosi e dei cambi di direzione in modo da facilitare la posa e rendere l'impianto sfilabile ed accessibile per riparazioni o ampliamenti; su lunghe tratte i pozzetti devono essere messi ad un interdistanza non superiore a 50m.

- I chiusini dei pozzetti devono essere rispondenti alla Norma UNI EN 124 con classe di appartenenza D400 se facenti parte della sede stradale oppure B125 se facenti parte di marciapiedi o piste ciclabili; devono essere messi in atto tutti gli accorgimenti al fine di evitare che detti chiusini emettano rumori molesti durante il transito dei veicoli su di essi; la dimensione minima è 40x40 cm.
- Anelli in CLS (senza fondo) con chiusino in ghisa carrabile ispezionabile. Dimensioni minime interne 40x40.
- Chiusini in ghisa senza personalizzazione (ENEL / TELECOM).

Pali

- Sostegni tronco conico in acciaio zincato a caldo o verniciati.
- Nel caso di estensione di impianti esistenti la tipologia dei pali dovrà essere conforme a quanto già installato.
- Protezione della base mediante colletto in CLS, guaina termo-resistente o manicottato in acciaio saldato alla base.
- Spessore minimo pari a 4 mm.
- Per sostegni verniciati, la verniciatura dovrà essere realizzata direttamente dalla casa produttrice e certificata.
- Morsettiera a base del palo tipo Conchiglia o equivalente a doppio isolamento per la derivazione (Classe II) completa di portella in alluminio.
- Fusibile su ogni punto di alimentazione in corrispondenza della morsettiera a base palo.



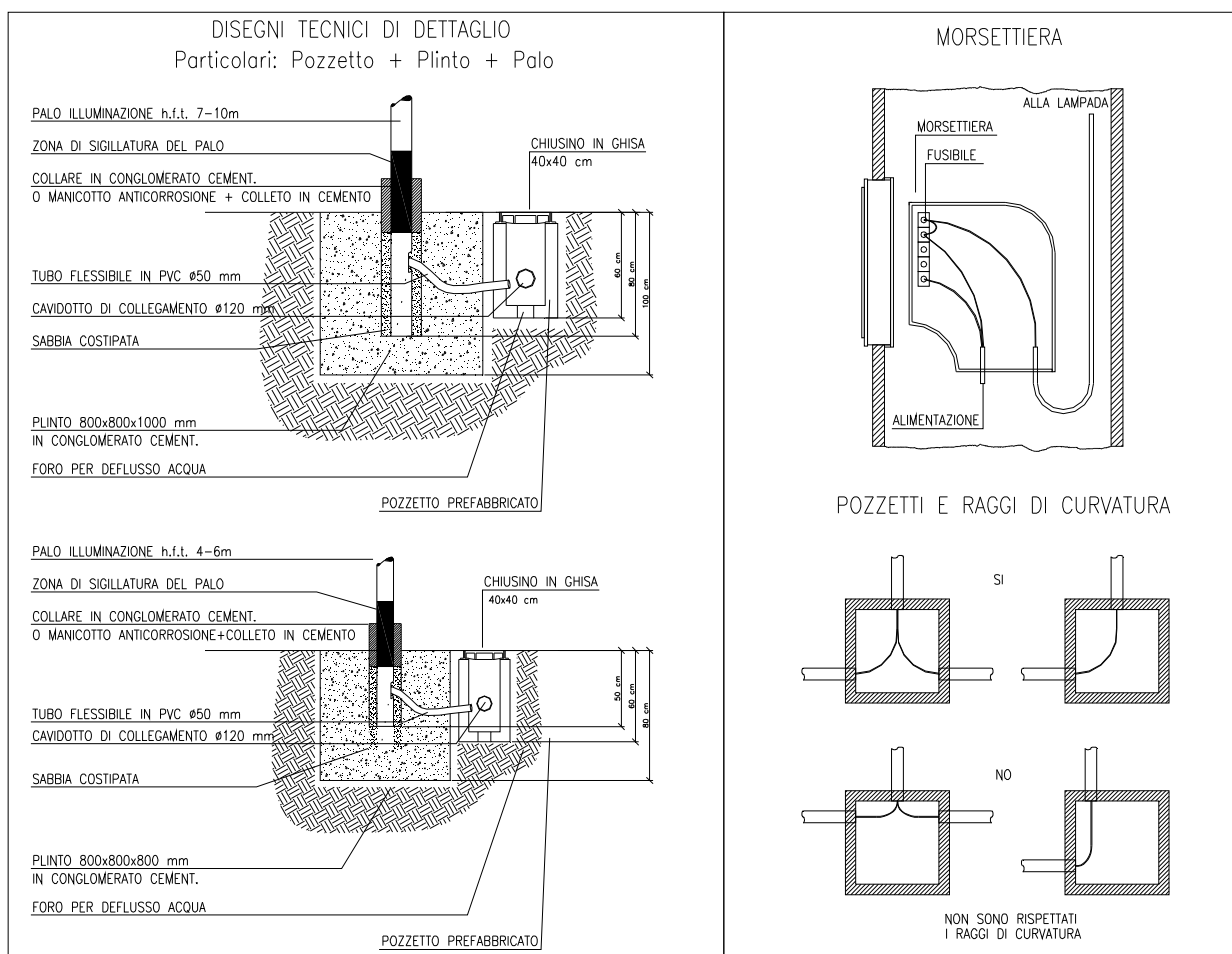


Figura 3.1 – Schemi di massima sostegni, pozzetti e giunzioni

e. Cavidotti e modalità di posa linee

Linee in cavo interrato

I cavi utilizzati saranno adatti alla posa interrata, generalmente del tipo FG7R 0,6/1kV, la loro posa avverrà secondo le prescrizioni della Norma CEI 11-17.

Le derivazioni entro pozzetto per l'alimentazione dei singoli punti luce saranno realizzate mediante l'impiego di apposite muffole con caratteristiche tali da poterne certificare il mantenimento della Classe II di isolamento.

I cavi devono essere:

- dimensionati dal progettista in modo da rispettare quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8 in merito alla portata di ciascun cavo alla corrente d'impiego e alla limitazione della caduta di tensione sui circuiti terminali non superiore al 4% dal punto di consegna ENEL.
- posati entro tubazione interrata, ad una profondità minima di 0,5m, all'interno di cavidotti.
- posati rispettando le distanze di sicurezza dai gasdotti come stabilito dal DM 24/11/84.

Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere la



sfilatura e la reinfilatura dei cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati anche in previsione di futuri ampliamenti dell'impianto.

I cavidotti, all'atto della posa, devono essere adagiati su un letto di sabbia e ricoperti sempre di sabbia prima che avvenga il riempimento con materiale stabilizzato onde evitare lo schiacciamento dello stesso.

I cavidotti devono essere rispondenti ai requisiti di resistenza meccanica indicati nelle Norme CEI EN 50086-1-2-4.

Nelle figure vengono indicate le distanze minime dai diversi impianti che si possono trovare già interrati:

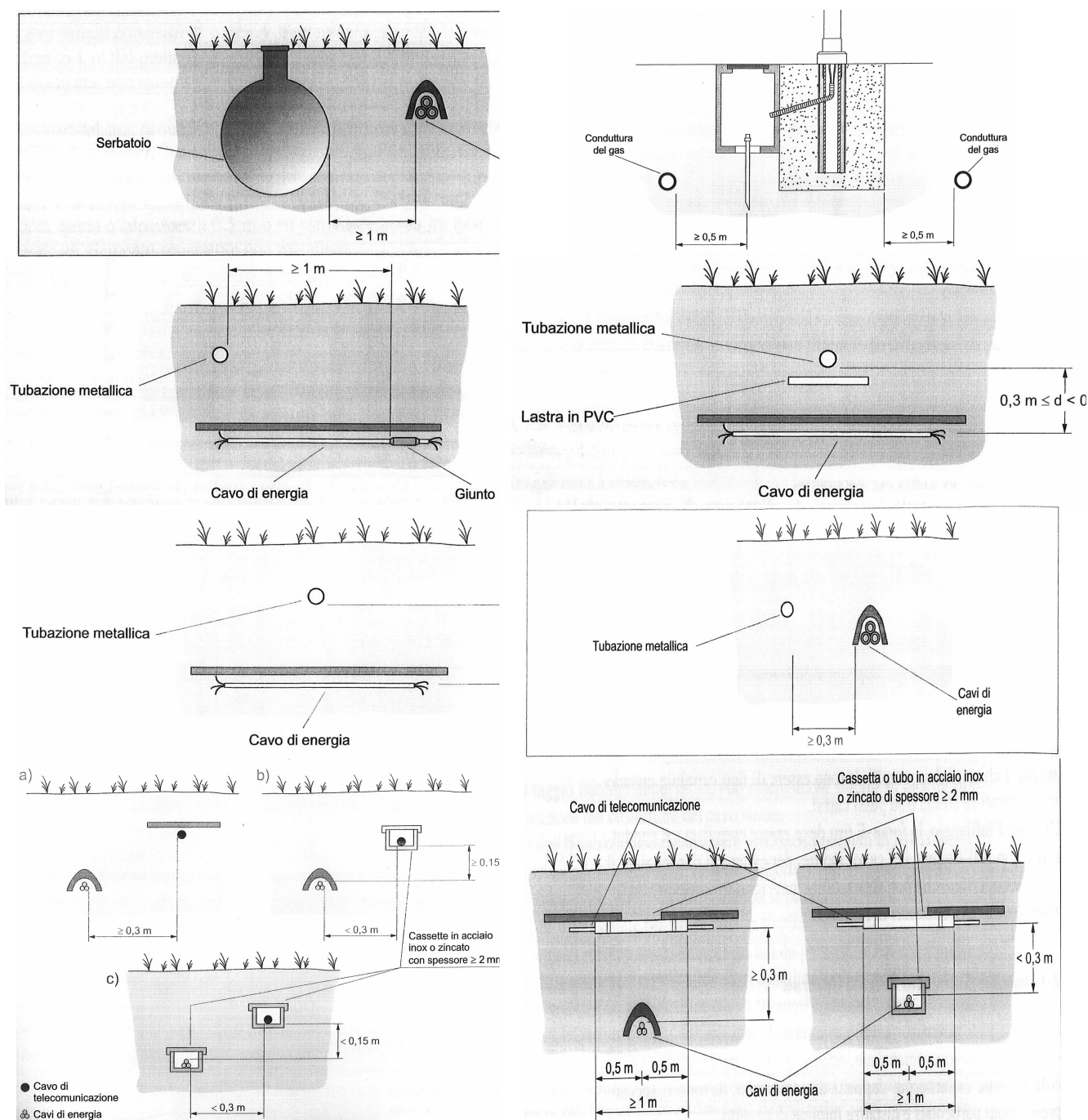


Figura 3.2 – Distanze minime cavidotti

Per gli interventi di nuova urbanizzazione o integrazione/rifacimento aree esistenti, le reti di distribuzione devono essere realizzate secondo le prescrizioni della norma CEI 11-47.



Linee aeree

Solamente in caso non si possa procedere alla posa di linee interrate si possono installare tesate aeree poste ad un'altezza minima di 6m dal piano stradale (paragrafo 3.6.2 della Norma CEI 64-7) impiegando cavo di tipo RE4E4X 0.6/1 kV corredato dei componenti utili a poter definire la posa "a regola d'arte", ovvero rispettando le prescrizioni della Norma CEI 11-4; le derivazioni verranno realizzate utilizzando appositi morsetti di derivazione a perforazione di isolamento.

La distanza da tenere da altre linee aeree appartenenti ad altri impianti (distribuzione di energia elettrica, telecomunicazioni, ecc.) è identica a quella dei corpi illuminanti.

La non possibilità di posare linee interrate deve essere certificata dall'Ufficio Tecnico comunale.

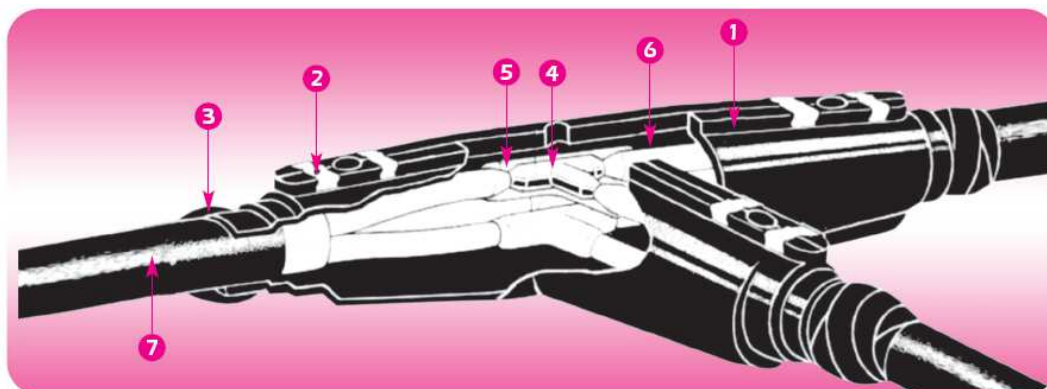
Formazione e derivazioni

Tutti i circuiti elettrici dovranno avere la seguente formazione:

- **circuiti monofase:** Fase (L) – Neutro (N) – comando riduzione flusso;
- **circuiti trifase con neutro:** Fase(L1) – Fase(L2) – Fase(L3) – Neutro(N) – comando riduzione flusso;

La realizzazione della derivazione dalla dorsale principale può essere effettuata in tre modi:

- Dentro pozzetto con l'utilizzo di muffole stagne che consentano un grado di protezione di classe II,



1 – muffola in gomma
2 – molletta acciaio inox
3 – tamponamento con mastice
4 – connettore
5 – fasciatura con nastro autoagglomerante
6 – compound isolante
7 – guaina esterna del cavo

- Dentro palo nell'apposita morsettiera in Classe II,
- Direttamente dal cavo BT aereo autoportante RE4E4X attraverso l'uso di morsetti di derivazione a perforazione di isolamento



Il cavo di derivazione dalla linea principale in morsettiera alla base del palo ed il corpo illuminante è di tipo FG7OR 0,6/1kV sezione 2x2,5mmq.

f. conformità degli impianti elettrici

Dovranno essere rispettati i seguenti requisiti minimi di progetto in termini di :

- Sicurezza Elettrica per la verifica di eventuali pericoli legati a
sovraccarichi elettrici,
cavi scoperti,
mancanza di protezione dei quadri e delle linee;
- Sicurezza Meccanica
sostegni arrugginiti,
rischi strutturali,
pericoli di caduta di elementi del complesso illuminante;
- Conformità Normativa Elettrica/Meccanica
CEI 11-4 linee elettriche aeree e resistenza meccanica dei sostegni,
CEI 64-7e CEI 64-8 protezione dei sostegni e distanze di sicurezza;
- Conformità Normativa Illuminotecnica e legislativa
EN13201 e UNI11248 – Requisiti illuminotecnici dell'illuminazione;
Legge Regionale n. 17/00 e s.m.i.

Si riportano di seguito una serie di prescrizioni normative

La norma CEI 11-4 (linee elettriche aeree) prevede una serie di vincoli per tale tipologia di linee elettriche ed in particolare che la struttura degli stessi sia tale da permettere di resistere agli sforzi meccanici provocati sugli impianti dal vento e dall'azione degli agenti atmosferici in generale.

Le condizioni meccaniche di tiro dei sostegni anche in funzione della freccia massima che assume il cavo aereo nelle campate di distribuzione fra un sostegno e l'altro devono garantire carichi di rottura crescenti che a solo titolo di esempio, per sostegni in linea (senza freccia del cavo aereo) devono essere come minimo pari a 335 kg/m.

Le norme CEI 64-7 e CEI 64-8 raccomandano vivamente la predisposizione di adeguate protezioni all'incastro fra sostegno e terreno per garantire una maggiore durata nel tempo ed una adeguata azione di protezione alla corrosione ed alla ruggine nei punti più critici e dove si possono facilmente verificare punti di innesco della stessa che possono ledere l'intera integrità dei sostegni in posizione difficilmente verificabili.

UNI-EN 40 e norme ISO 1459 e 1461 sono i riferimenti per la zincatura a caldo per i sostegni degli impianti d'illuminazione.

CEI 81-1 "Protezione delle strutture contro i fulmini". In funzione di tali norme dovrebbero essere protetti contro i fulmini solo i sostegni con altezze superiori a 94 metri (anche nelle condizioni peggiori). Questo significa che la protezione contro le scariche atmosferiche non è necessaria anche ai fini dell'art. 39 del DPR 547/55.

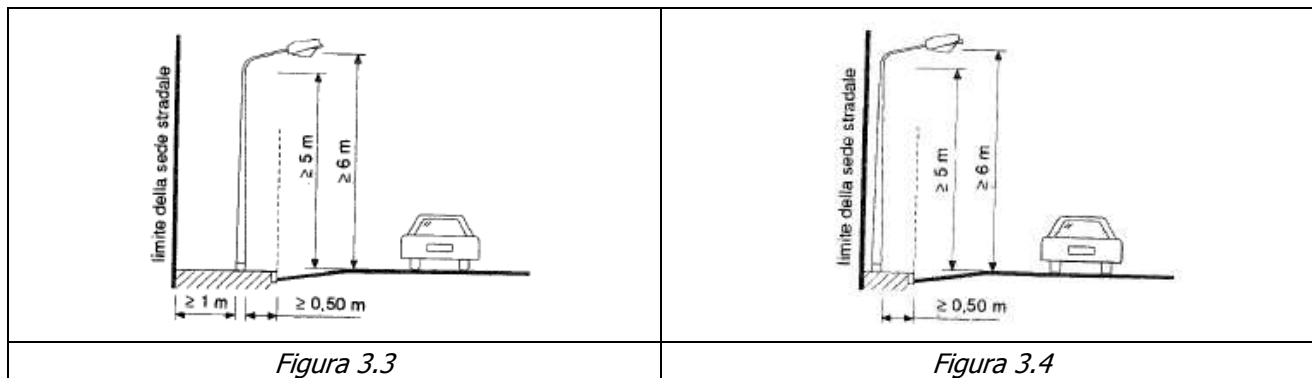


CEI 64-7 art. 4.6.01 "Distanza dalla carreggiata dei sostegni"

Strade urbane:

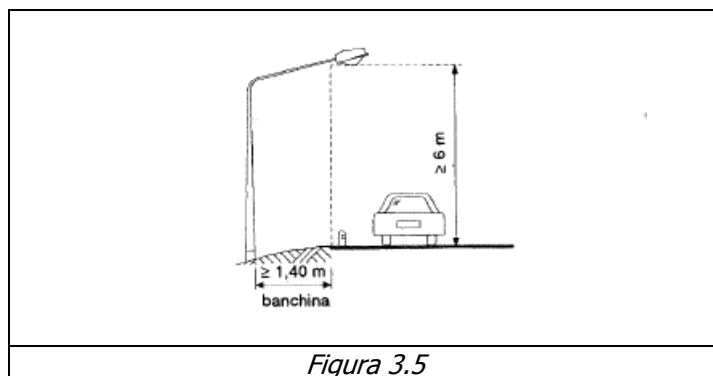
- almeno 0.5m dalla cordatura del marciapiede con almeno 1m dal limite della sede stradale (*Figura 3.3 – 3.4*)

Questa distanza sale a 1.5m se il marciapiede è adibito al collegamento pedonale tra gli accessi principali di edifici pubblici a carattere collettivo-sociale e la rete esterna o un area di parcheggio (DPR 27/4/78 n. 384)

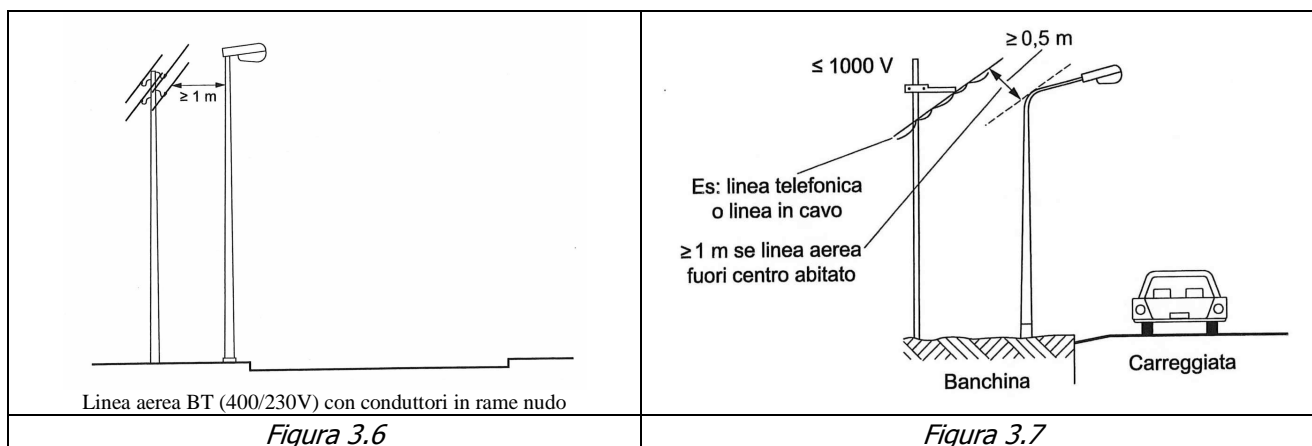


Strade extraurbane:

- almeno 1.4m dalla cordatura del marciapiede con almeno 1m dal limite della sede stradale, o distanze maggiori se la banchina è adibita alla sosta degli autoveicoli (*Figura 3.5*)

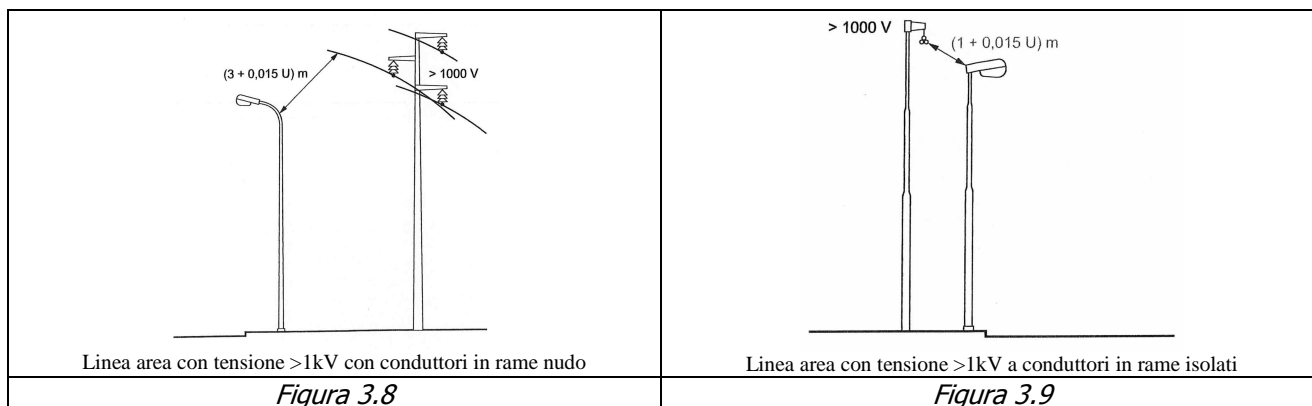


CEI64-7 art. 4.6.02 l'altezza minima dalla carreggiata del centro luminoso è di 6 metri. Sono consentiti 5 metri solo per lanterne semaforiche.

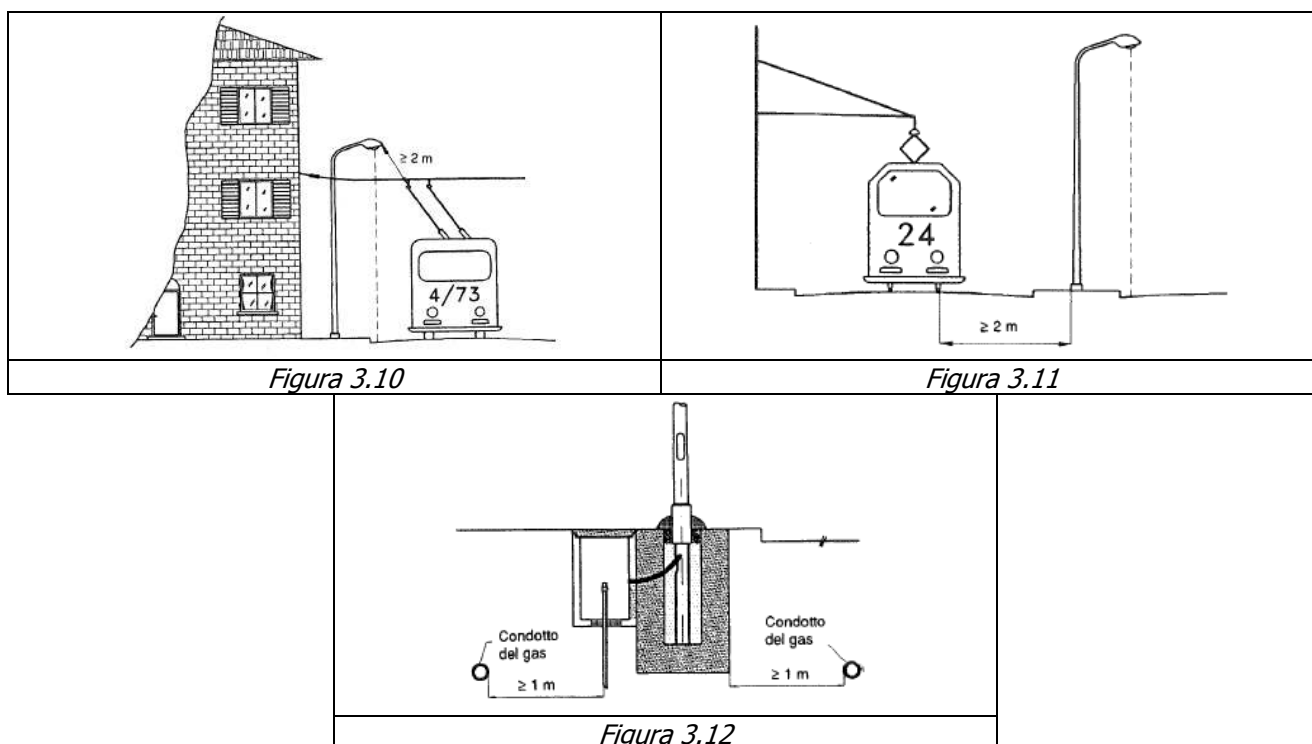


CEI64-7 art. 4.6.03 (*Figura 3.6 e 3.7*)

- La distanza fra il centro luminoso e i conduttori aerei nudi delle linee elettriche aeree di bassa tensione deve essere maggiore di 1m,
- La distanza fra il centro luminoso e le linee in cavo scende deve essere maggiore di 0,5m in centro abitato,



- La distanza fra il centro luminoso e le linee aeree nude ad alta tensione (maggiore di 1000V) deve essere maggiore di $(3+0,015U)$ dove U è la tensione di esercizio della linea espressa in kiloVolt (*Figura 3.8*).
- La distanza fra il centro luminoso e il cavo aereo ad alta tensione (maggiore di 1000V) deve essere maggiore di $(13+0,015U)$ dove U è la tensione di esercizio della linea espressa in kiloVolt (*Figura 3.9*).
- La distanza da rotaie di ferrovia e tramvia del sostegno deve essere superiore a 4 m in tracciato extraurbano e 2 m in tracciato urbano e la distanza del corpo illuminante dalle linee di contatto delle filovie deve essere maggiore di 2 metri (*Figura 3.10 e 3.11*)
- I dispersori di terra devono stare ad almeno 1 metro dalle condutture di gas metano con pressione di esercizio maggiore di 25 bar (DM 21/3/1988) (fig. 3.12)



2.3- TIPOLOGIE DI INTERVENTO: LINEE GUIDA PROGETTUALI OPERATIVE

a. Strade a traffico veicolare con requisiti illuminotecnici elevati: Assi viari principali

Sono considerati assi viari principali quelli che secondo la classificazione stradale sono stati assimilati alle strade con il maggior traffico motorizzato extraurbano ed urbano.

Con l'introduzione della norma UNI 11248 questa suddivisione netta del codice della strada e della precedente norma UNI 10439 è in parte passata in secondo piano in quanto in funzione della velocità, del traffico, dell'importanza, dei compiti visivi e di eventuali aree di conflitto, diverse tipologie di strade (non prettamente principali) possono rientrare per caratteristiche in tipologie con requisiti illuminotecnici una volta riservati solo per le strade a grande traffico.

Procederemo quindi a suddividere le strade, e le linee guida progettuali che proporremo, non più per tipologie specifiche di strade ma per quanta luce queste richiedono in funzione della classificazione di cui al precedente capitolo 1.3 e 1.4.

1. **Indice Illuminotecnico ME1-ME2:** Non sono state individuate sul territorio comunale strade con queste caratteristiche. Dovendo comunque il piano identificare delle linee guida verranno riportate indicazioni anche per queste tipologie di strada nel caso fossero necessarie in futuro. In particolare rientrano nella categoria ME2 a pieno titolo le autostrade, le superstrade e le tangenziali quali:

A- Autostrade (con campo visivo: normale)

B- Extraurbane principali (con campo visivo: complesso)

Possono rientrare inoltre le seguenti categorie di strade:

D- Strade Urbane di scorrimento veloce* ($V_{max} < 70 \text{ km/h}$ in aree di conflitto)

C- Strade Extraurbane secondarie* ($V_{max} < 70-90 \text{ km/h}$ in aree di conflitto)

E- Strade Urbane interquartiere* ($V_{max} < 50 \text{ km/h}$ in aree di conflitto)

E- Strade Urbane di quartiere* ($V_{max} < 50 \text{ km/h}$ in aree di conflitto)

F- Strade Locali extraurbane* ($V_{max} < 70-90 \text{ km/h}$ in aree di conflitto)

** se la segnaletica è efficace e sufficiente tali strade si riconducono alla cat. ME3 (vedi prospetto ME3).*

Situazione di Cesate:

Dall'analisi dei rischi, possono essere assimilate a questo tipo di strade solo strade a doppia corsia, doppio senso di marcia con velocità consentite superiori a 50km/h e limitatamente come sopra evidenziato, strade extraurbane secondarie o urbane di quartiere (quelle classificate nel piano come ME3a e ME3c) in corrispondenza delle sole aree di conflitto.

APPARECCHI DI PROGETTO

Per impianti di codesto tipo devono essere impiegati apparecchi ad elevato rendimento per evitare di impiegare potenze superiori a 150W.



				O che permettono di conseguire risultati illuminotecnici equivalenti a quelli sotto riportati
IPSO	KAOS	RIVIERA	SQ	-
Apparecchio 1	Apparecchio 2	Apparecchio 3	Apparecchio 4	Apparecchio 5

APPLICABILITA' DI TECNOLOGIE A LED				
				
Apparecchio 1	Apparecchio 2	Apparecchio 3	Apparecchio 4	Apparecchio 5
Le foto sopra inserite sono solo alcuni esempi non esaustivi				
 <p>Progetti realizzati con alcune decine di corpi illuminanti hanno evidenziato solo in rarissime occasioni il raggiungimento a stento dei requisiti richiesti da legge e norme di settore. Tale tecnologia è <u>sempre totalmente sconsigliata</u> in tali tipologie di strade in quanto a <u>parità di condizioni di progetto</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> - I costi installativi, manutentivi ed energetici AUMENTANO SEMPRE rispetto a tecnologie tradizionali SAP, - Il numero di led necessari per conseguire risultati appena accettabili sono sempre superiori a 110-120, e questo rende l'apparecchio molto vulnerabile e di imprevedibile durata - Le sorgenti LED con accettabile efficienza (efficienza complessiva dei moduli led comprensivi di lenti maggiore di 90-110lm/W) hanno temperature di colore superiori a 4000K con conseguenze negative sul confort visivo, eco-compatibilità e salute umane (si veda PARTE 2 – capitolo 2.10, par. 4). 				

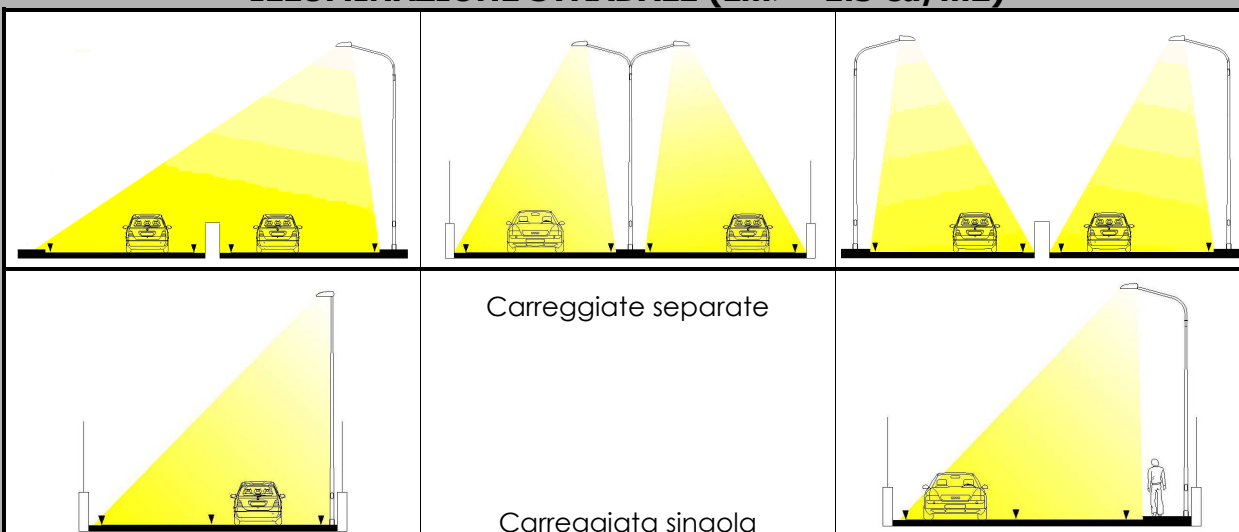
PROGETTO ILLUMINOTECNICO

Seguono alcuni progetti illuminotecnici che permettono di conseguire i requisiti minimi delle norme. I presenti progetti guida, pur senza alcuna pretesa di completezza, hanno lo scopo di illustrare i migliori risultati perseguibili per varie disposizioni di progetto di alcuni corpi illuminanti proposti dal mercato. Quanto proposto non è il massimo ottenibile, ma è conforme con le leggi e normative vigenti e con le indicazioni minime di cui al capitolo 5.7; altri corpi illuminanti potrebbero perseguire risultati migliori così come l'avanzamento tecnologico nei prossimi anni migliorerà ulteriormente le performance illuminotecniche.

Queste strade sono le uniche dove è pensabile l'impiego di apparecchi bilaterali frontali o a centro strada per illuminare le 2 carreggiate.



SCHEMA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME ILLUMINAZIONE STRADALE ($L_m \geq 1.5 \text{ cd/m}^2$)



APPARECCHIO

TIPO APPARECCHIO	Armatura stradale totalmente schermata
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica (preferibilmente)
RIFLETTORE	Riflettore in alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico asimmetrico di tipo stradale
VETRO DI PROTEZIONE	Schermo di chiusura in vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
GRADO DI PROTEZIONE	IP65 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm con documentazione come richiesto da L.R. 17/2000 e s.m.i.

SOSTEGNI

SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza Nuovi: sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezza da 8 a 11 mt. fuori terra secondo la larghezza della strada.
POSA	Preferibilmente Unilaterale su marciapiede o carreggiata. Possibilmente in posizione "testa-palo", ove si renda necessario per condizioni critiche, viali alberati o altro è ammesso l'utilizzo del braccio.

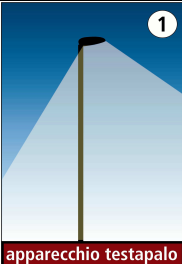
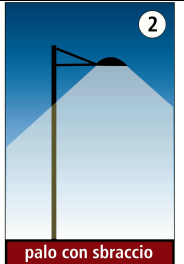
SORGENTI

SORGENTE	Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica $R_a=25$, e temperatura di colore pari a 1950K.
POTENZA	Potenze installate preferibilmente non superiori a 150W.

OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: ove possibile intervenire sull'interdistanza (situazioni senza ostacoli quali viali alberati), il rapporto minimo interdistanza su altezza palo deve essere pari a 4.0
NORMA RIFERIMENTO	UNI 10439 - EN13201.
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatori, se centralizzati accorpendo più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con diversi ter di regolazione (minimo 2 livelli)



TIPOLOGIA DI INSTALLAZIONE		CLASSIFICAZIONE				TIPO DI STRADA				
 apparecchio testapalo	 palo con sbraccio	ME 2				Carreggiate min.: 1 Corsie min.: 2 per senso di marcia Velocità superiore a 50km/h Note: - rientrano in questa categoria circonvallazioni, tangenziali e asimilabili				
		Luminanza media mantenuta	Uniformità		Ti					
		Lm [cd/m ²]	Uo	UI	Ti					
		1,5	40%	70%	10%					
CLASSI DI PROGETTO										
Corpo n.	Larg. Strada [m]	Altezza Sostegni [m]	Avanzamento [m]	Tilt [°]	Interdistanza [m]	Rapporto I/h	Lm [cd/m ²]	Uo	UI	Ti %
SORGENTE LUMINOSA: 150 W Sodio alta pressione										
2	7	6,50	0,00	0,00	24,50	3,77	1,79	0,43	0,71	6,05
2	7	7,00	-0,50	0,00	26,50	3,79	1,55	0,43	0,72	5,66
2	7	6,50	-1,00	0,00	25,00	3,85	1,52	0,45	0,71	5,43
2	7	6,00	-1,00	0,00	23,50	3,92	1,60	0,45	0,71	5,37
2	7	7,00	0,00	0,00	27,00	3,86	1,66	0,41	0,71	6,05
4	7	6,00	-1,00	0,00	25,50	4,25	1,51	0,43	0,78	6,51
4	7	6,00	0,00	0,00	27,00	4,50	1,66	0,42	0,72	8,59
4	7	6,00	1,00	0,00	25,50	4,25	1,77	0,42	0,70	10,47
4	7	7,00	-1,00	0,00	28,00	4,00	1,51	0,46	0,71	5,12
4	7	7,00	0,00	0,00	30,50	4,36	1,50	0,45	0,70	7,45
3	7	7,00	0,00	0,00	32,00	4,57	1,56	0,40	0,70	12,77
4	7	7,00	1,00	0,00	31,00	4,43	1,56	0,45	0,71	10,59
3	7	7,00	1,00	0,00	31,00	4,43	1,63	0,42	0,72	17,24
3	7	8,00	1,00	0,00	33,00	4,12	1,68	0,42	0,72	11,75
4	7	8,00	-1,00	0,00	30,50	3,81	1,51	0,41	0,78	4,79
4	7	8,00	0,00	0,00	33,00	4,12	1,50	0,45	0,72	6,94
4	7	8,00	1,00	0,00	33,00	4,12	1,65	0,48	0,70	3,36
4	7	9,00	0,00	0,00	33,50	3,72	1,55	0,56	0,79	3,16
4	7	9,00	0,00	0,00	35,00	4,12	1,50	0,45	0,70	3,46
4	7	9,00	0,00	0,00	36,00	4,12	1,65	0,48	0,71	8,36
3	8	7,00	1,00	0,00	32,00	4,00	1,51	0,40	0,75	9,14
4	8	7,00	0,00	0,00	28,00	4,00	1,63	0,41	0,71	5,10
3	8	7,00	1,00	0,00	31,00	4,43	1,55	0,43	0,73	14,06
3	8	7,00	1,00	0,00	32,00	4,00	1,51	0,40	0,75	9,14
4	8	8,00	1,00	0,00	33,00	4,12	1,56	0,41	0,72	6,87
4	8	8,00	0,00	0,00	31,00	3,88	1,52	0,40	0,77	5,29
4	9	7,00	0,00	0,00	26,00	3,71	1,55	0,40	0,75	4,06
4	9	7,00	1,00	0,00	28,00	4,00	1,59	0,43	0,71	5,83
4	9	8,00	1,00	0,00	30,00	3,75	1,54	0,42	0,79	5,73
4	10	7,00	1,00	0,00	26,00	3,71	1,52	0,41	0,76	4,60



2. **Indice Illuminotecnico ME3-ME4:** appartengono a tali categorie illuminotecniche numerose tipologie di strade urbane ed extraurbane che penetrano il tessuto comunale e che rivestono una certa importanza, se non in numero, certamente per le caratteristiche illuminotecniche che richiedono.

CLASSE ME3

Rientrano nella categoria ME3 a pieno titolo le superstrade, tangenziali, ma anche le strade provinciali e statali in ambito extraurbano e urbano quali:

B- Extraurbane principali (ME3a) (Campo visivo: normale)

D- Urbane di scorrimento veloce (ME3a) ($V_{max} < 70 \text{ km/h}$ normali)

C- Extraurbane secondarie (ME3a) ($V_{max} < 70-90 \text{ km/h}$ normali)

E- Urbane interquartiere (ME3c) ($V_{max} < 50 \text{ km/h}$ normali)

E- Urbane di quartiere (ME3c) ($V_{max} < 50 \text{ km/h}$ normali)

Possono rientrare inoltre le seguenti categorie di strade:

D- Urbane di scorrimento* (ME3c) ($V_{max} < 50 \text{ km/h}$ in aree di conflitto)

C- Extraurbane secondarie* (ME3c) ($V_{max} < 50 \text{ km/h}$ in aree di conflitto)

F- Locali extraurbane (ME3a) ($V_{max} < 70-90 \text{ km/h}$ normali)

F- Locali extraurbane* (ME3c) ($V_{max} < 50 \text{ km/h}$ in aree di conflitto)

** se la segnaletica è efficace e sufficiente tali strade si riconducono alla cat. ME4b (vedi ME4b).*

Situazione di Cesate:

Rientra in questa categoria le strade provinciali e statali e le principali strade che costituiscono il tessuto stradale primario di Cesate ed in particolare la strada principale che attraversa il centro storico di Cesate.

Conformità alla L.R. 17/00 e s.m.i.

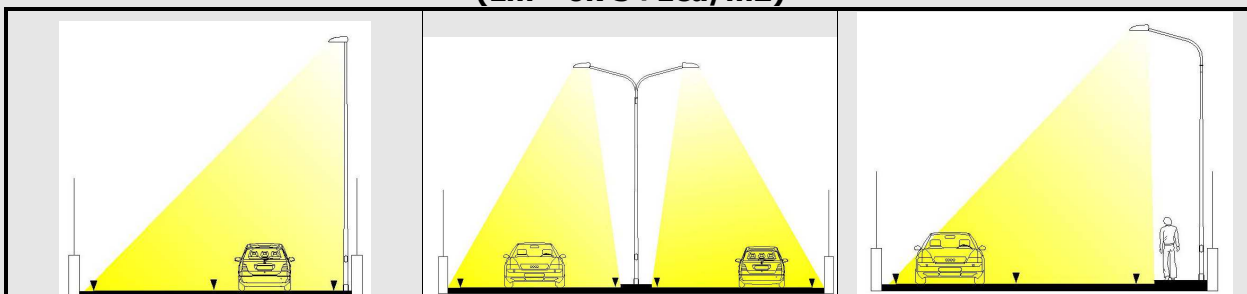
Laddove sono state effettuate le sostituzioni dei corpi illuminanti, gli stessi sono conformi alla L.R.17/00 e s.m.i. mentre la restante parte sono obsoleti e giunti al termine della loro vita. I dati completi delle conformità sono disponibili nell'allegato 1 – PARTE 1 del Piano (Censimento).

Valutazione a parte i nuovi impianti di Via Romanò, che seppure di alto valore estetico e di elevato rendimento, presentano apparecchi con vetro di protezione di dubbia conformità alla L.r.17/00 e s.m.i.





**SCHEDA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME
STRADE CON MEDIO-ALTE PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE
($L_m = 0.75 \div 1 \text{ cd/m}^2$)**



DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:

APPARECCHIO

TIPO APPARECCHIO	Armatura stradale totalmente schermata
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico asimmetrico tipo stradale
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
GRADO DI PROTEZIONE	IP 65 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm con documentazione come richiesto da L.R. 17/2000 e s.m.i.

SOSTEGNI

SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza Nuovi: sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra (a seconda della larghezza della strada): - Classe ME3: 8-10 metri - Classe ME4: 7-9 metri
POSA	Unilaterale su marciapiede o carreggiata. Possibilmente in posizione "testa-palo", ove si renda necessario per condizioni critiche, viali alberati o altro è ammesso l'utilizzo del braccio.

SORGENTI

SORGENTE	Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: > $R_a=60-65$, temperatura di colore 2150°K o $R_a=20-25$, e temperatura di colore 1950°K, per i tracciati urbani delle strade con indice illuminotecnico 4, > $R_a=20-25$, e temperatura di colore pari a 1950°K per tutte le altre Vie e tipologie Illuminotecniche.
POTENZA	Classe ME3 (utilizzare le soluzioni con potenze inferiori): <ul style="list-style-type: none"> per strada con larghezze sino a 7 metri: 70-100W per strada con larghezze sino a 8 metri: 100W per strada con larghezze oltre 8 metri: 100-150W Classe ME4 (utilizzare le soluzioni con potenze inferiori): <ul style="list-style-type: none"> per strada con larghezze sino a 7 metri: 70W per strada con larghezze sino a 8 metri: 100W per strada con larghezze oltre 8 metri: 100-150W

OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: ove possibile intervenire sull'interdistanza (situazioni senza ostacoli quali viali alberati), il rapporto minimo interdistanza su altezza palo deve essere pari a 4-4.2
NORMA RIFERIMENTO	UNI 11248 - EN13201 (Classe ME3-ME4).
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatori. Preferibili sistemi tipo punto a punto con la possibilità di regolazione del flusso su alimentatore elettronico con un minimo di livelli 2

