UNI 11248

Illuminazione stradale e selezione delle categorie illuminotecniche

Tutte le novità di una luce che evolve

Introduzione

Non cambia lo scheletro organizzativo e funzionale della norma ma la stessa ha subito un ampia ristrutturazione così sintetizzabile:

1. Completate situazioni meno chiare della precedente revisione
2. Fornite indicazione puntuali ad una accezione più ampia di «strada» intesa come: incroci, rotatorie, pedonale, ciclabile, etc…
3. Introdotti concetti innovativi quale l'illuminazione adattiva

Tutte le slide di seguito riportate sono una sintesi ed esemplificazione della norma fare di riferimento alla stessa per ogni dettaglio

Inoltre: 5 appendici di cui 3 normative e 2 informative che permettono di completare in modo esaustivo il quadro normativo

Ruolo chiave – Il Progettista

Come nella prec. Revisione della norma – Il Progettista ha l'obbligo:

1. Di individuare le zone di studio (4.1)
2. Dell'analisi dei rischi che è definita parte obbligatoria e parte integrante del progetto illuminotecnico (8.2)
3. Di individuale le categorie illuminotecniche (4.2)

Tali attività non sono delegabili a terzi e sono responsabilità del Progettista Illuminotecnico!

Obbligatorietà e validità della UNI11248

Ai fini della dichiarazione della regola dell'arte è possibile adottare la norma UNI11248 al pari di qualsiasi norma Europea equivalente

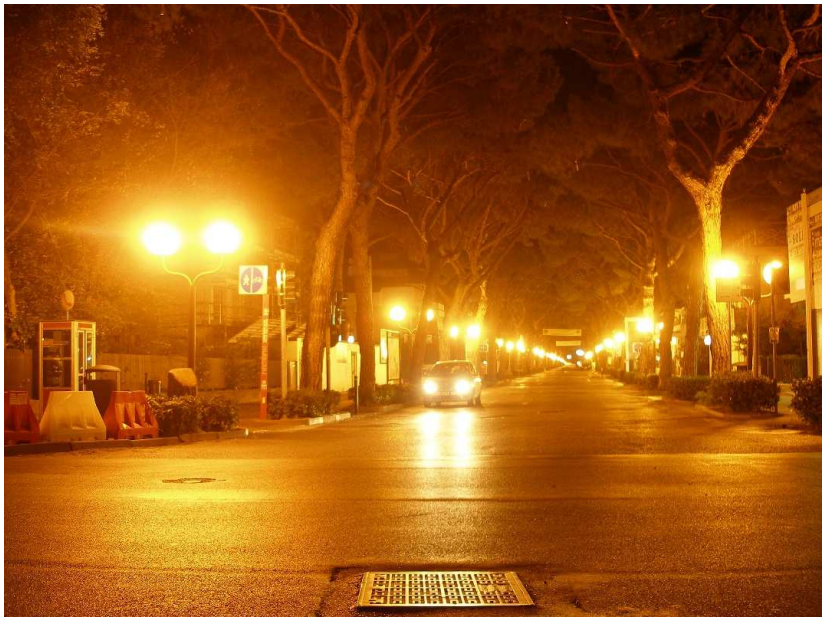
16 Leggi regionali per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico impongono di progettare «ai valori minimi di luminanze e illuminamenti previsti dalle norme tecniche e di sicurezza»

A tutti gli effetti il rispetto di tale norma è reso un obbligo di legge dalle Leggi regionali per il contenimento dell'inquinamento luminoso, in particolare:

UNI11248 e sovradimensionamento impianto

La nuova UNI 11248 specifica rigorosi criteri di contenimento di luminanza e illuminamenti rispetto alla rev. Sett.2012, infatti tali valori non devono eccedere i valori di progetto della EN 13201-3 ed in particolare:

- +35% per le categorie illuminotecniche M
- +25% per le altre categorie illuminotecniche



Finalmente anche la norma impedisce realmente di sovradimensionare gli impianti d'illuminazione.

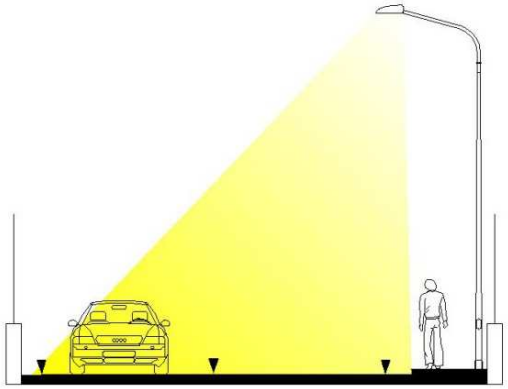
Zone di Studio

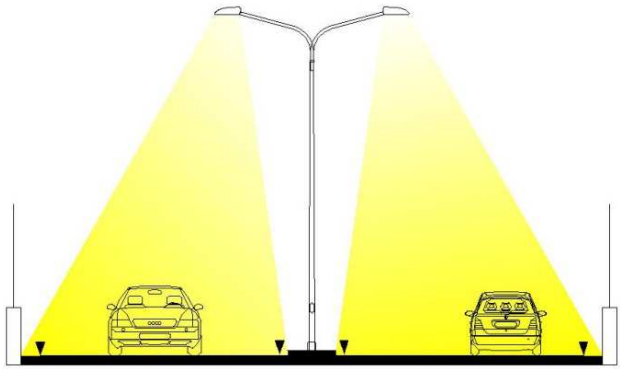
Zone di studio per le strade a traffico veicolare (anche con V < 30 km/h)

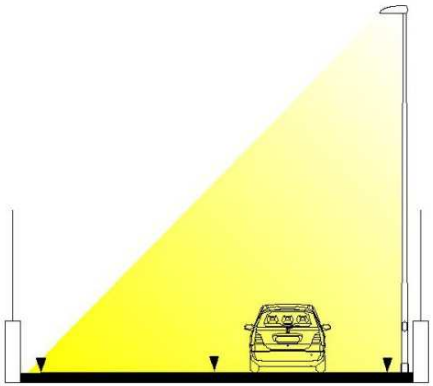
1. Carreggiata (o nei limiti delle facciate di edifici o proprietà private)

Si trattano come zone separata:

- Le corsie di emergenza
- Marciapiedi, ciclabili pedonali, attraversamenti pedonali







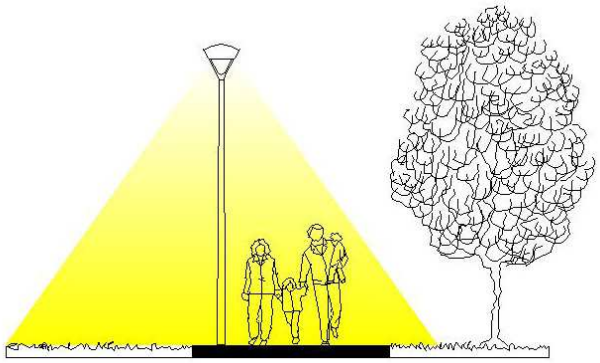
Zone di Studio

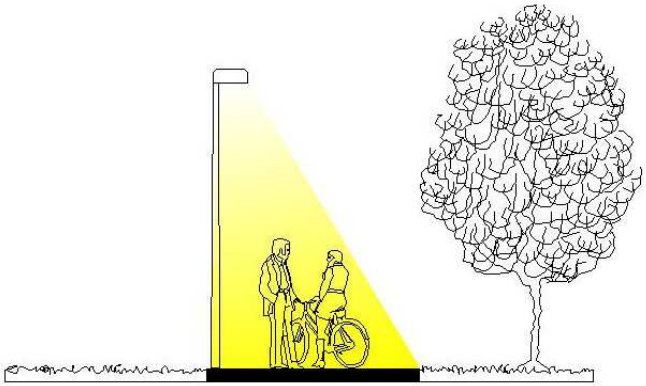
Zone di studio per piste ciclabili e strade con utenti principali pedoni

1. Marciapiede, ciclabile, attraversamento pedonale

Si possono raggruppare nella stessa zona se adiacenti:

- Le corsie di emergenza
- Marciapiedi, ciclabili pedonali, attraversamenti pedonali





Zone di Studio

Zone di conflitto (Si veda anche appendice A – Illuminazione intersezioni)

1. Carreggiata (compresa «isola» della rotatoria se percorribile)

Si trattano come zone separata:

- Marciapiedi, ciclabili pedonali, attraversamenti pedonali

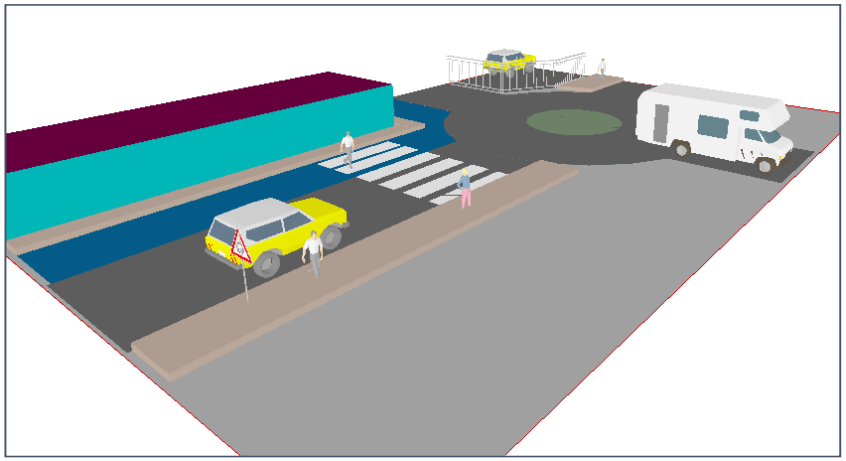
Zone di Studio

Zone di studio per rallentatori di velocità

1. Solo tratti ove installati

Zone di studio per attraversamenti pedonali

1. Lo spazio specificatamente definito dalla segnaletica orizzontale e simmetricamente a dx e sx della stessa delle stesse dimensioni
2. I marciapiedi limitatamente al tratto corrispondente alla larghezza della zona.



Categorie illuminotecniche

Come nella prec. Revisione della norma ci sono 3 tipi di categorie:

1. **D'Ingresso:** Che dipende esclusivamente dal tipo di strada presente nella zona di studio
2. **Di Progetto:** Che specifica i requisiti illuminotecnici da considerare nel dimensionamento dell'impianto (dipende dalla valutazione dei parametri di influenza costanti nel lungo periodo)
3. **Di Esercizio:** Che possono dipendere in alternativa:
   - Della variabilità nel tempo dei parametri di influenza definiti dal progettista
   - Dalle condizioni operative instantanee di funzionamento (ill. adattiva)

Det. Categoria Illuminotecnica di Ingresso

1. Si suddivide la strada in zone di studio con omogenei parametri di influenza
2. Per ogni zona di studio si identifica il tipo di strada:
   - Tramite strumenti urbanistici e/o indicazioni della polizia o dell'UT
   - Ove non disponibili anche con l'appendice C della norme
3. Noto il tipo di strada si trova la categoria d'ingresso con il prospetto 1

Non è responsabilità del progettista tale attività ma visto che non riceverà risposte è sua priorità proporre …e chi ben comincia è già a metà dell'opera….

Det. Categoria Illuminotecnica di Ingresso

1. Appendice C: Finalmente una chiara spiegazione del D.M.

- Strade U. di quartiere (E) non si possono più confondere con le strade locali (F)
- E' chiaro cosa siano le S. interzonali (F)

Fare riferimento al all'appendice C della UNI11248 di cui questo è una esemplificazione.

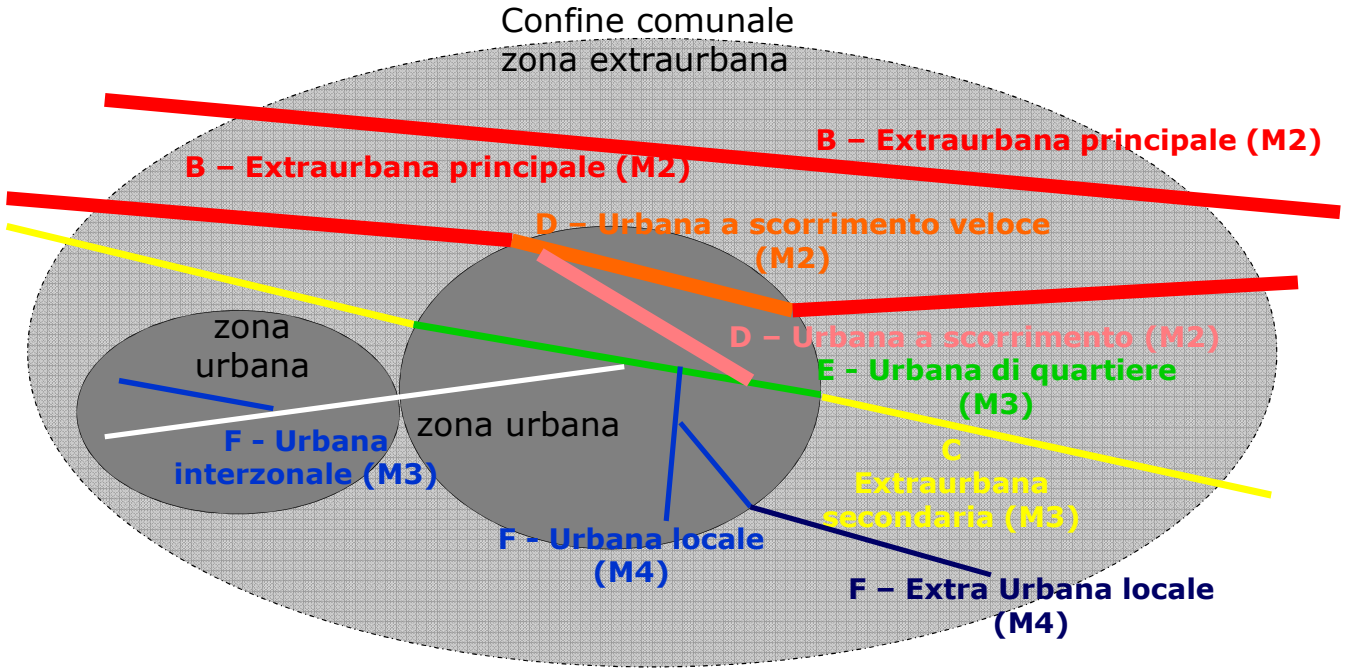
Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	N. Minimo Carreggiate indipendenti	N. Minimo di Corsie per senso di marcia	N. di sensi di marcia	Portata max. di servizio per corsia (veicoli/ora)	Ulteriori requisiti minimi, caratteristiche e chiarimenti
A2	Strade di servizio alle autostrade urbane extraurbane	2	1	2	vedi D.M.	Comprese le strade dedicate all'accesso alle autostrade prima delle stazioni
B	Strade extraurbane principali	2	2	2	1000	Tangenziali e superstrade
C	**Strade extraurbane secondarie**	**1**	**1**	**2**	**600**	**Strade tipo SP, SR, SS. Con banchine laterali transitabili**
D	Strade urbane di scorrimento	2	2	2	950	Strade urbane di grandi dimensioni e di connessione alla rete "urbana di quartiere" o "extraurbana secondaria"
E	**Strade urbane di quartiere**	**1**	**1**	**2**	**800**	**Proseguimento delle strade di tipo C (SP, SR, SS) "extraurbane secondarie" nella rete urbana. Corsie di manovra e parcheggi esterni alla Carreggiata**
			2	**1**		
F	Strade locali extraurbane (F1-F2)	1	1	1 o 2	450	Strade in ambito extraurbano diverse da strade di tipo B e C quali strade comunali, vicinali, etc..
F	Strade locali extraurbane	1	1	1 o 2	450	
F	Strade locali interzonali	1	1	1 o 2	800	Strade locali di connessione con la "rete secondaria" e di "scorrimento" di maggior rilievo in quanto attraversano il territorio collegando aree urbane confinanti o distanti in area urbane o extraurbane
F	**Strade locali urbane**	**1**	**1**	**1 o 2**	**800**	**Strade locali diverse da strade di tipo D e E, quali strade residenziali, artigianali, centro cittadino, centro storico, etc.**

Procedura – Det. Categoria Ill. di Ingresso

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità	Categoria d'ingresso	
		[km/h]	Sett. 2012	Dic. 2015
C	Strade extraurbane secondarie	50	M3	M3
E	~~Strade urbane interquartiere~~	~~50~~	~~M2~~	~~M2~~
	Strade urbane di quartiere	50	M3	M3
F	Strade locali extraurbane	50	ME3	**M4**
		30	C3	**C4/P2**
	Strade locali urbane	50	M3	**M4**
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3	**C3/P1**
	Strade locali interzonali (in precedenza interquartiere ora eliminate)	50	M2	**ME3**
		30	-	**C4/P2**

Det. Categoria Illuminotecnica di Progetto

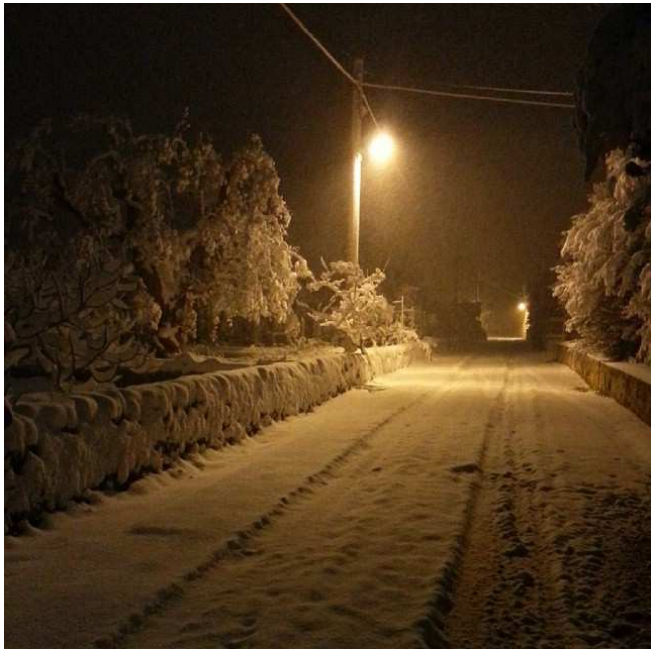
Categoria d'Ingresso: Con la nuova 11248 vengono fugati i rischi di sovradimensionamento e «l'appiattimento» verso l'alto delle categorie illuminotecniche di ingresso (prima non c'era differenza fra S.S. e S.locali)



Det. Categoria Illuminotecnica di Progetto

Osservazioni:

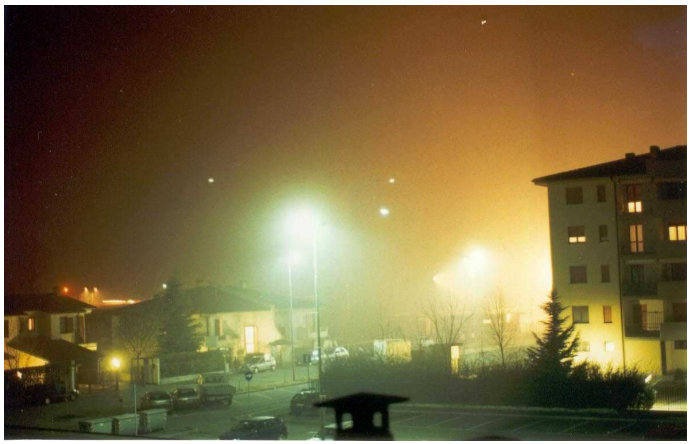
- Per punti luce isolati in prossimità di incroci in zone rurali o in strade locali extraurbane, non si richiede alcuna prescrizione ai livelli di illuminazione (categoria illuminotecnica S7) e si richiede la categoria G3 per la limitazione dell'abbagliamento, valutata nelle condizioni di installazione.



Criterio sempre verificato per gli impianti conformi alla L.r.31/15 e s.m.i.

Det. Categoria Illuminotecnica di Progetto

1. **Analisi dei rischi:** L'analisi dei rischi consiste infatti nell'individuare la categoria ill. che garantisce 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.
2. **Categoria illuminotecnica di Progetto:** Categoria illuminotecnica ricavata, per un dato impianto, modificando la «categoria illuminotecnica di ingresso» per l'analisi dei rischi in base al valore dei parametri di influenza considerati nella valutazione.



Di competenze e responsabilità esclusiva del PROGETTISTA.

Procedura – Analisi dei Rischi

Le fasi dell'analisi dei rischi:

A- individuare i parametri di influenza significativi;

B- pervenire alla definizione delle categorie illuminotecniche attraverso una valutazione del rischio obbligatoria, dove devono essere esplicitati i criteri e le fonti delle informazioni che hanno portato alle scelte effettuate. Le fonti possono consistere nelle indicazioni del gestore e/o proprietario della strada, in dati reperibili nei rapporti tecnici CIE o nella letteratura e, in assenza di queste, in base a proprie valutazioni che devono essere giustificate.

L'analisi dei rischi deve essere asseverata dal PROGETTISTA.

Procedura – Analisi dei Rischi

Le fasi operative dell'analisi dei rischi:

- sopralluogo con l'obiettivo di determinare una gerarchia tra i parametri di influenza rilevanti per le strade esaminate;
- individuazione dei parametri decisionali e delle procedure gestionali richieste da eventuali leggi dalla presente norma e da esigenze specifiche;
- studio preliminare del rischio, determinando gli eventi potenzialmente pericolosi, in base agli incidenti pregressi ed al rapporto fra incidenti diurni e notturni, e classificandoli in funzione della frequenza e della gravità;
- creazione di una gerarchia di interventi per assicurare a lungo termine i livelli di sicurezza richiesti da leggi, Direttive e norme;
- determinazione di una programmazione strategica, con una scala di priorità per le azioni più efficaci in termini di sicurezza per gli utenti.

L'analisi dei rischi «per corrispondenza» non ha alcun valore!

Parametri d'influenza

Parametri d'influenza costanti di lungo periodo: per la definizione della categoria illuminotecnica di progetto.

Prospetto 2- Parametri d'influenza costanti nel lungo periodo	
PARAMETRO DI INFLUENZA	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità delle zone di conflitto	1
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericoli di aggressione	1

E' compito del progettista definire cosa si intende per «Campo visivo normale», «bassa densità», «Segnaletica cospicua».

Parametri d’influenza

- Altri parametri possono essere individuati dal progettista
- Il valore della riduzione associato a ogni parametro di influenza è compreso fra 0 e 1 e viene proposto e giustificato dal progettista
- La classificazione è possibile solo in decremento,
- La somma dei valori delle riduzioni dei parametri di influenza, ridotti al più grande intero, rappresenta la riduzione per ottenere la cat. Ill. di progetto

Procedura – Parametri d'influenza

Parametri d'influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale: per la definizione della categoria illuminotecnica di esercizio.

Prospetto 3- Parametri d'influenza variabili nel tempo in modo periodico e casuale	
PARAMETRO DI INFLUENZA	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Flusso orario di traffico <50% rispetto alla portata di esercizio	1
Flusso orario di traffico <25% rispetto alla portata di esercizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

Nel caso in cui i dati storici, statistici e previsionali evidenzino che condizioni di traffico minori del 50% o 25% della portata di servizio massima siano reali e continuative per la vita dell'impianto, la cat. Ill. di progetto può essere ridotta.

Procedura – Analisi dei Rischi

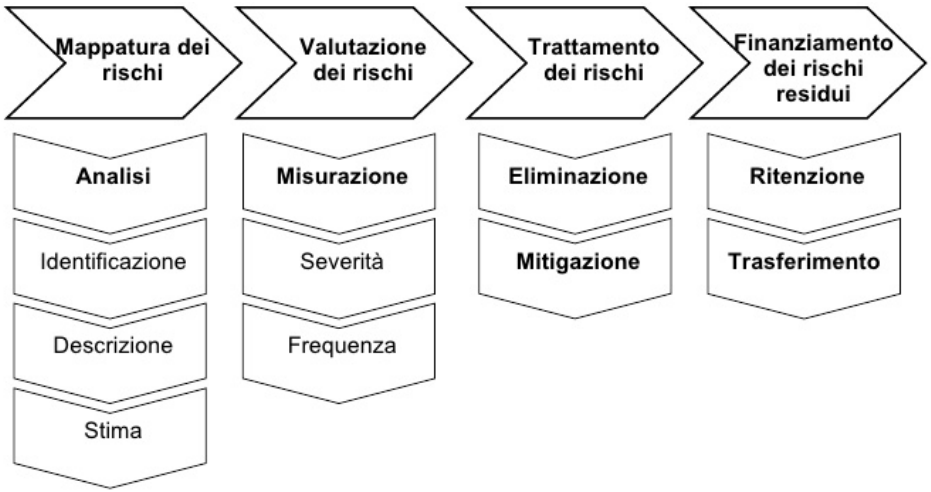
Metodologia operativa: Il progettista basa l'A.R. sulla conoscenza dei P.I. + significativi individuabili fra quelli dei prospetti 2-3, inoltre:

- Valuta le possibili variazioni nel tempo del P.I. considerato
- Limita l'influenza di ogni P.I. ad una categoria illuminotecnica
- Limita le scelte alle cat. Ill. esistenti nella EN 13201-2
- La cat. Ill. di progetto si valuta per la portata di servizio massima della strada indipendentemente dal flusso orario

Procedura – Analisi FMEA

ANALISI DEI RISCHI FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

- è una metodologia utilizzata per analizzare le modalità di guasto o di difetto di un processo, prodotto o sistema. Applicabile per l'analisi dei rischi dall'industria automobilistica alla sanità, alla sicurezza ed a qualsiasi ambito del vivere civile.



Procedura – Analisi FMEA

ANALISI DEI RISCHI FMEA

(*Failure Mode and Effect Analysis*)

- **Scale di valutazione quantitativa.** Le scale di valutazione impiegate sono di tipo proporzionale (evento con impatto 6 provoca un danno doppio rispetto a eventi di impatto 3).
- **Tecniche di valutazione quantitativa.** Sono basate:

- sulla conoscenza di eventi storici, e su ricerche scientifiche
- su tecniche probabilistiche o non probabilistiche costruite dall'analisi dello scenario e del contesto in cui si introduce l'illuminazione.

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

Procedura – Analisi FMEA

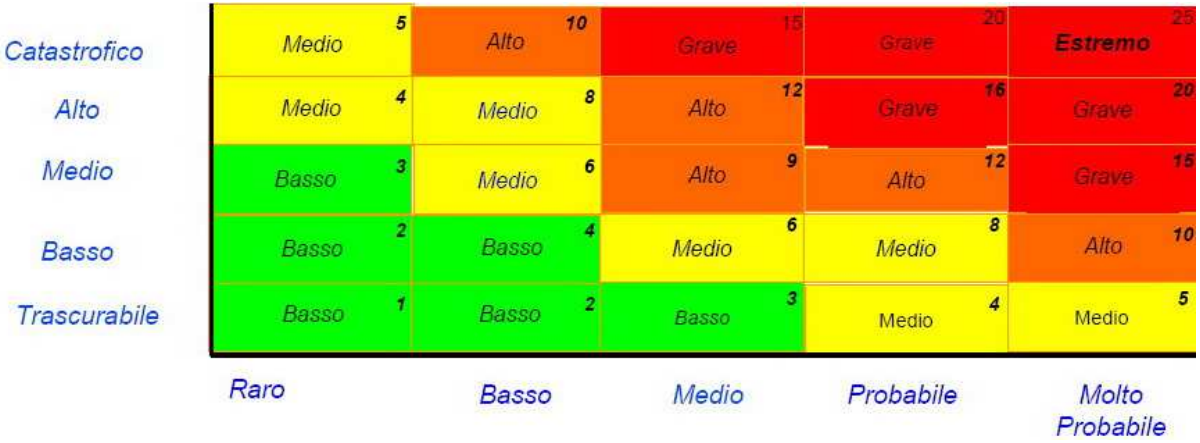
ANALISI DEI RISCHI FMEA

(*Failure Mode and Effect Analysis*)

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

RPN = S x O x D

Più RPN è grande e maggiore è la necessità di un intervento.



Procedura – Analisi FMEA

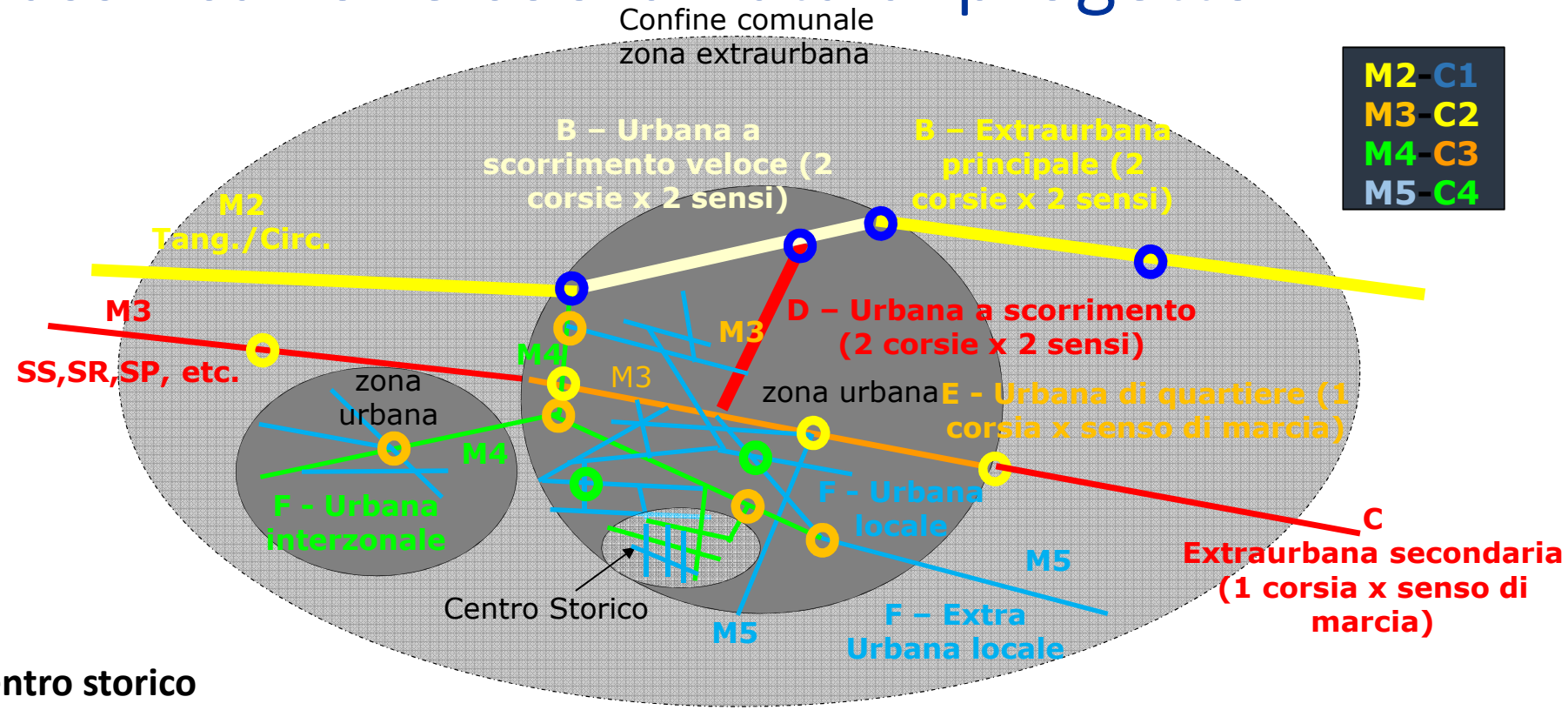
ANALISI DEI RISCHI FMEA

(*Failure Mode and Effect Analysis*)

Estratto dell'analisi:

Desc. AMBITO			EFFETTI			CAUSE		RILEVAZIONE		RPM	Azioni correttive	Nuovo RPM				Note - Bibliografia	Classe
Rif.	Ambi-to	Parametro di Influenza	Potenziali Problemi	Effetti	Conse-guenze S	Cause e Concause	Frequen-za O	Controlli attuali nel processo	Misura-bilità D			S	O	D	RPM		
a	M3	Complessità del campo Visivo e Conflitti	Complessità Elevata e Condizioni conflittuali	Su 100 Incidente: - scontro laterale o frontale (52,9%) - tamponamento (21,5%) - sbandamento e uscita (9,8%) - investimento di pedone (9,1%) - urti con ostacoli (4,4%)	6	- Elevate velocità consentite (anche se vietate) dal tipo di strada e conseguenti ridotti tempi di reazione -Tracciato non contingentato e in/out secondari non regolati - Ridotta percezione degli ostacoli, distrazioni, abbagliamenti - Bruschi rallentamenti e/o traffico discontinuo e mancato rispetto delle distanze di sicurezza	4	Controllo con: - limitatori di velocità e sistemi di rilevazione - segnaletica attiva/passiva o semaforica	4	96	-	6	4	4	96	- Osservazione diretta - Verifica con gli organi di polizia delle situazioni a rischio - Classificazione secondo altri strumenti urbanistici (PUT, PGT, etc) - Rif. 5, 7, 9, 10, 14, 15, 16, 17,18, 19, 20, 22, 26, 30	0
b	M4	Complessità del campo Visivo e Conflitti	Complessità Elevata e Condizioni conflittuali	Su 100 Incidente: - scontro laterale o frontale (52,9%) - tamponamento (21,5%) - sbandamento e uscita (9,8%) - investimento di pedone (9,1%) - urti con ostacoli (4,4%)	7	- Elevate velocità consentite (anche se vietate) dal tipo di strada e conseguenti ridotti tempi di reazione -Tracciato non contingentato e in/out secondari non regolati - Ridotta percezione degli ostacoli, distrazioni, abbagliamenti - Bruschi rallentamenti e/o traffico discontinuo e mancato rispetto delle distanze di sicurezza - Elevati flussi anche in orari notturni	5	idem	4	140	- Revisione segnaletica attiva e/o passiva, - Revisione manto stradale - Installazione sistemi velocity control - Bonifica impianti d'illuminazione privati o pubblici inadeguati (e difformi dall'art. 23 cod. della strada) o non conformi alle L.r. sul controllo dell'inquinamento lum. - Incrementare illuminamento per maggiore contrasto visivo - Introduzione di illuminazione dedicata a attraversamenti pedonali in aree critiche	6	4	4	96	- Osservazione diretta - Verifica con gli organi di polizia delle situazioni a rischio - Classificazione secondo altri strumenti urbanistici (PUT, PGT, etc) - Rif. 5, 7, 9, 10, 14, 15, 16, 17,18, 19, 20, 22, 26, 30	+1

Classificazione coordinata di progetto



NB. Centro storico
nella/e strada/e + significative (ME4 o se corte/tortuose o pedonali S2)
In quelle minori (M5 o se corte/tortuose o pedonali P3)

Esempio di classificazione coordinata ed omogeneizzata del territorito

Limiti di Declassamento

Il prospetto 4 evidenza le principali possibili alternative

Se come cat. Ill. di progetto / esercizio si individua la classe M6 senza riduzione del flusso orario di traffico di questo deve essere data chiara evidenza nell'analisi dei rischi.

Impianto	Riduzione Cat.ill. di Progetto rispetto a Cat. D'ingresso	Riduzione max per cat. Esercizio	Riduzione max. rispetto cat. Ingresso
Normale	0	0	0
		1	1
		2	2
	1	0	1
		1	2
		2	3
	2	0	2
		1	3
Traffico stabilmente minore rispetto a portata di servizio massima	1 (traffico <50%)	0	1
		1	2
		2	3
	2 (traffico <25%)	0	2
		1	3

Limiti di Declassamento

Prospetto 5 - Possibili provvedimenti integrativi all'Illuminazione

Questi ed altri provvedimenti possono riequilibrare la classificazione senza obbligare ad alzare la categoria illuminotecnica.

Conclude l'A.R.: una sintesi delle cat. Illuminotecniche e le misure da porre in essere per assicurare i livelli desiderati di sicurezza .

Condizione	Rimedio
Prevalenza di condizioni meteoriche	Ridurre altezza, interdistanza e Tilt apparecchi per ridurre abbagliamenti
Riconoscimento dei passanti	Verifica di adeguato illuminamento verticale
Luminosità ambiente elevata	
Intersezioni, svincoli, rotatorie	
Elevati tassi di malfunzionamento	
Presenza di rallentatori di velocità	
Attraversamenti pedonali in zone con flusso orario di traffico e/o velocità elevate	Illuminare attraversamenti con impianto dedicato dedicandogli adeguata segnaletica
Programma di manutenzione inadeguato	Ridurre fattore di manutenzione

Comparazione categorie illuminotecniche

Comparazione categorie illuminotecniche e cat. Ill. addizionali

Relazione fra le varie categorie in caso di aree adiacenti e ridotta interferenza
Per le zone adiacenti si deve evitare una differenza maggiore di due categorie illuminotecniche comparabili. La zona in cui il livello luminoso raccomandato è il più elevato, costituisce la zona di riferimento.

Livelli di prestazione visiva e di PROGETTO									
Classe EN 13201		M1	M2	M3	M4	M5	M6		
Luminanze [cd/m2]		2	1.5	1	0,75	0,5	0,3		
E orizzontali	C0 (50lx)	C1 (30lx)	C2 (20lx)	C3 (15lx)	C4 (10lx)	C5 (7.5lx)			
E orizzontali				P1 (15lx)	P2 (10lx)	P3 (7.5lx)	P4 (5lx)	P5 (3lx)	P6 (1.5lx)
Cat. addizionali		EV3	EV4	EV5					

Altre caratteristiche progettuali

- **Griglie di calcolo:** non cambiano quelle della EN13201-3 si chiariscono quelle per le rotatorie nell'appendice C;
- **Caratteristiche di riflessione pavimentazioni stradali:** non cambiano quelle in vigore ricomprese nell'allegato B (Classi C1 e C2);
- **Controllo del Fti (abbagliamento):** Applicando i criteri della EN13201-2 e quanto scritto nell'appendice A-C e comprendendo tutti gli apparecchi coinvolti nell'impianto;
- **Condizioni atmosferiche:** Il progetto viene fatto in condizioni atmosferiche normali altre condizioni dovranno essere valutate dal progettista;
- **IVO:** Il gruppo di lavoro UNI sta lavorando ad un progetto per permettere di declassare nel caso si rispetti tale parametro che individua la capacità di individuare degli ostacoli sulla carreggiata;

Piano di manutenzione

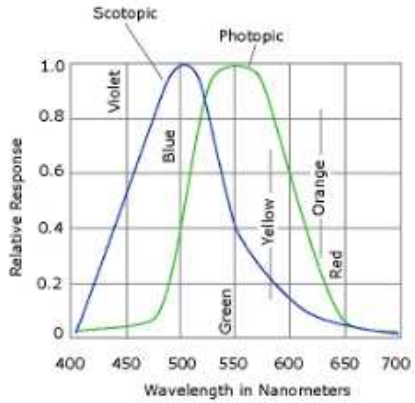
Il progettista deve chiaramente specificare:

- Il fattore di manutenzione indicando altresì tutte le assunzioni fatte per derivarne il valore;
- Il tipo di apparecchio di illuminazione scelto (tipo di lampada, sistema di alimentazione, caratteristiche costruttive dell'apparecchio di illuminazione), le condizioni ambientali e il piano di manutenzione come previsto nella CIE 154:2003;
- Un piano di manutenzione comprensivo dei dati sulla frequenza della sostituzione delle lampade, della pulizia degli apparecchi e sulle modalità esecutive della stessa.
- Le informazioni per applicare correttamente il piano di manutenzione

Alcuni pericoli della norma

Possibilità di declassare di una categoria con Ra>60 e S/P>1,1?

- Il rapporto fra la visione Scotopica (con bastoncelli periferica e monocromatica a bassa luminanza) e Fotopica (con i coni a colori e centrale) è fortemente legato al tipo di sorgente ed è massimo con Temperature di colore elevate >4K;
- Andando ad analizzare i documenti tecnici si vede che migliora la visione periferica e la percezione dei colori ma a tutti gli effetti la differenza fra sorgenti tradizionali ed a led sotto 1 cd/m2 è quasi insignificante (<10-15%)

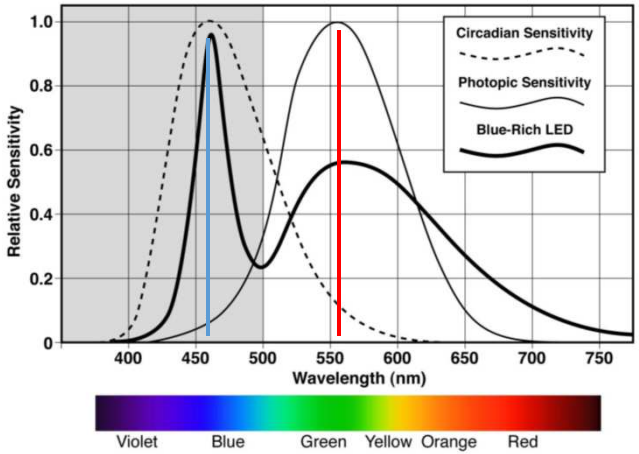


Questo vantaggio (seppur non necessario) per certe sorgenti può presentare dei pericoli ricordiamo infatti che…

Alcuni pericoli della norma

Con l'età crolla la visione nel blu!

Difficile pensare di declassare per l'utilizzo di sorgenti con T>3.5K



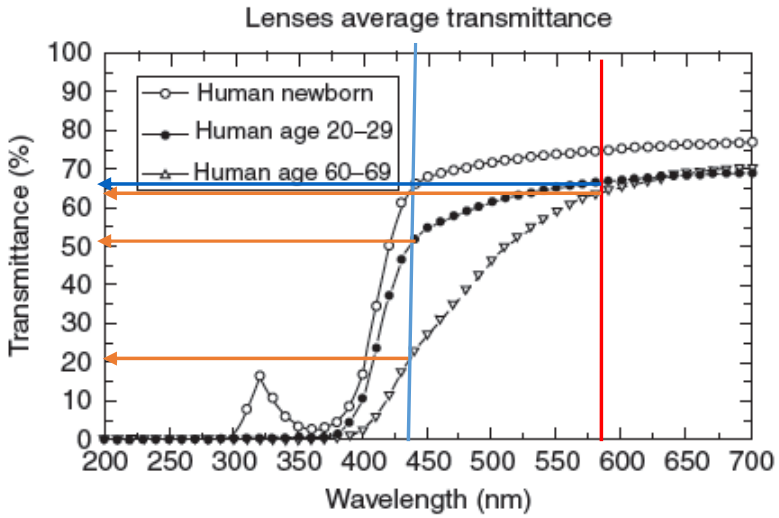


Figure 13 Ocular lens transmission as a function of age. The transmission spectra for postmortem lenses to visible and UV light show a clear age-dependent change. Lenses of older subjects (60–69 years old, $n = 40$) fail to transmit a high proportion of the short-wavelength visible light (400–550 nm) that maximally stimulates the circadian photoreception system compared to the lenses of young adults (20–29 years old, $n = 36$). Newborn lenses ($n = 5$) transmit a higher proportion of all visible and some UV wavelengths. Reproduced from Brainard GC, Rollag MD, and Hanifin JP (1997) Photic regulation of melatonin in humans: Ocular and neural signal transduction. *Journal of Biological Rhythms* 12(6): 537–546.

Encyclopaedia of Neuroscience (2009), vol. 2,

Alcuni pericoli della norma

L’asfalto riflette meno la luce blu

Nella zona di massima emissione del sodio alta pressione (linea verticale rossa), la riflettanza è del 9% sull'asfalto, mentre al picco di emissione dei led (linea verticale azzurra) la riflettanza scende al 4% per asfalti.

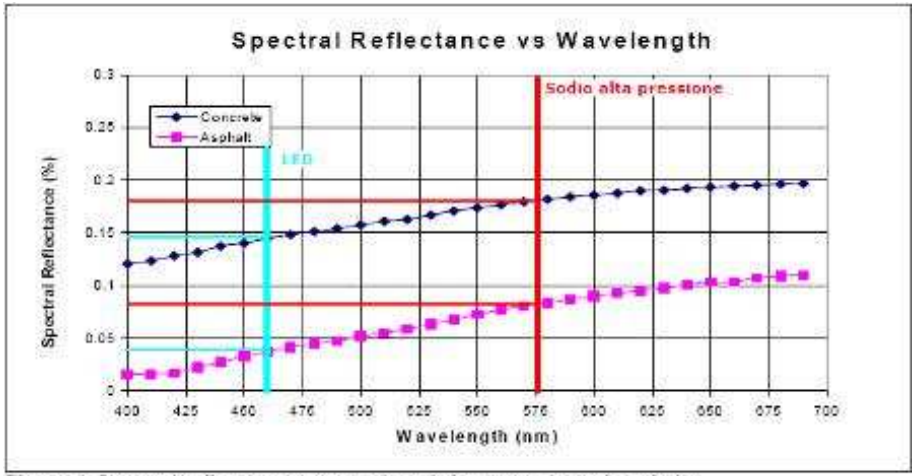


Figure 4. Spectral reflectance vs. wavelength for concrete and asphalt.

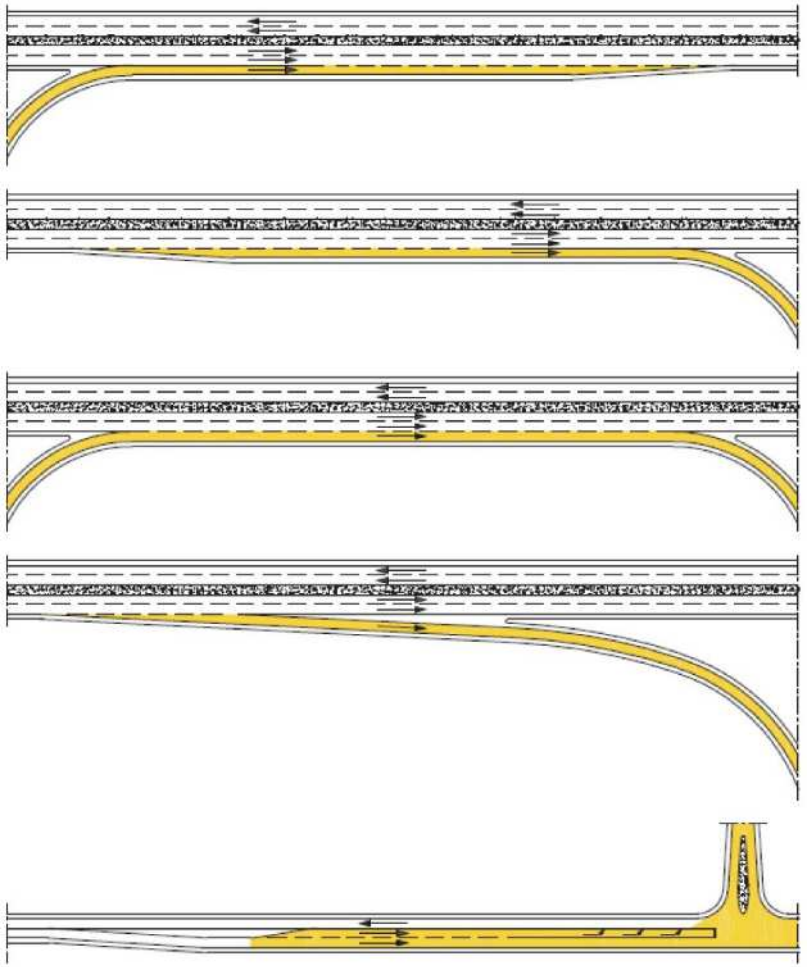
PCA R&D Serial No. 2458 Influence of Pavement Reflectance on Lighting for Parking Lots
by W. Adrian and R. Jobanputra
©Portland Cement Association 2005
©JPL – NASA 2005

Da progettista mi viene difficile pensare di applicare questo criterio S/P>1,1 piuttosto che un declassamento per la temperatura colore più bassa!

Appendice A – Illuminazione intersezioni stradali

Una delle novità della norma è una migliore definizione delle zone di conflitto, delle relative griglie di calcolo e parametri di calcolo (Ti) per le illuminazioni a raso:

- In generale si applicano le cat. Ill. C;
- La categoria in genere è superiore di 1 livello rispetto a quella max ma minore di 2;
- La griglia di calcolo è def. da un reticolo di 3 p.ti su linee longitudinali per corsia:
  - Tratti rettilinei: come da UNI EN 13201-3
  - Tratti corvilinei: come per le rotatorie



Appendice A – Illuminazione intersezioni stradali

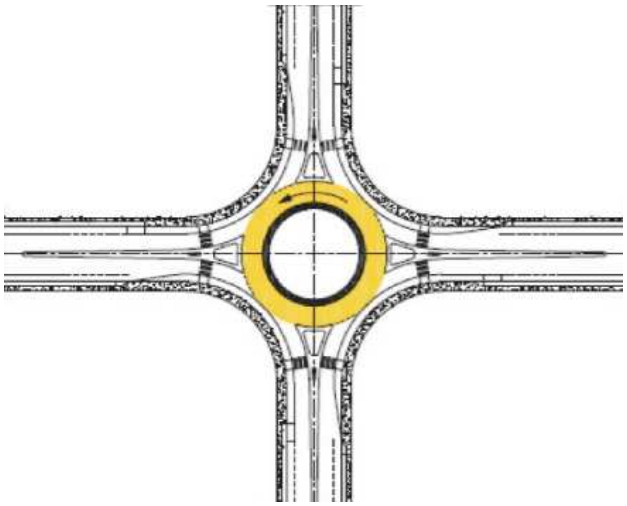
Il calcolo del Ti:

- Va eseguito come da UNI EN 13201-3 e in caso di curvatura di strada si deve tener presente della reale posizione degli apparecchi rispetto all'osservatore
- In caso di livelli sfalsati si deve tener conto della reale posizione e altezza degli apparecchi rispetto all'osservatore

In alternativa si applicano i requisiti della UNI EN 13201-2 relativi alla classificazione dell'intensità luminosa dell'apparecchio.

Appendice A – Illuminazione Rotatorie

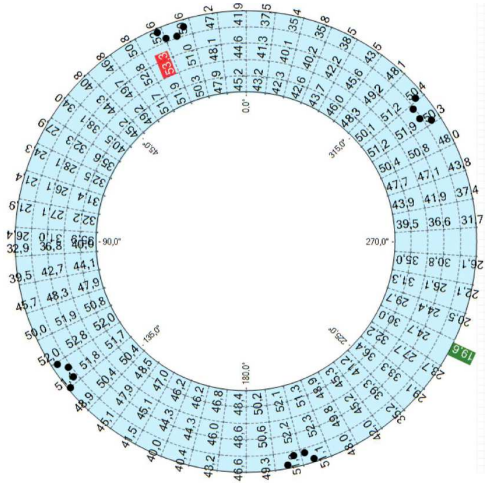
- In generale si applicano le cat. Ill. C;
- La categoria in genere è superiore di 1 livello rispetto a quella max ma minore di 2;
- Per evitare il brusco passaggio da zone illuminate a non illuminate, si deve creare una illuminazione decrescente nella zona di transito fra zona illuminata e zona buia con lunghezza > dello spazio percorso alla massima velocità per 3 secondi in corrispondenza della rotatoria.



Appendice A – Illuminazione Rotatorie

La griglia di calcolo:

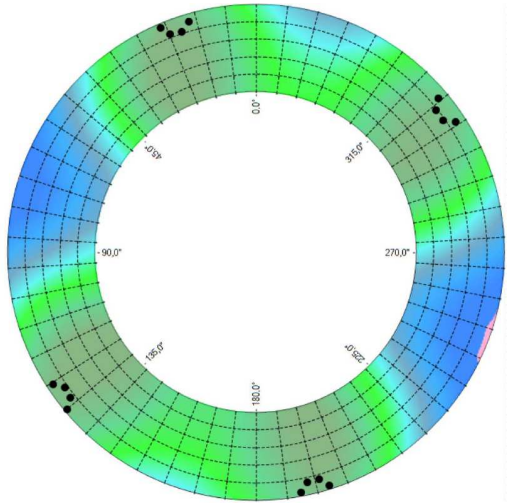
- Griglia e reticolo di calcolo preferibilmente circolari centrati sulla rotatoria con:
  - linee trasversali spaziate al massimo di 1.5m
  - Linee longitudinali (radiali) spaziate in modo tale che l'arco massimo sotteso sia minore di 3m e la spaziatura sia regolare.



Il calcolo del Ti:

- Come nel caso d'intersezioni il calcolo è molto complesso secondo EN 13201-3

In alternativa si applicano i requisiti della UNI EN 13201-2 relativi alla classificazione dell'intensità luminosa dell'apparecchio.



Appendice E – Illuminazione di marciapiedi

Linee guida per la corretta classificazione e progettazione in funzione della valutazione del progettista:

- *Se presenza dei pedoni rilevante:* la cat. Ill. di ingresso si ottiene applicando il prospetto 6 relativo alla strada adiacente facendo l'analisi dei rischi per il successivo declassamento

- *Se presenza dei pedoni non rilevante:* L'adozione dei requisiti del Parametro Rei per la strada adaecente è condizione sufficiente ai fini dell'illuminazione nella zona di studio

Appendice E – Illuminazione di piste ciclabili

Linee guida per la corretta classificazione e progettazione:

- *Se ciclabili adiacenti la strada:* Vale quanto già detto per i marciapiedi
- *Se ciclabili non adiacenti la strada:*

- la cat. Ill. di progetto e esercizio si ottiene partendo dalla cat ill. di ingresso del prospetto 1 «Itinerari ciclopedonali» facendo poi l'analisi dei rischi per il successivo declassamento

Appendice D - Illuminazione adattiva

Definizioni - Tipo d'Impianto

1. **Non regolato:** Impianto in cui la categoria di progetto e di esercizio coincidono
2. **A regolazione predefinita:** La categoria di esercizio è determinata mediante valutazione statistica dei flussi di traffico orario come esplicitato dal progettista nell'analisi dei rischi
3. **Adattivo:** Impianto nel quale le condizioni di illuminazione sono scelte al termine di un processo decisionale basato sul campionamento in continuo delle condizioni dei parametri di influenza variabili nel tempo come il flusso di traffico il tipo di traffico e le condizioni atmosferiche

Definizioni – Altre funzionalità dell'Impianto

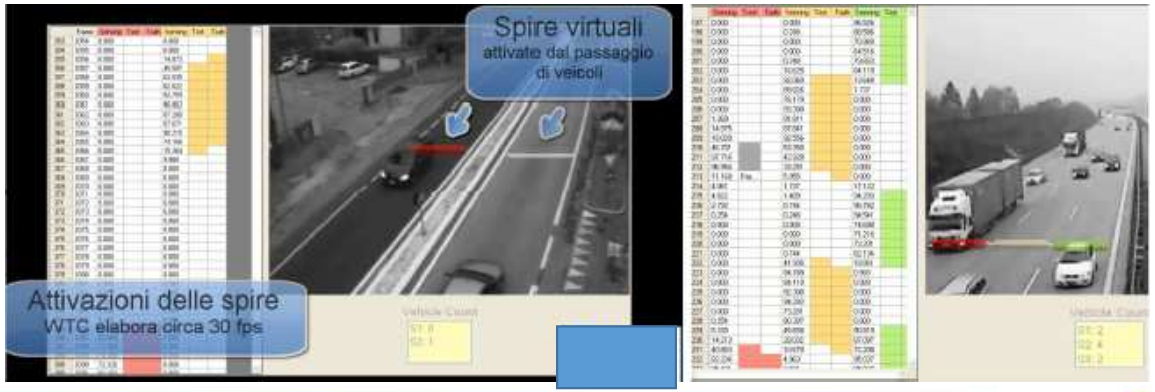
1. **CLO (Costant Light Output):** sistema che rende costante nel tempo l'emissione delle sorgenti all'invecchiamento delle stesse (questi non sono impianti adattivi).

2. **CP (Constant Performance):** sistema che rende costante nel tempo le performance dell'impianto ed il raggiungimento della categoria illuminotecnica di esercizio al variare di: Grado di insudiciamento, decadimento sorgenti, variazione manto stradale, etc. (questi non sono impianti adattivi se non campionano i parametri d'influenza variabili nel tempo rilevanti come il traffico).

Impianti Adattivi TAI (Traffic adaptive installation)

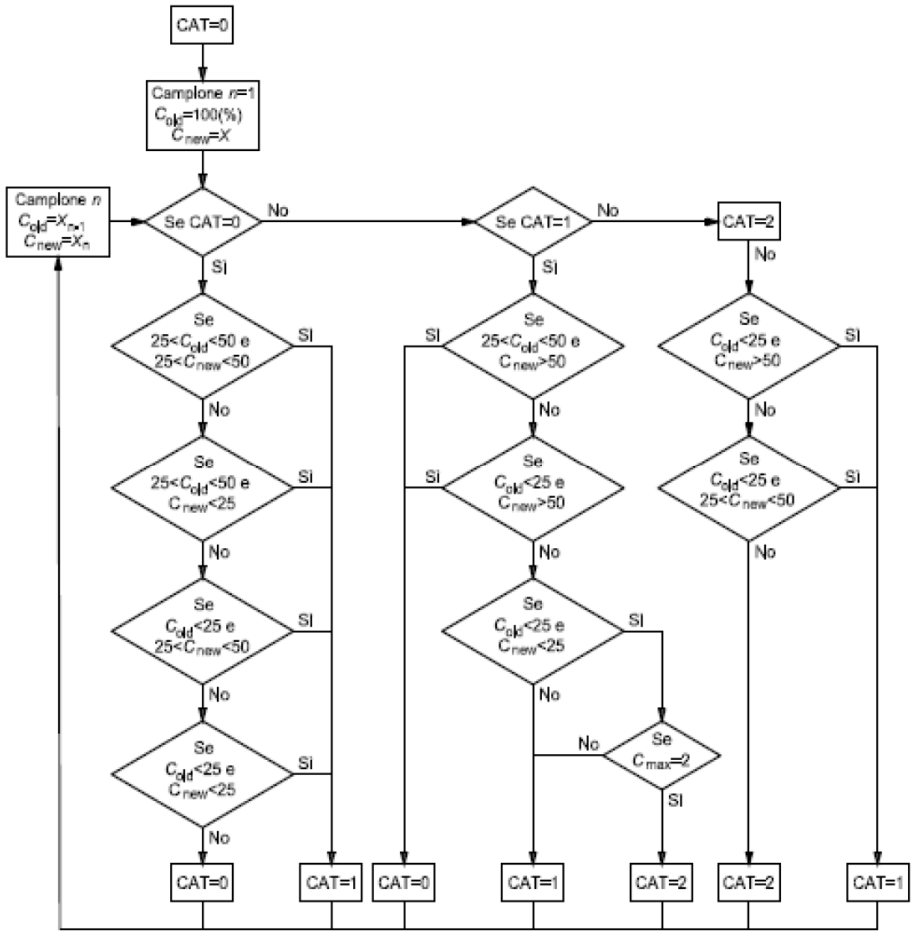
1. Gli impianti TAI sono impianti adattivi a regolazione in tempo reale nei quali la categoria illuminotecnica di esercizio è scelta esclusivamente mediante il campionamento del solo flusso orario di traffico.
2. Il flusso orario di traffico si determina trasformando in base oraria il conteggio per un periodo di 10 min, a seconda dei casi, dei veicoli o delle persone o dei cicli, ossia moltiplicando per sei il conteggio ottenuto durante il periodo del campionamento.

Nel caso di guasto al sistema di regolazione gli impianti devono essere riportati ai livelli di illuminazione previsti dalla cat. Ill. di progetto



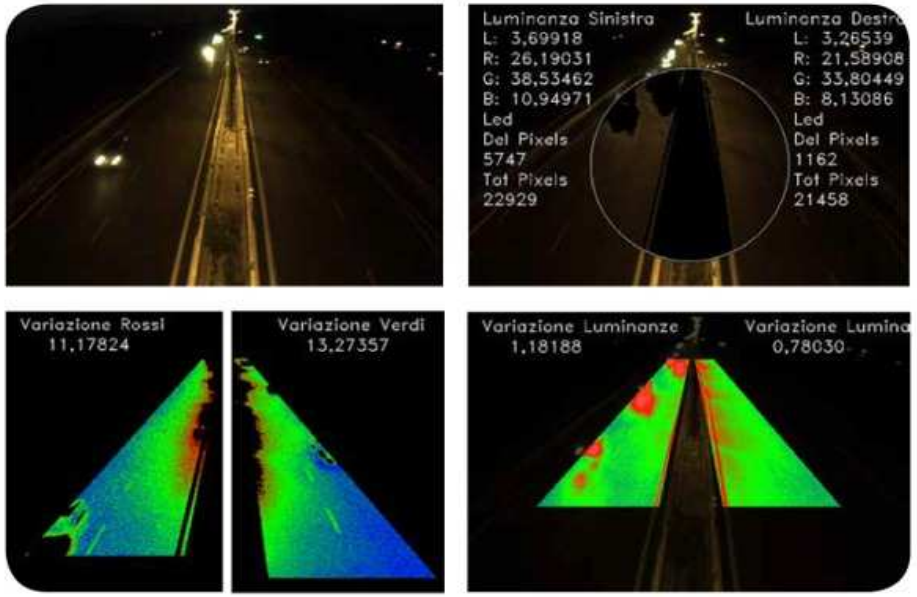
Impianti Adattivi TAI

1. Per ogni periodo di conteggio si può applicare una sola variazione di cat. Ill.
2. La cat. Ill. in riduzione si attiva solo a seguito di due campionamenti consecutivi in riduzione.
3. La cat. Ill. in aumento si attiva al primo campionamento in incremento.
4. La variazione del flusso alla raggiunta cat. può essere istantaneo
5. Il cambio cat. Ill. può avvenire solo a step superiori a 10 minuti



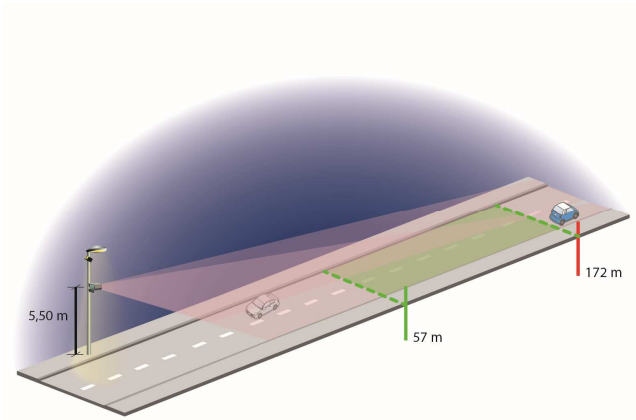
Impianti Adattivi FAI (Full Adaptive Installation)

1. Negli impianti FAI la cat. Ill. di esercizio è scelta mediante un campionamento in continuo del flusso di traffico, ma vengono campionate anche luminanza (M) o illuminamento (C e P) e le condizioni metereologiche.



Impianti Adattivi FAI (Full Adaptive Installation)

1. Metodo di calcolo del flusso orario:
   a) Conteggio per minuto di veicoli, pedoni e/o cicli
   b) Calcolo del campione per 60 per ottenere il flusso orario
   c) Calcolo della media aritmetica dei primi 10 campioni
   d) A seguire aggiungo un campione di un minuto e scarto l'ultimo campione per calcolare la media (mobile) del traffico orario

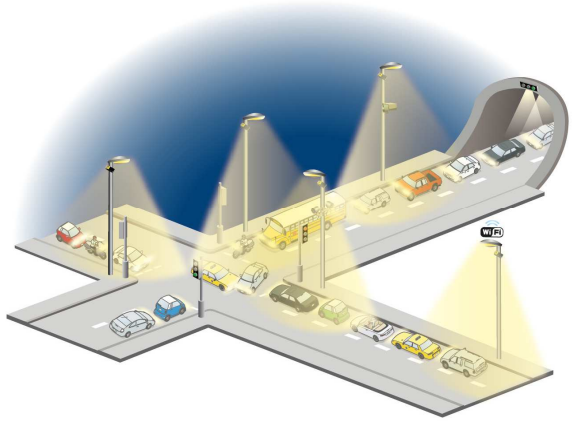


2. Decremento e incremento del flusso
   a) Il valore della media mobile calcolata determina in continuo la riduzione del valore di luminanza/illuminamento medio corrispondente ottenuto mediate interpolazione lineare fra la categoria illuminotecnica di progetto e l'ultima di esercizio come da analisi dei richi.

Impianti Adattivi FAI (Full Adaptive Installation)

La grande novità dell'Adattiva FAI:

- Con questo tipo di impianto è consentita la riduzione, correlata al flusso orario di traffico, di massimo 3 categorie illuminotecniche rispetto a quella di progetto. Nel caso di attivazione della categoria illuminotecnica di esercizio minima il flusso orario di traffico sarà <12,5% del flusso orario di traffico di progetto



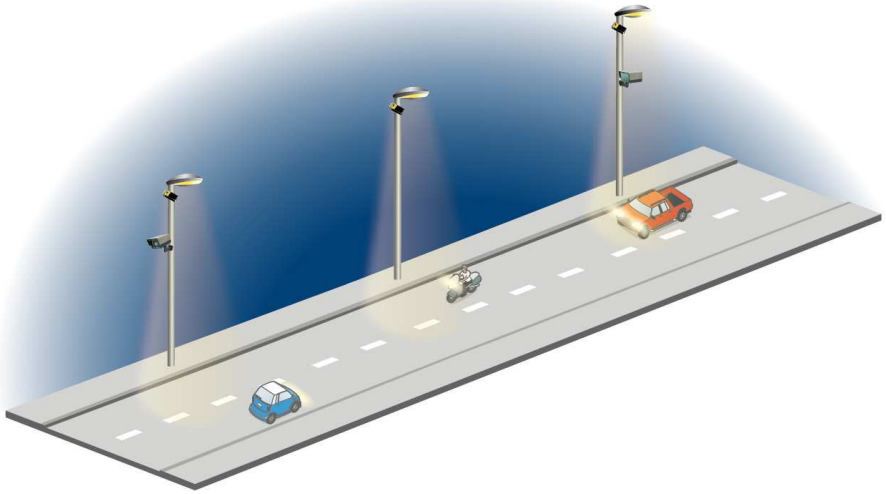
Impianto	Riduzione Cat.ill. di Progetto rispetto a Cat. D'ingresso	Riduzione max per cat. Esercizio	Riduzione max. rispetto cat. Ingresso
Impianti Adattivi FAI	0	0	0
		1	1
		2	2
		3 (per flusso di traffico <12,5%)	3
	1	0	1
		1	2
		2	3
		3 (per flusso di traffico <12,5%)	4
	2	0	2
		1	3
		3 (per flusso di traffico <12,5%)	4

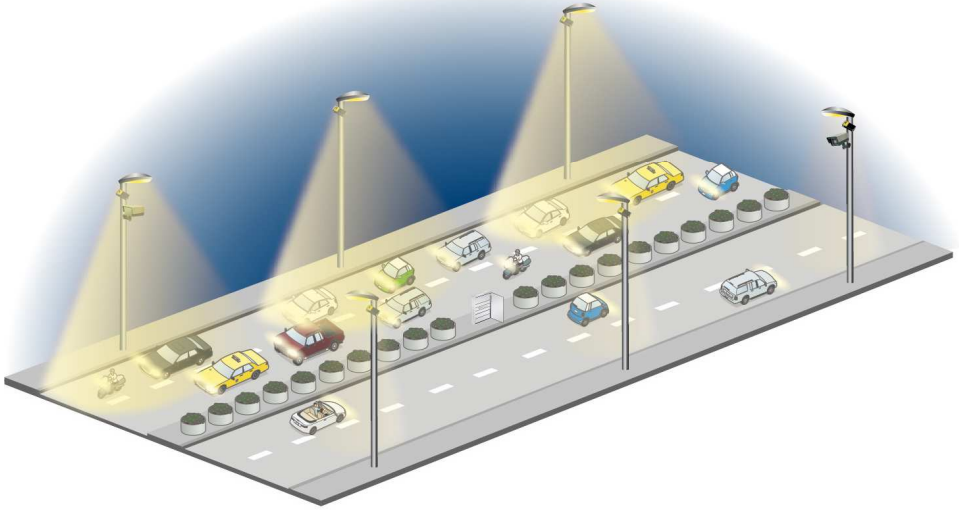
Praticamente tutti gli ambiti (tranne le M2) scendono a M6 e 0.3cd/m2!

Impianti Adattivi FAI (Full Adaptive Installation)

Incremento veloce del flusso:

- Se per 3 campioni il flusso è maggiore del 20% della media mobile del campione il sistema deve portarsi immediatamente al valore di luminanza / illuminamento medio corrispondente ottenuto mediante l'interpolazione lineare tra la categoria di progetto (100%) e l'ultima categoria di esercizio individuata



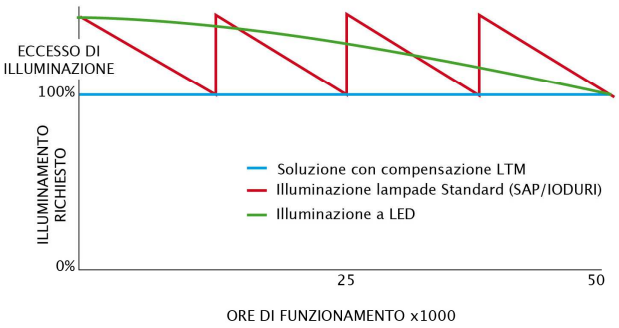


Questo per garantire una maggiore sicurezza d'uso

Impianti Adattivi FAI (Full Adaptive Installation)

Stabilizzazione luminanza mando stradale o illuminamento in tempo reale:

- Si effettua una regolazione in continuo del flusso per garantire che la luminanza campionata sul manto stradale o l'illuminamento risultino sempre corrispondenti con i valori previsti da progetto. Il sistema deve compensare:
  - Decadimento delle sorgenti (LLMF) e/o invecchiamento delle ottiche anche da sporcizia (LMF)
  - Variazione caratteristiche di riflessione manto stradale
  - Variazione delle condizioni ambientali che incidono sul funzionamento dell'impianto (Variazione flusso emesso con la temperatura ambientale)



La FAI permette di compensare i sovradimensionamenti di progetto

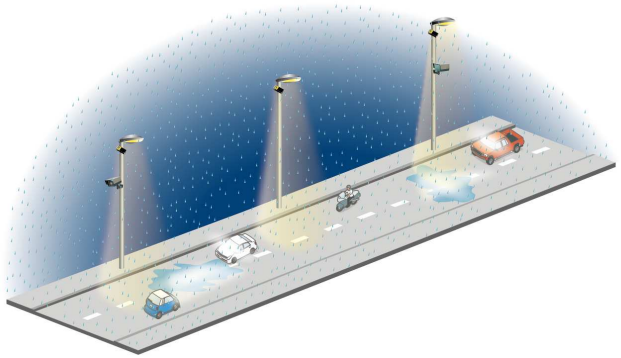
Le misure di luminanza vanno fatte secondo Appendice D EN 13201-4

Nel progetto vanno definiti i range operativi di cui sopra

Impianti Adattivi FAI (Full Adaptive Installation)

Condizioni Meteo:

- Le condizioni di funzionamento della FAI in funzione delle condizioni meteo (acqua, neve, nebbia) deve essere oggetto della valutazione dei rischi del progettista che decide le strategie da adottare (nulla, riduzione, innalzamento valori)

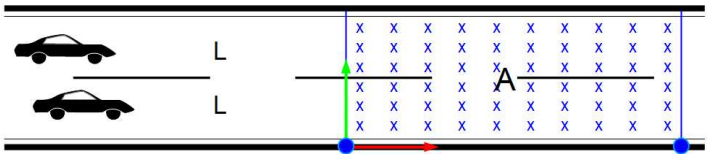


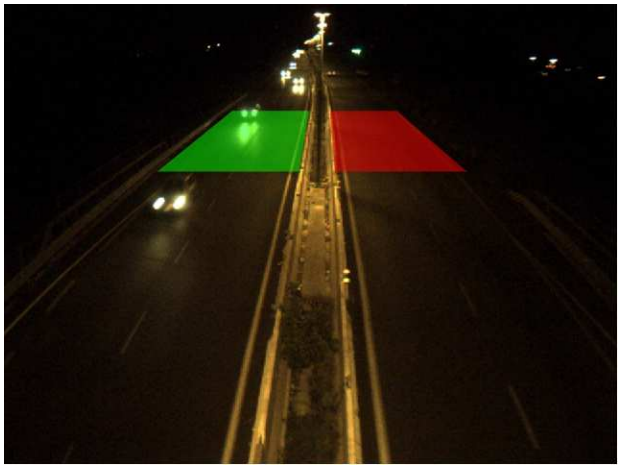
Il progettista è professionista in questa attività – Non esiste illuminazione adattiva senza un progettista

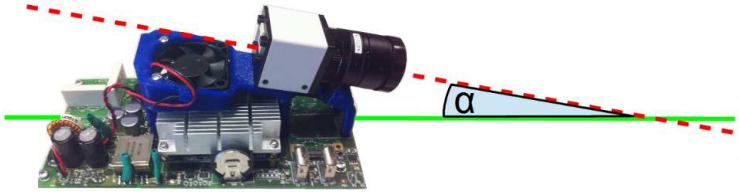
Impianti Adattivi FAI (Full Adaptive Installation)

Calcolo Luminanza:

- Rif. 13201-3 misura della luminanza e del traffico su ciascuna corsia
- Max 2 misure di luminanza: 1 per carreggiata, massimo 2 carreggiate gestite.
- Luminanza valutata tra 0,1 e 7,5 cd/m^2- Errore < 5% f.s.
- Il sistema è in grado di capire se sono presenti veicoli che possano distorcere la misura in tal caso viene scartata.







Il progettista e professionista in questa attività – Non esiste illuminazione adattiva senza un progettista

Applicabilità di tecnologie TAI e FAI

L'attuazione delle tecniche di regolazione e di stabilizzazione è:

- **Puntuale,** se il risultato di campionamento si applica in ambiti di intervento limitato (una o più zone di studio direttamente monitorate)
- **Estensiva,** se i risultati di campionamento si applica nello stesso modo o in modi correlati e specifici del progetto a aree più estese (rioni, quartieri, agglomerati urbani, paesi o città)

L'illuminazione adattiva non è solo un bel giochino limitato ma un modo di interpretare il futuro delle città in modo estensivo

Applicabilità di tecnologie TAI e FAI

Applicabilità estensiva, il progettista deve:

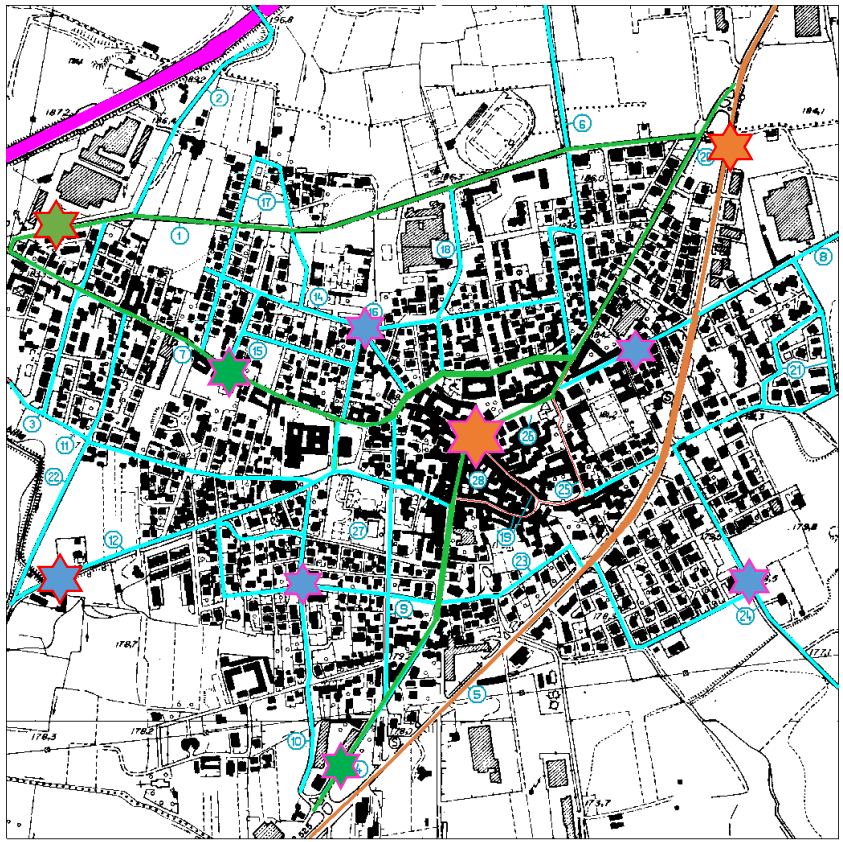
- Scegliere un numero adeguato di sistemi di misura atto a coprire le aree più rappresentative e critiche
- La correlazione con gli impianti non campionati deve avvenire con impianti monitorati di pari o superiore cat. Ill. di progetto
- Nella scelta dell'IP monitorato, si deve tener conto in modo conservativo delle situazioni peggiori che possono riscontrarsi sull'area oggetto di studio.

L'illuminazione adattiva con solo 6 sensori una realtà!

VISION : La luce del futuro

Città e reti neurali:

- Il progettista definisce le specifiche per implementare con scelte conservative una illuminazione adattiva estensiva ad un intero territorio con pochissimi strumenti di misura che insistono su campioni rappresentativi delle caratteristiche del territorio con particolare riferimento alle categorie illuminotecniche.
- Questa definizione aperta implementabile, permette di installare nel tempo nuove apparecchiature per rendere puntuale l'adattività per singole frazioni, quartieri, rioni sino a semplici vie o agglomerati di case quasi a costruire una rete neurale interconnessa ed intelligente che si autoregola istante per istante.



CONCLUSIONI

Tempo fa avrei esultato per la migliore esposizione di queste nuova UNI11248 rispetto alla rev. del sett. 2013

Ma oggi l'illuminazione adattiva ci introduce in una nuova era per l'illuminazione Eco-sostenibile

Grazie per l'attenzione!

light-is
Professional Eco-light Association
Associazione Professionale illuminazione sostenibile

info@lightis.eu