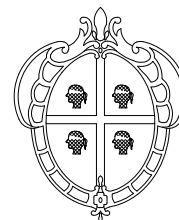




REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Assessorato dei Lavori Pubblici



Ente acque della Sardegna

Servizio Progetti e Costruzioni

COMPLETAMENTO FUNZIONALE DELLE OPERE DI DERIVAZIONE DELLE RISORSE
DEL BASSO FLUMENDOSA AL SERBATOIO DEL MULARGIA

INTERVENTI COMPENSATIVI PER IL COMUNE DI ARMUNGIA

COMPLETAMENTO DELLA VIA SAN SEBASTIANO

PROGETTO ESECUTIVO

DOCUMENTI

**Relazione illuminotecnica e di calcolo linea pubblica
illuminazione**

allegato:

B5

scala:

-

B5_relazione illuminazione_rev02.doc

Redatto dallo **Studio Progetti Integrati**

Progettista

ing. Sandro Catta

Collaboratori

ing. Valentina Amorino

ing. Michela Carta

ing. Carla Marcis

ing. Irene Pili

Il Direttore Generale
ing. Giorgio Sanna

Il Direttore f.f. del Servizio
ing. Bruno Loffredo

Marzo 2011

La seguente relazione ha come oggetto la predisposizione dell'impianto di illuminazione pubblica della via San Sebastiano del Comune di Armungia.

Le esigenze e le motivazioni del progetto, ma soprattutto le scelte effettuate, possono riassumersi nei seguenti punti:

- lotta all'inquinamento luminoso;
- risparmio energetico e programmazione economica;
- salvaguardia e protezione dell'ambiente;
- sicurezza del traffico, delle persone e del territorio;
- valorizzazione dell'ambiente urbano;
- miglioramento della viabilità.

In particolare si può affermare che i vantaggi economici che derivano da una corretta progettazione sono notevoli in quanto frutto della combinazione di alcuni fattori determinanti: riduzione della dispersione del flusso luminoso intrusivo in aree in cui tale flusso non era previsto arrivasse; controllo dell'illuminazione pubblica e privata evitando inutili ed indesiderati sprechi; riduzione dei flussi luminosi su strade negli orari notturni; infine utilizzo degli impianti equipaggiati con lampade con la più alta efficienza luminosa possibile in relazione allo stato della tecnologia.

Ad accrescere i vantaggi economici, oltre ad un'azione condotta sulle apparecchiature di illuminazione, concorrono la razionalizzazione e standardizzazione degli impianti di servizio (linee elettriche, palificate, etc...) e l'utilizzo di impianti ad alta tecnologia con bassi costi di gestione e manutenzione.

Il tutto si ritrova anche nell'accresciuta sicurezza, sia in fase di intervento che in fase di pericoli indotti, diretti od indiretti, comunque casuali.

Nella presente progettazione si adotta la tipologia con disposizione unilaterale. Ciò in ottemperanza alle indicazioni della Guida per l'esecuzione degli impianti di illuminazione pubblica – ENEL, che recita: *"la soluzione ottimale, in quanto meno appariscente e nello stesso tempo elegante perché si configura con una sola linea verticale, consiste nell'impiego di pali per l'illuminazione diritti con fissaggio degli apparecchi di illuminazione a cima-palo"*. Gli impianti di illuminazione sono installati in condizione di esposizione alle intemperie, sono accessibili ad un numero elevato di persone, infine richiedono interventi ad altezze notevoli da terra e su strade anche a traffico veicolare più o meno intenso e veloce. È per questo che si richiede che essi siano realizzati tenendo conto delle più stringenti norme di sicurezza. Tutte le parti in tensione dell'impianto, comunque accessibili, devono essere protette contro i contatti diretti; tutte le parti metalliche, comunque accessibili, che per difetto di isolamento possono andare in tensione, devono essere protette contro i contatti indiretti. I componenti dei centri luminosi, in particolare le lampade, i rifrattori, le coppe, gli accessori elettrici devono consentire una facile sostituzione in opera, ma soprattutto devono essere rigorosamente sicuri agli effetti

delle cadute a seguito di oscillazioni, proprie o del sostegno provocate dal vento o dal traffico pesante. Inoltre la loro ubicazione deve essere tale da evitare il più possibile la probabilità che i veicoli possano entrare in collisione.

I materiali utilizzati devono rispondere a precise caratteristiche costruttive e funzionali, al fine di ottemperare alle esigenze prestazionali richieste.

REQUISITI DI RISPONDERENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

Tutti gli impianti, i materiali e le apparecchiature devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle Leggi n. 186 del 1/3/68, n. 46 del 5/3/90 e dal D.P.R. n. 447 del 6/12/91.

Le caratteristiche degli impianti e dei loro componenti, devono essere conformi, tra gli altri, alle Norme CEI, alle prescrizioni dei VV.F. e quelle delle Autorità Locali.

Le principali leggi alle quali occorre attenersi nella realizzazione degli impianti sono:

- o D.P.R. 547 del 15/4/55;
- o Legge 186 del 1/03/68: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione e impianti elettrici ed elettronici.
- o Legge 791 del 18/10/77: Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità Europee (n°73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.
- o D.P.R. 384 del 27/4/78: Regolamento di attuazione dell'art. 27 della legge n°118 del 30/3/71 a favore dei mutilati ed invalidi civili, in materia di barriere architettoniche e trasporti pubblici.
- o D.M. del 10/04/84: Eliminazione dei radiodisturbi.
- o D.L. 615 del 12/11/96: Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989 in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata e integrata dalle direttive 92/31/CEE, 93/68/CEE, 93/97/CEE.
- o D.L. 626 del 26/11/96: Attuazione della direttiva 93/68 CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione.

Per quanto concerne le Norme CEI, devono essere ottemperate le disposizioni contenute nelle seguenti Norme:

- o CEI 11-17: Impianti di produzione, trasporto, distribuzione energia elettrica. Linee in cavo.
- o CEI 11-18: Impianti di produzione, trasporto, distribuzione energia elettrica.
- o Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni.
- o CEI 23-51: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS).
- o CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- o CEI 70-1: Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).

Per quanto concerne le Norme UNI, saranno prese in considerazione e raffrontate le UNI 11248 e le UNI 13201.

Per quanto concerne le caratteristiche meccaniche dei pali, materiali, dimensioni, protezione dalla corrosione, verifica della stabilità si rimanda alla Norma CEI 11-4, quando i sostegni sorreggono anche linee aeree, e alla serie di Norme UNI EN 40.

La scelta e la posa in opera delle condutture deve invece rispondere alla Norma CEI 11-4 per le linee aeree esterne e alla Norma CEI 11-17 per le linee in cavo interrato o posato in aria.

DISTANZIAMENTI

I sostegni, nonché ogni altra parte degli impianti di pubblica illuminazione, devono rispettare le seguenti distanze minime dalla carreggiata stradale, per tutta la loro porzione sotto i 5 m dalla pavimentazione stradale:

- o 0,5 m per le strade urbane dotate di marciapiedi con cordonatura; lasciando sul marciapiede una luce netta di passaggio non inferiore ad 1 m verso il limite della sede stradale; per i marciapiedi di larghezza insufficiente il sostegno andrà installato al limite della sede stradale;
- o 1,4 m per le strade extraurbane e per quelle urbane prive di marciapiedi con cordonatura;
- o distanze inferiori potranno essere adottate solo nel caso che la banchina non ne consenta il rispetto;
- o distanze maggiori dovranno essere adottate nel caso di banchina con ammessa sosta ai veicoli.

L'altezza minima sulla carreggiata di una qualsiasi parte di impianto deve essere pari a 6 m.

I sostegni, nonché ogni altra parte degli impianti di pubblica illuminazione, devono rispettare le seguenti distanze minime dai conduttori di linee elettriche aeree, considerati sia con catenaria verticale sia inclinata di 30° sulla verticale:

- o 1 m per conduttori in classe 0 ed 1; riducibile a 0,5 m nei centri abitati e nel caso di linee con conduttori in cavo aereo;
- o $(+ 0,015 U)$ m dai conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea aerea espressa in kV; riducibile a $(1 + 0,015 U)$ m per le linee in cavo aereo.

Nel nostro caso la banchina non consente il rispetto della distanza di 1,4 m, i sostegni saranno collocati quindi a 1,0 m dalla carreggiata.

Il calcolo illuminotecnico è stato eseguito per la predisposizione di pali di altezza pari a 8,00 metri.

Non sono presenti linee elettriche aeree per cui non si presentano problemi di distanze da conduttori.

Il problema fondamentale per esprimere le grandezze fisiche è sempre definirne l'unità di misura. Per esprimere le lunghezze d'onda della luce visibile dall'occhio umano in particolare sono indistintamente utilizzate tre tipi di unità di misura: i micron, i nano millimetri e gli Angstrom. Si ha: 1 Micron = 1000 Nano Millimetri = 10.000 Angstrom. La banda di radiazione visibile dall'uomo è compresa fra 0,4 e 0,76 micron, ovvero fra 400 e 760 nm ovvero fra 4000 e 7600 Angstrom.

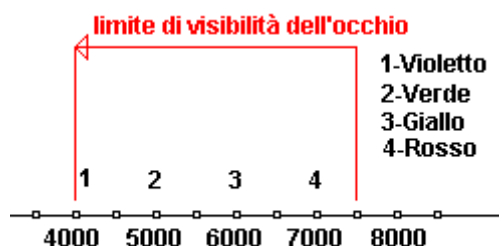


Fig. 1

In fig. 1 è rappresentato lo spettro visibile: alle estremità della banda spettrale si trovano, per lunghezze d'onda piccole, il violetto, per le lunghezze d'onda grandi il rosso. L'occhio umano in particolare è maggiormente sensibile alle lunghezze d'onda a cavallo dei 550 nm (giallo-verde). Diversamente dall'occhio umano le pellicole fotografiche hanno sensibilità anche molto diverse da quella dell'occhio umano, ed è per questo che sono talvolta in grado di rivelare particolari che sfuggono al nostro occhio.

Il flusso luminoso rappresenta la quantità di luce o energia raggiante emessa nell'unità di tempo: $F = \text{Quantità di luce} / \text{Tempo}$; da cui si deduce che il flusso luminoso è esprimibile come una potenza infatti appare come quantità di energia diviso il tempo. Il flusso luminoso si può calcolare anche in modo diverso, e cioè moltiplicando la potenza per un coefficiente di visibilità che varia con la lunghezza d'onda su cui stiamo operando.

L'unità di misura del flusso luminoso è il lumen (lm) che corrisponde al flusso luminoso emesso da una sorgente di luce puntiforme di intensità (I) pari ad una candela (cd) ed uscente da una superficie di 1 metro quadrato, intercettata su una sfera di raggio pari a 1 metro (1 steradiante). (fig. 2).

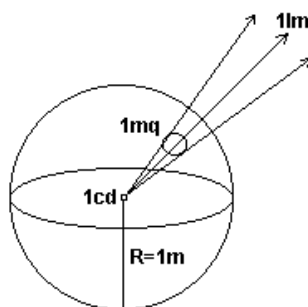


Fig. 2

L'efficienza luminosa esprime il rapporto fra il flusso luminoso (lm) emesso da una sorgente luminosa (come definita sopra) e la potenza elettrica assorbita (Watt W):

$$E = F / P$$

L'efficienza luminosa esprime l'efficienza di una lampada, si misura in lm/W ed è una funzione variabile con il tipo di lampada:

- per lampade ad incandescenza è pari a circa 15 lm/W;
- per lampade a mercurio 40 – 60 lm/W;
- per lampade agli alogenuri 60-100 lm/W;
- per lampade al sodio ad alta pressione 70 – 150 lm/W;
- per lampade al sodio a bassa pressione 100 – 180 lm/W.

Come si vede scorrendo la lista, le lampade più efficienti sono quelle al sodio a bassa pressione, seguite da quelle ad alta pressione, quelle agli alogenuri, quelle al mercurio per arrivare a quelle peggiori da punto di vista dell'efficienza.

L'intensità luminosa si può calcolare con la seguente formula:

$$I = dF / dw$$

dove dF è il flusso luminoso in una direzione, emesso dalla sorgente luminoso all'interno di un piccolo cono e dw è l'angolo solido del cono stesso. In pratica l'intensità luminosa non è altro che la densità di flusso in una certa direzione (fig. 3).

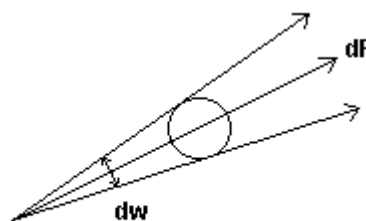


Fig. 3

L'unità di misura dell'intensità luminosa è la candela (cd) e corrisponde all'intensità luminosa emessa da un corpo nero ad una temperatura di 1.766° centigradi in direzione perpendicolare ad un foro d'uscita con un'area pari a 1/600.000 metri quadrati sotto la pressione di 101,325 Pascal. Si ha: 1 Pascal = 1 Newton / metro quadrato.

Per semplicità la formula dell'intensità luminosa di cui sopra si può definire l'intensità luminosa media sferica (sfera di raggio pari ad un metro) Im di una sorgente ideale emettente lo stesso flusso della sorgente considerata, con una intensità identica in tutte le direzioni (isotropa):

$$I_m = F / 4\pi$$

Infatti la superficie di una sfera è data dalla formula $4\pi R^2$, da cui si può desumere che se Im è pari ad 1 candela, il flusso luminoso emesso è pari a 12,56 lm. L'intensità luminosa è importante in quanto costituisce la parte più importante della curva fotometrica.

L'illuminamento è pari al rapporto fra il flusso luminoso incidente ortogonalmente su una superficie e l'area della superficie che riceve il flusso, quindi una densità di flusso:

$$L = dF / dA$$

L'unità di misura dell'illuminamento è il lux (lm/mq).

Il lux è definito come il flusso luminoso emesso da una sorgente luminosa (situata al centro della

sfera) con un'intensità luminosa di 1 candela che illumina una superficie di 1 mq (si veda la fig. 2). L'illuminamento varia con l'inverso del quadrato della distanza dalla sorgente luminosa (fig.4).

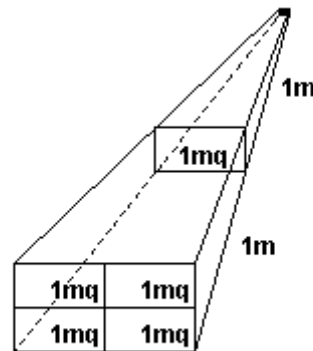


Fig. 4

La luminanza è pari al rapporto fra l'intensità luminosa emessa in una certa direzione e l'area della superficie emittente perpendicolare alla direzione:

$$U = dI / dA$$

La luminanza si misura in cd/mq; 1 stilb equivale al flusso luminoso emesso per unità di angolo solido (intensità luminosa di 1 candela) entro un'area unitaria perpendicolare alla direzione del flusso luminoso. Nel caso che il flusso luminoso non sia perpendicolare alla superficie, allora bisogna dividere U per cos y, dove y è l'angolo fra flusso ed ortogonale alla superficie (fig.5). La luminanza è importante in quanto se supera certi valori per ciascuna lampada abbaglia l'occhio umano.

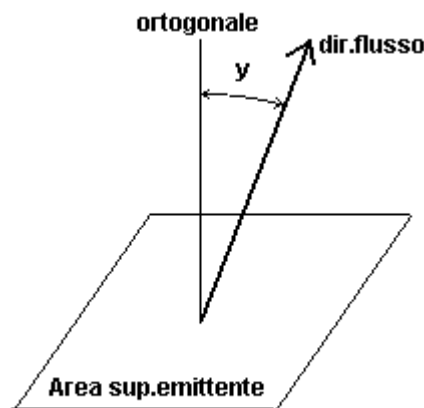


Fig. 5

La luminosità si calcola dividendo il flusso luminoso emesso e l'area della superficie irraggiante:

$$U = dF / dA$$

La luminosità si misura in lambert (lm/mq); 1 lambert è il flusso luminoso di 1 lumen emesso in un emisfero da un'area unitaria della superficie irraggiante.

REQUISITI ILLUMINOTECNICI DELLE STRADE CON TRAFFICO MOTORIZZATO

La norma la UNI 11248 "illuminazione stradale, selezione delle categorie illuminotecniche",

sostituisce la norma UNI EN13201 fascicolo 1, in realtà mai pubblicata e quindi rende attuativa la norma UNI EN13201 fascicoli 2 (Illuminazione stradale – Requisiti prestazione), 3 (Calcolo prestazione), 4 (Metodo misurazioni-Prestazioni fotometriche), che sostituisce la vecchia UNI10439 2001. Per più di 4 anni la UNI EN 13201 è rimasta in stand by, divisa in quattro fascicoli: UNI EN 13201/1/2/3/4, dei quali solo gli ultimi tre erano stati fin ora pubblicati. Il primo fascicolo, ora UNI 11248, definiva la classificazione delle categorie illuminotecniche, pertanto la non esecutività di quest'ultimo significava rendere inutilizzabili anche gli altri. La norma UNI 11248 fornisce le indicazioni per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada definite nella UNI EN 13201-2 mediante indicazione di una categoria illuminotecnica.

UNI 11248: CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE E PRESCRIZIONI

In difetto di un P.U.T. predisposto dal Comune di Armungia, per la classificazione della strade è possibile applicare il codice della strada, dal quale è estrapolata la tabella 1 riportata a margine. Per ogni classe, nella tabella 1 sono indicate le categorie illuminotecniche, individuate con un indice numerico da 2 a 6. Nota la categoria illuminotecnica, la tabella 2 riporta le prescrizioni illuminotecniche.

classe 1	tipo di strada e ambito territoriale	indice della categoria illuminotecnica
A	Autostrade extraurbane	6
A	Autostrade urbane	6
B	Strade extraurbane principali	6
C	Strade extraurbane secondarie	5
D2)	Strade urbane di scorrimento veloce	6
D	Strade urbane di scorrimento	4
E2)	Strade urbane interquartiere	5
E	Strade urbane di quartiere	4
F	Strade extraurbane locali	4
F2)	Strade urbane locali internazionali	3
F	Strade urbane locali	2

tabella 1: classificazione delle strade e relative categorie illuminotecniche

Sulla base delle indicazioni di cui alla precedente tabella si può ragionevolmente assumere che le vie interessate dall'intervento oggetto di progettazione ricadono nella classe F (strade urbane locali) alle quali è associata l'indice della categoria "2".

Tale scelta discende dalle definizioni che il codice della strada attribuisce alla strada urbana e alla strada locale di quartiere. La prima è una strada ad unica carreggiata con almeno due corsie, banchine pavimentate e marciapiedi; per la sosta sono previste aree attrezzate con apposita corsia di manovra, esterna alla carreggiata. La seconda invece è una strada urbana od extraurbana opportunamente sistemata ai fini di cui al comma 1 non facente parte degli altri tipi di strade. Per la precisione, il comma 1, dice testualmente: ai fini dell'applicazione delle norme del presente codice si definisce "strada" l'area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali.

Dalla tabella 2, si ricavano i parametri qualitativi illuminotecnici (evidenziati) per la strada in funzione della precedente classificazione.

Indice della categoria illuminotecnica	Valore min. della luminanza media mantenuta	Uniformità minima		indice di abbagliamento debilitante
	Lm cd/mq	U0 ¹⁾ %	ul ²⁾ %	T/ ³⁾ %
6	2,0	40	70	10
5	1,5	40	70	10
4	1,0	40	50	10
3	0,75	40	50	15
2	0,5	35	40	15
1	0,3	35	40	15

tabella 2: prescrizioni relative all'indice della categoria illuminotecnica

dove,

- o $U0 = L_{min}/L_{med}$ rapporto tra luminanza min. e media su tutta la carreggiata;
- o $Ul = L_{min}/L_{med}$ rapporto tra luminanza min. e max lungo la mezzzeria di ciascuna corsia;
- o $T/$ = indice dell'abbagliamento debilitante.

I livelli di luminanza ed i rapporti di uniformità indicati nella tabella 2 sono valori minimi, mentre per quanto riguarda l'indice $T/$ relativo all'abbagliamento debilitante si tratta di valori massimi.

Le prescrizioni date in tabella 2 per ogni categoria illuminotecnica sono valide con flusso orario di traffico riferito al valore massimo previsto per quella classe di strada.

Qualora si verificano flussi orari di traffico minori di detto valore, in orari particolari, durante la notte, e le condizioni di sicurezza generale per tutti gli utenti della strada lo permettano, è possibile in fase di esercizio ridurre il valore minimo della luminanza media mantenuta indicata in tabella 2 con i seguenti criteri:

- o flusso di traffico minore del 50% dal valore massimo: indice della categoria illuminotecnica ridotto di 1;
- o flusso di traffico minore del 25% dal valore massimo: indice della categoria illuminotecnica ridotto di 2, salvo per la categoria illuminotecnica con indice 2 cui si applica la riduzione di una categoria.

Tuttavia, non avendo ricevuto garanzie in merito, tale condizione viene trascurata.

Non è possibile fornire prescrizioni per i manti stradali bagnati, poiché le informazioni possedute attualmente sulle caratteristiche di riflessione non sono sufficienti allo scopo. In generale, si può dire che i rivestimenti rugosi e/o resi più chiari mediante additivi migliorano la qualità dell'installazione in ogni condizione di tempo ed in particolare con tempo piovoso, in quanto le priorità di riflessione di detti rivestimenti sono poco modificate dalla pioggia.

La tabella 3 indica i valori illuminotecnici raccomandati secondo la classificazione delle strade.

Classe strada	Tipo di strada	Lumin.	Valori iniziali di illuminamento				Uniformità Emin/Emed	Classe apparecchi
			R1 chiaro	R2 calces.	R3 Scuro	R4 liscio scuro		
A	Strade a scorrimento veloce	1	12	14	20	24	0.4	Cut-off
B1	Strade importanti o strade principali	1	12	14	20	24	0.4	Cut-off
B2	Strade importanti o strade principali	0.7	8	10	15	18	0.4	Cut-off
C1	Circonvallazioni o strade con limiti a 70 km/h	1	12	14	20	24	0.4	Cut-off

C2	Circonvallazioni o strade con limiti a 70 km/h	0.7	8	10	15	18	0.4	Cut-off
D	Strade principali	1	12	14	20	24	0.4	Cut-off
D	Vie commerciali	1	9	10	15	18	0.4	Semi Cut-off
E	Strade di collegamento locali	0.5	6	8	10	12	0.3	Cut-off
E	Strade locali	0.5	5	6	8	10	0.3	Semi Cut-off

tabella 3: scelta della classe di apparecchi in relazione al tipo di strada

La norma riporta anche le modalità per le verifiche illuminotecniche.

Classe apparecchio	Massimo valore ammesso dell'intensità luminosa rispetto alla verticale		Direzione dell'intensità luminosa massima
	a 80°	a 90°	
Cut-off (schermato)	30 cd/1000lm	10cd/1000lm	65°
Semi Cut-off	100 cd/1000lm	50 cd/1000lm	75°
Non Cut-off	qualsiasi	max 1000cd	--

tabella 4: definizione delle classi di apparecchi

Dalle precedenti tabelle si possono estrapolare le ulteriori informazioni necessarie alla completa definizione delle strade.

CEI EN 23301

La Norma si compone di quattro parti:

- o 13201-1, parte 1, Selezione delle classi di illuminazione;
- o 13201-2, parte 2, Requisiti prestazionali;
- o 13201-3, parte 3, Calcolo delle prestazioni;
- o 13201-4, parte 4, Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche.

La "13201", già presente nei paesi della Comunità Europea e di recente adozione in Italia ad opera dell'UNI (Ente di Unificazione Italiano), introduce importanti novità nella progettazione degli impianti per l'illuminazione di strade in contesti sia urbani che extra-urbani. Seguendo i suoi dettami, infatti, il progettista assume un metodo di lavoro che pone in primo piano l'analisi del tipo di strada e di tutte le caratteristiche salienti che una specifico tracciato viario può presentare. Ogni strada ha una particolare geometria planimetrica, si relaziona con la rete viaria al suo intorno attraverso innesti, derivazioni, raccordi, incroci, svincoli. Inoltre il traffico che vi è presente può essere costituito da differenti mezzi di trasporto e soggetti: veicoli a motore, biciclette, pedoni. La visibilità può essere difficoltosa a causa di vincoli od ostacoli di varia natura.

Buona parte della Norma UNI EN è dedicata proprio a questa indagine preliminare nell'intento di concepire l'illuminazione pubblica come un servizio reso al cittadino e una dotazione del territorio abitato che devono essere il più possibile aderenti alle esigenze specifiche degli utilizzatori.

Nella pratica si opera una doppia classificazione della strada in esame. Si ricava dapprima la classe dall'apposita tabella di riferimento; successivamente, tenendo conto dei parametri sinteticamente suindicati, si passa alla ricerca della categoria illuminotecnica. Ad ogni categoria la Norma associa una serie di grandezze fotometriche con valori minimi da rispettare. Nel caso delle strade con traffico motorizzato oppure misto (auto, cicli, pedoni) le grandezze

sono:

- o la luminanza media minima mantenuta;
- o le uniformità minime delle luminanze generale e longitudinale, cioè lungo gli assi principali di ogni carreggiata;
- o l'indice massimo di abbagliamento disabilitante;
- o l'indice minimo di illuminazione delle aree circostanti (il cosiddetto "Surround Ratio").

Quest'ultimo indice non era presente nella vecchia Norma UNI 10439. Si tratta di un rapporto ricavato confrontando gli illuminamenti medi presenti ai bordi della strada, cioè su due fasce di opportuna larghezza all'esterno e all'interno rispetto al limite della cordolatura che delimita la carreggiata. Il rispetto di un valore minimo permette che ai lati del percorso sia consentita la visione e il conducente possa così individuare in anticipo un ostacolo in movimento verso la sede stradale, ossia un potenziale pericolo per la circolazione.

Per quanto riguarda i centri storici, le vie e i vicoli interzonal, di collegamento tra quartieri, le aree pedonali e le piste ciclabili, le grandezze in gioco sono l'illuminamento orizzontale medio minimo e l'uniformità minima degli illuminamenti orizzontali. Si prevede, a completamento dell'analisi, la possibilità di assumere grandezze o parametri ulteriori come l'illuminamento orizzontale minimo, gli illuminamenti emisferico, semicilindrico e verticale, per una risposta più efficace alle esigenze visive dei fruitori.

Da quanto detto emerge chiaramente che per la "13201" il termine "strada" è inteso in senso molto ampio. È strada ogni tracciato, percorso o area, sede di un qualsiasi transito da parte di molti mezzi: veicoli a motore di ogni tipo, biciclette, pedoni, persino animali. Siamo lontani, dunque, da un'impostazione illuminotecnica tradizionale che identificava l'oggetto strada sostanzialmente come infrastruttura per i veicoli motorizzati e secondariamente per i pedoni, anche se, come vedremo, per quanto attiene ai parametri di valutazione ci si muove ancora in un ambito illuminotecnico.

In conclusione, da una visione generale dei contenuti della Norma UNI EN emerge che la parte dedicata all'individuazione dei caratteri peculiari del percorso sia più ampia della parte riservata alla definizione delle grandezze utili per valutare la rispondenza ai minimi. Il tema (fondamentale per la qualità dell'illuminazione) della tonalità della luce e della resa dei colori è solo sfiorato e comunque non sono proposti parametri colorimetrici, così come non ci sono riferimenti al contributo dato dalle componenti ambientali. Manca qualsiasi riferimento alla problematica dell'inquinamento luminoso della volta celeste. In questo senso la norma si attiene rigorosamente ai parametri tipici della cultura illuminotecnica.

CALCOLO ILLUMINOTECNICO DI PROGETTO

La strada in oggetto, nonostante classificata come strada extraurbana secondaria, dal punto di vista illuminotecnico verrà considerata appartenente alla categoria F (strade urbane locali) in quanto vi è la necessità di rendere l'illuminazione della strada in oggetto uniforme alle altre strade dell'abitato, pur tenendo presente le specifiche caratteristiche di traffico.

A questa categoria corrisponde un indice di categoria di illuminamento pari a 2; a questo parametro sono associate le prescrizioni minime illuminotecniche che sono:

- Valore minimo della luminanza media mantenuta: $L_m = 0.5 \text{ cd/m}^2$;
- Rapporti di uniformità:
 - $U_0 = L_{\min} / L_{\text{med}}$ rapporto tra luminanza minima e media su tutta la carreggiata; deve essere assicurato almeno: $U_0 = 0.35$;
 - $U_1 = L_{\min} / L_{\text{med}}$ rapporto tra luminanza minima e massima lungo la mezzzeria di ciascuna corsia; deve essere assicurato almeno: $U_1 = 0.40$;
- Valore massimo dell'indice di abbagliamento debilitante: $T = 15\%$;

Il calcolo viene effettuato mediante un predimensionamento qualitativo, con definizione dei parametri geometrici e delle lampade, ed una successiva verifica dei valori così ricavati. I parametri di predimensionamento che si intende adottare in sede di verifica sono:

- tipo di installazione: unilaterale;
- tipo di lampada: SAP-T 100;
- flusso della lampada: 9600 lm (da catalogo commerciale);
- coefficiente di manutenzione: 0,8 (valore medio);
- larghezza strada: 5,50 m;
- altezza punto luce: 8 m;
- inclinazione apparecchio: 0° ;
- interdistanza apparecchi: 28 m.

Il metodo di calcolo "punto per punto" fornisce una distribuzione matriciale dei valori d'illuminamento (analogamente per le luminanze) in singole porzioni della strada. Il metodo è basato sull'applicazione sistematica delle note formule dell'illuminamento orizzontale di un punto:

$$E = (I / h^2) \times \cos^3 \alpha$$

ove:

- α è l'angolo tra la direzione dell'intensità e la verticale;
- h è l'altezza della sorgente luminosa;
- I l'intensità della sorgente nella direzione particolare del punto dato.

Se E_i è l'illuminamento calcolato in ognuna delle n maglie, l'illuminamento medio sarà dato da:

$$E_{\text{med}} = (1 / n) \times \sum_{i=1}^n E_i$$

Occorre ricordare che il calcolo dell'illuminamento nei singoli punti deve tener conto del contributo contemporaneo di tutti i centri luminosi, almeno di quello precedente e di quello seguente. Si ottengono i valori riportati nell'allegato, condotti con un software specialistico, che oltre all'illuminamento, con medesime modalità, consentono di ricavare anche i valori della luminanza e gli altri parametri citati.

Come si vede dai dati in verifica, allegata al termine della relazione, i valori limite sono ampiamente rispettati; in particolare si riscontra un buon valore della luminanza media mantenuta, con un ottimo valore dell'indice di abbagliamento debilitante. Nella realtà inoltre le

distanze saranno ulteriormente ridotte, per necessità di ubicazione, a tutto vantaggio di maggiori valori di luminanza e uniformità.

VERIFICA DI STABILITÀ DELLA FONDAZIONE DEL PALO

Il sistema di fondazione ha il compito di impedire il rovesciamento del sostegno per effetto delle forze esterne ad esso applicate.

La fondazione sarà realizzata almeno in cls classe 200 di forma parallelepipedica di 85x85x100 cm. Il palo sarà soggetto ad un momento ribaltante M_{ri} dovuto a tutte le sollecitazioni esterne in particolar modo il vento; il valore del momento ribaltante è dato dalla seguente espressione:

$$M_{ri} = (M_v / H * (H + c) + M_p) / 9.81$$

dove:

- M_v è il momento flettente massimo dovuto all'azione del vento e vale:

$$M_v = F_{ci} * h_{ci} + F_a * h_{cy}$$

dove:

- F_{ci} è la forza dovuta all'azione del vento al quale è soggetto il palo;
- h_{ci} è l'altezza dal suolo, espressa in m, del baricentro dell'elemento del fusto;
- F_a è la forza dovuta all'azione del vento al quale è soggetta la lampada;
- h_{cy} è l'altezza fuori terra del sostegno espressa in m.
- c è l'altezza della fondazione;
- H è l'altezza del palo fuori terra;
- M_p è la forza dovuta al peso dell'apparecchio di illuminazione e vale:

$$M_p = 9.81 * (P_a * d_a)$$

dove:

- P_a è il peso in Kg dell'apparecchio illuminante;
- d_a è la distanza dal baricentro dell'apparecchio illuminate e l'asse del palo.

Il momento ribaltante calcolato deve essere minore del momento resistente, supponendo di poter tener conto della resistenza del terreno circostante e vale:

$$M_{re} = 1100 * b * c^3 + 0.85 * (P + p) * a/2$$

dove:

- b e a sono le dimensioni di base della fondazione;
- c è l'altezza della fondazione;
- P è il peso in Kg del blocco di fondazione;
- p è il peso in kg del palo e dell'apparecchio illuminante.

Nella progettazione in questione si adotteranno pali conici dritti in acciaio con diametro alla base $D = 138$ mm e diametro in testa $d = 60$ mm di altezza fuori terra $H = 8$ m e peso di 91 kg.

Ora sostituendo i nostri parametri otteniamo:

- forza dovuta all'azione del vento sul palo: $F_v = 1311$ N;
- forza dovuta all'azione del vento sull'apparecchio illuminante: $F_a = 236$ N;
- momento flettente massimo dovuto all'azione del vento: $M_v = 12371$ Nm;
- momento alla base del palo: $M_p = 59$ Nm
- momento ribaltante: $M_{ri} = 1424$ kgm

- momento resistente: $M_{re} = 1618 \text{ kgm}$

risulta quindi: $M_{ri} < M_{re}$; quindi possiamo affermare che, così dimensionata, risulta sempre verificata la condizione di stabilità e pertanto essa risulta idonea a sopportare le sollecitazioni del sostegno impiegato.

Nella pratica si decide, a vantaggio della sicurezza, di incrementare le dimensioni geometriche della fondazione, che sarà 90x90x100 cm, con calcestruzzo Rck 30.

SCELTA E MESSA IN OPERA DELLE CONDUTTURE

Una conduttura è costituita dall'insieme di uno o più conduttori elettrici e dagli elementi, tubi o canali, che assicurano il loro isolamento, il loro supporto, il loro fissaggio, la loro protezione meccanica ed è individuata dal tipo di posa, dal tipo di cavo e dall'ubicazione.

Nonostante nella zona la distribuzione avvenga per via aerea, trattandosi di nuovi interventi, per di più coordinati tra loro, è senza dubbio preferibile la tipologia di posa interrata con cavidotto. Pertanto, ogni qualvolta si renda necessario effettuare una connessione su di una linea in cavo aereo, il tratto di conduttura in derivazione di nuova realizzazione sarà interrata.

Nel presente intervento varrà realizzata unicamente la predisposizione attraverso la messa in opera delle tubazioni corrugate.

POSA ENTRO TUBAZIONE INTERRATA

I cavi vanno posati entro tubi protettivi di tipo 450 o 750. Pertanto, non è richiesta una profondità minima di posa né una protezione meccanica supplementare. Fa fede in questo senso la rispondenza del prodotto alla norma CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46). Tuttavia, è buona norma, anche per una questione di organizzazione di sottoservizi, posare le tubazioni a 60 cm di profondità misurati sulla generatrice superiore del cavo.

Relativamente alle possibili interferenze tra cavi di energia e telecomunicazioni, la CEI 11-17, non prevede distanze di rispetto se almeno uno dei due cavi è intubato.

I criteri costruttivi saranno specificati nelle apposite sezioni e/o nel capitolato d'appalto.

CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Il diametro della tubazione dovrà essere non inferiore ad 1,3 volte il diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascio; per l'infilaggio dei cavi, si dovranno avere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate.

Di seguito si riporta la dimostrazione grafica del generico dimensionamento effettuato:

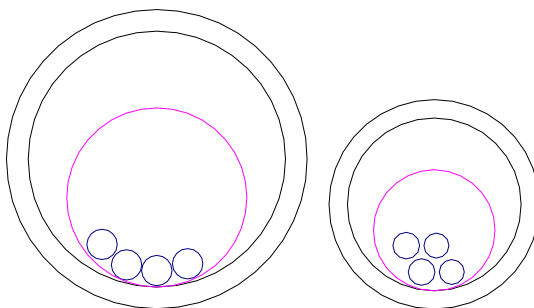


Figura 1
cavidotto diam. 90/77 riempito con conduttori unipolari da 16 mmq e
cavidotto diam. 63/52 riempito con conduttori unipolari da 6 mmq

Come appare ben chiaro il cavidotto è decisamente sovradimensionato. Tuttavia, in previsione di eventuali futuri ampliamenti, nonché tenuto conto del carattere pressoché definitivo di un'installazione interrata, oltretutto in una strada pubblica, e i problemi che comporterebbe l'effettuazione di interventi successivi, si ritiene giustificata dal punto di vista tecnico tale scelta.

In genere, il distanziamento fra due successivi pozzetti determinato dalla presenza del punto luce. All'interno di detti pozzetti, infatti, saranno effettuate tutte le necessarie derivazioni. Inoltre, è previsto qualche pozzetto d'incrocio. Non dovrebbe essere necessario prevedere pozzetti rompitratta mentre è previsto l'inserimento di alcuni pozzetti in corrispondenza di probabili futuri allacciamenti di impianti limitrofi.

I cavi non dovranno in nessun caso subire curvature di raggio inferiore a quanto stabilito dalle norme vigenti in relazione alla natura del cavo stesso.

PORTATA DEI CAVI

La portata di un cavo dipende dalla sezione, dal tipo di conduttore e dall'isolante, ma anche dalla temperatura ambiente e dalle condizioni di posa.

Secondo la relativa norma CEI-UNEL, per determinare la portata di un cavo si deve tener conto di due fattori di correzione k_1 e k_2 che dipendono dalla temperatura ambiente se diversa da 30 °C e dalle modalità di installazione.

ISOLAMENTO DEI CAVI

I cavi elettrici che saranno utilizzati per la rete di distribuzione nell'impianto di pubblica illuminazione dovranno essere provvisti di una guaina esterna in aggiunta al proprio isolamento. In particolare per la posa interrata devono essere utilizzati cavi idonei nel rispetto delle rispettive norme CEI in relazione alla classe dell'impianto.

La norma richiede che la resistenza di isolamento verso terra dell'impianto, misurata con gli apparecchi di illuminazione disinseriti non sia inferiore a quanto prescritto dalla regola generale della CEI 64-8, Tabella 61A, ossia:

- 0,5 M Ω per gli impianti di gruppo 0 (bassissima tensione);
- 1,0 M Ω per gli impianti di gruppo 1 (bassa tensione).

Se, per evidenti motivi di praticità su questo genere di impianti, la misura viene effettuata con gli apparecchi di illuminazione disinseriti anziché con gli apparecchi di illuminazione inseriti allora il limite rimane pari a 0,25 M Ω per gli impianti di gruppo 0, mentre per gli impianti di gruppo 1 diventa $R_2 / (L + N)$ dove L è la lunghezza della linea in chilometri, con un minimo di 1 km e N è il numero di apparecchi di illuminazione.

Un dubbio spontaneo è relativo alla compatibilità delle due espressioni. Per coerenza con la norma di prodotto degli apparecchi, la norma impianti deve accettare una resistenza limite di $2/(L+N)$ M Ω , ma l'esperienza dimostra che gli apparecchi di illuminazione hanno una resistenza di isolamento molto superiore al limite ammesso dalla norma di prodotto e quindi, se si misura una resistenza di isolamento della linea con apparecchi collegati inferiore a 0,5 M Ω , si deve

concludere che ci deve essere qualche problema all'isolamento della conduttura. Per quanto riguarda i circuiti di alimentazione trifase, la sezione 714, ribadisce un concetto di validità più generale quello cioè dell'equilibratura dei carichi monofase.

Nonostante esuli dal contesto della progettazione, non è professionalmente corretto omettere di segnalare le che i cavi in esercizio devono conservare nel tempo i requisiti di efficienza. Pertanto, è auspicabile che l'Amministrazione, in qualità di proprietaria degli impianti, provveda senza indugio a pianificare una sorta di check-up, rilevando l'isolamento dei cavi, in modo da mettere in sicurezza tutto l'impianto e completare l'opera di risanamento solo parzialmente affrontata con questo finanziamento.

REQUISITI PARTICOLARI

Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, devono essere conformi alla Norma CEI 20-22.

SEZIONI MINIME AMMESSE E CADUTE DI TENSIONE NEI CAVI

Come detto, le sezioni dei conduttori devono essere calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti; la caduta di tensione non deve superare il 5% dal punto di origine dell'impianto fino al punto più lontano.

Le sezioni, scelte tra quelle unificate nelle tabelle CEI-UNEL, devono garantire la portata di corrente prevista, per i diversi circuiti.

Per il dimensionamento ci si è serviti dell'ausilio di software tecnici di provata affidabilità.

Tutti i dati d'ingresso e i relativi risultati sono contenuti nelle tabelle riepilogative di cui all'allegato B. In particolare, nel determinare i carichi si è proceduto considerando la potenza nominale delle lampade installate a pieno carico con maggiorazione del 20% per tenere conto degli accessori.

Quanto appena detto vale, ovviamente, in assoluto limitatamente ai circuiti completamente di nuova realizzazione, mentre, per quanto riguarda i tratti in ampliamento, ha validità relativa, ovvero solo se considerato svincolato dall'impianto madre. Di fatto, non è assolutamente confermato che a monte del punto di inserimento dei nuovi punti luce vi sia, ad esempio, un valore di caduta di tensione idoneo, poiché l'analisi delle linee esistenti non rientra tra le competenze specifiche della presente progettazione.

SEZIONE MINIMA DI CONDUTTORI NEUTRI

I conduttori di neutro non devono avere necessariamente la stessa sezione dei conduttori di fase, non essendo quest'ultima mai superiore a 16 mm². La norma infatti ammette sezioni inferiori al di sopra del limite di cui sopra.

PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE

I conduttori attivi degli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi pericolosi o da corto circuiti.

Il rispetto dei requisiti di seguito esposti si riferisce alla porzione di impianto in progetto e non all'impianto nella sua globalità una volta effettuata l'aggregazione ad esso.

PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI

Tale protezione deve essere effettuata secondo le prescrizioni contenute nella sezione 433 della Norma CEI 64-8.

In particolare devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- o $I_b \leq I_n \leq I_z$;
- o $I_f \leq 1,45 I_z$;

dove I_b è la corrente di impiego della conduttura, I_z la portata della conduttura, I_n la corrente nominale del dispositivo di protezione e I_f la corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione.

PROTEZIONE CONTRO I CORTO CIRCUITI

Tale protezione deve essere effettuata secondo le prescrizioni contenute nella sezione 434 della Norma CEI 64-8.

In generale la protezione viene effettuata installando dispositivi atti ad interrompere le correnti di corto circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose per gli effetti termici e meccanici nei conduttori e nelle relative connessioni.

I dispositivi di protezione devono rispondere a due requisiti fondamentali quali avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione e intervenire in un tempo inferiore a quello che porterebbe la temperatura dei conduttori oltre al limite ammissibile.

I DISPOSITIVI DI PROTEZIONE E LA LORO INSTALLAZIONE

L'impiego degli interruttori automatici magnetotermici garantiscono contemporaneamente un'efficace protezione sia contro i sovraccarichi sia contro i corto circuiti.

All'inizio di ogni impianto utilizzatore deve essere installato un interruttore generale onnipolare munito di adeguati dispositivi di protezione contro le sovracorrenti.

Detti dispositivi devono essere in grado di interrompere la massima corrente di corto circuito che può verificarsi nel punto in cui essi sono installati.

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI ACCIDENTALI

È obbligo di legge (capo II - titolo VII, D.P.R. 547 del 27 aprile 1955) realizzare la protezione contro il contatto accidentale con conduttori ed elementi in tensione.

I contatti che una persona può avere con le parti in tensione sono concettualmente divisi in due categorie, i contatti diretti quando il contatto avviene con una parte dell'impianto elettrico

normalmente in tensione e i contatti indiretti quando il contatto avviene con una massa, normalmente non in tensione, ma che accidentalmente si trova in tensione in conseguenza di un guasto.

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i contatti diretti può essere di tipo totale, parziale o addizionale. La protezione totale si attua mediante l'isolamento, gli involucri e/o le barriere. La protezione parziale, attuabile solo nei locali dove l'accessibilità è riservata a persone addestrate (come definito all'art. 29.1 della Norma CEI 64-8) è realizzata mediante ostacolo o allontanamento. La protezione addizionale si realizza mediante interruttori differenziali. L'impiego di interruttori differenziali, con corrente differenziale nominale d'intervento non superiore a 30 mA, è riconosciuto (art. 412.5.1 della Norma CEI 64-8) come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione.

Per i componenti in generale si chiede un grado di protezione meccanica minimo pari a IP33. Si chiede un grado IP23 per gli apparecchi di illuminazione situati al di sopra di 2,5 m del piano di campagna e in ambiente abbastanza pulito. In caso contrario o per motivi diversi può essere raccomandabile un grado di protezione superiore. Si richiede un grado di protezione IP57 per i componenti interrati o installati in pozzetto e IPX5 per gli apparecchi in galleria.

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

I sistemi di protezione contro i contatti indiretti possono essere di due tipi: passivi o attivi.

Sono passivi quei sistemi che non prevedono l'interruzione del circuito; in particolare: il doppio isolamento, la protezione mediante bassissima tensione (SELV o PELV), i locali isolati o la separazione dei circuiti.

La protezione attiva, che prevede l'interruzione del circuito, si attua mediante la messa a terra.

Gli apparecchi di classe II non richiedono la messa a terra anzi, per motivi di sicurezza, è addirittura vietata. Non è quindi necessario mettere a terra i sostegni metallici e nemmeno preoccuparsi del corretto coordinamento dell'impianto di terra con i dispositivi di interruzione. Si può tra l'altro evitare l'uso dell'interruttore differenziale e i possibili disservizi legati all'intervento indesiderato di tali dispositivi come ad esempio accade durante i temporali.

Naturalmente tutti i componenti elettrici devono essere di classe II e devono essere assemblati con cura onde evitare che a causa di una cattiva installazione si comprometta l'originario isolamento doppio o rinforzato.

Particolare attenzione va posta alle operazioni di posa del cavo soprattutto all'ingresso nel palo dove potrebbero verificarsi danneggiamenti all'isolante difficilmente individuabili durante le operazioni di posa.

Per poter essere considerati di classe II i cavi devono essere del tipo con guaina con tensione nominale U_0/U di un gradino superiore rispetto a quella di alimentazione dell'impianto. Se la tensione di alimentazione è 400/230 V potranno essere scelti da 0,6/1 kV. Gli apparecchi di

illuminazione di classe II devono permettere un pratico e sicuro collegamento del cavo in modo che sia sempre garantita la classe II.

SCELTE PROGETTUALI

La protezione contro i contatti indiretti, in alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, viene garantita adottando macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione o installazione, vale a dire apparecchi di Classe II. La protezione sulle linee è inoltre garantita dai quadri esistenti, in quanto i pali aggiuntivi vengono messi in derivazione su linee esistenti.

Al fine di non gravare eccessivamente sulle linee esistenti si è adottata una sezione elevata che garantisca una minima caduta di tensione. I nuovi punti luce sono stati poi suddivisi tra le due estremità, per ridurre i nuovi carichi sulle linee esistenti.

Analizzando la situazione più gravosa delle due, ovvero la linea dalla parte dell'impianto cimiteriale, si introducono i seguenti valori di calcolo:

- o lunghezza (metri): 200;
- o volt: 240;
- o potenza (watt): 900.

Con tali dati in ingresso, adottando una formazione di cavi da 10 mmq, si ottiene una caduta di tensione inferiore a 1%.

Progetto : *Via San Sebastiano*

Data : *22/02/2010*

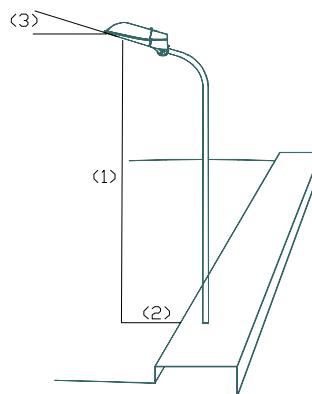
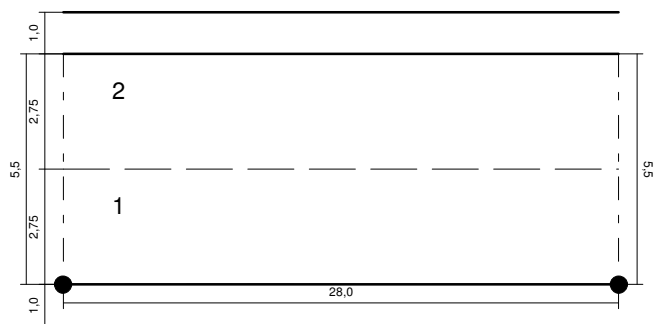
Codice :

Cliente : *ENAS*

PARAMETRI DIMENSIONALI DI PROGETTO

Tipo Installazione : Unilaterale destro
Tipo Apparecchio : 1651 SAPT100 X=4 Y=1
Tipo Lampada : SAPT100S
Flusso Lampada [lm] : 9600
Coeff. Manutenzione : 0,8
R-Table : R3 - Q0 : 0,070
N° Carreggiate : 1
Corsie per Carreggiata : 2

Larghezza Strada [m] : 5,5
Larghezza Marciapiede [m] : 1,0
Altezza Punto Luce [m] ⁽¹⁾ : 8,0
Arretramento Punto Luce [m] ⁽²⁾ : 0,0
Inclinazione App. [°] ⁽³⁾ : 0
Interdistanza Apparecchi [m] : 28,0



RISULTATI DEL CALCOLO

No	Osservatore	Posizione [m]	Lm [cd/m2]	UO	UI	TI[%]
1	Osservatore 1	(-60,000 1,375 1,500)	0,89	0,58	0,70	5,24
2	Osservatore 2	(-60,000 4,125 1,500)	0,88	0,62	0,71	5,76

Carreggiata
Reticolo: 10 x 6 Punti

Lm [cd/m2] 0,88

UO 0,58

UI 0,70

TI[%] 5,76

SR 0,79

Marciapiede
Reticolo: 10 x 3 Punti

Em[Lx] 11,56

UO 0,14

Progetto : Via San Sebastiano

Data : 22/02/2010

Codice :

Cliente : ENAS

TABELLA ILLUMINAMENTI ORIZZONTALI [lux]

Interdistanza Apparecchi [m] : 28,0

5,0	17,94	14,88	14,41	12,69	11,82	11,82	12,69	14,41	14,88	17,94	Larghezza Strada [m] : 5,5
4,1	25,76	19,14	16,84	13,12	11,57	11,57	13,12	16,84	19,14	25,76	
3,2	32,56	23,13	17,49	12,31	10,37	10,37	12,31	17,49	23,13	32,56	
2,3	36,37	23,61	15,96	10,69	8,80	8,80	10,69	15,96	23,61	36,37	
1,4	34,58	20,69	13,86	9,05	6,99	6,99	9,05	13,86	20,69	34,58	
0,5	29,74	18,92	11,60	7,32	5,40	5,40	7,32	11,60	18,92	29,74	
[m]	1,4	4,2	7,0	9,8	12,6	15,4	18,2	21,0	23,8	26,6	

Valori Caratteristici [lux] : Med: 16,92
Max: 36,37
Min: 5,40

Valori di Uniformità : Min/Med: 0,32
Min/Max: 0,15
Max/Med: 2,15

Coeff. Utilizzazione : 0,27

Surround Ratio : 0,79

Uniformità Longitudinale : 0,20 Min/Max
0,45 Min/Max

Corsia 1 : 1,4 [m]
Corsia 2 : 4,1 [m]

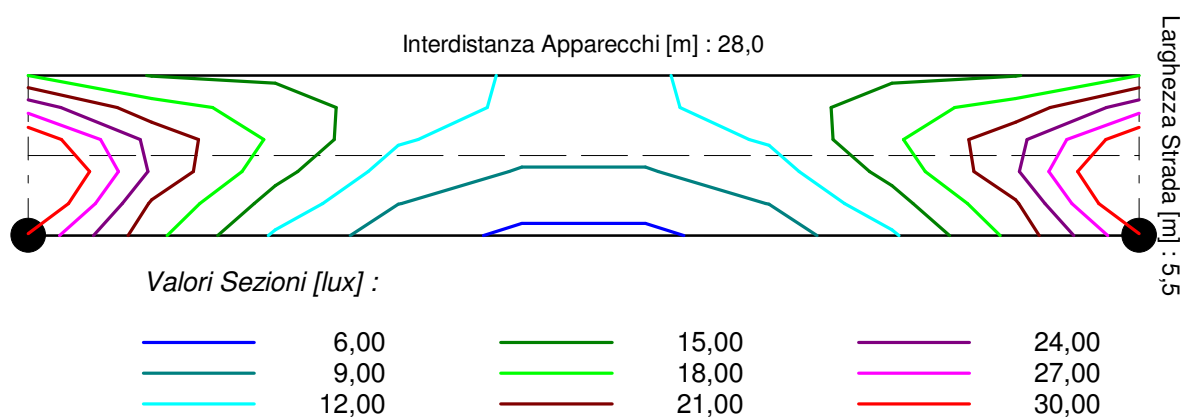
Progetto : *Via San Sebastiano*

Data : *22/02/2010*

Codice :

Cliente : *ENAS*

CURVE ISOLUX DEGLI ILLUMINAMENTI ORIZZONTALI



Cliente : ENAS

Progetto : Via San Sebastiano

Data : 22/02/2010

Codice :

Cliente : ENAS

TABELLA LUMINANZE [cd/m²]

Interdistanza Apparecchi [m] : 28,0

											Larghezza Strada [m] : 5,5
5,0	0,59	0,55	0,64	0,76	0,82	0,87	0,84	0,74	0,59	0,59	
4,1	0,82	0,71	0,77	0,86	0,94	1,00	1,00	0,97	0,80	0,86	
3,2	1,01	0,82	0,81	0,86	0,95	1,03	1,03	1,09	1,03	1,08	
2,3	1,11	0,84	0,79	0,82	0,91	1,00	1,00	1,07	1,12	1,20	
1,4	1,05	0,76	0,74	0,76	0,81	0,91	0,98	1,02	1,02	1,18	
0,5	0,91	0,71	0,66	0,66	0,71	0,81	0,90	0,96	0,98	1,04	
[m]	1,4	4,2	7,0	9,8	12,6	15,4	18,2	21,0	23,8	26,6	

Valori Caratteristici [cd/m²] :Med: 0,88

Max: 1,20

Min: 0,55

Uniformità Globale : 0,62 Min/Med

Abbagliamento Molesto (G) : (12,32)

Uniformità Longitudinale :

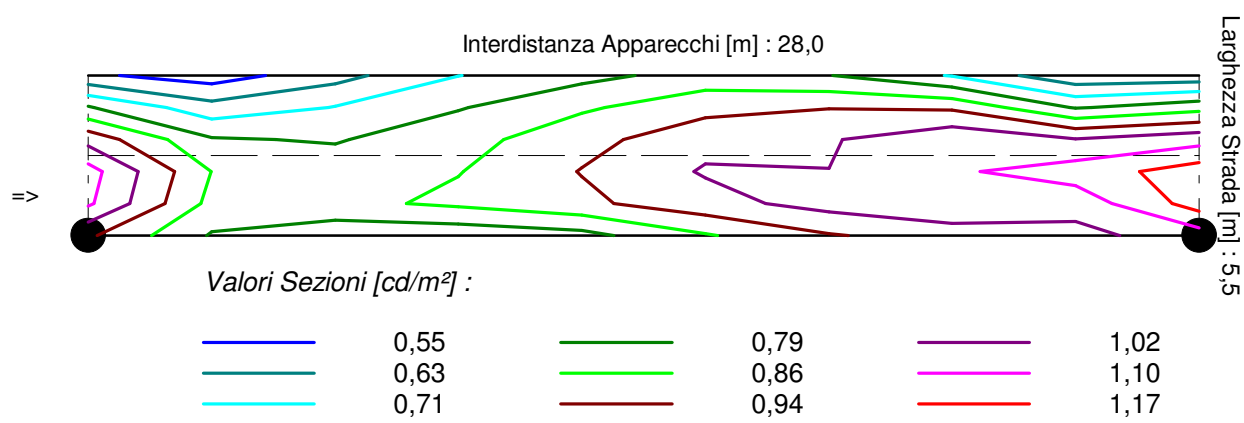
0,71 Min/Max Pos. Oss. [m] : X: -60,0 Y: 4,1 Z: 1,5

Incremento di Soglia (TI %) : 5,76

X: -17,9 Y: 1,4 Z: 1,5

Progetto : Via San Sebastiano
Data : 22/02/2010
Codice :
Cliente : ENAS

CURVE AD ISOLUMINANZA



Progetto : Via San Sebastiano
Data : 22/02/2010
Codice :
Cliente : ENAS

CURVE AD ISOLUMINANZA

