Guida agli impianti di illuminazione esterna
- seconda parte -

Pubblicato il: 30/01/2006
Aggiornato al: 30/01/2006

di *Gianluigi Saveri*

Gli impianti di **illuminazione esterna** comprendono tutti gli **impianti installati all'aperto**, completamente o in parte, come ad esempio quelli per l'illuminazione di strade, parchi, campi sportivi, gallerie, sottopassaggi, illuminazione di monumenti, ecc..
La **progettazione** di questo tipo di impianti è **piuttosto complessa** ed implica **conoscenze interdisciplinari**.

1. Caduta di tensione

La tensione di alimentazione influisce direttamente sull'efficienza luminosa degli apparecchi di illuminazione. La norma CEI 64-8 fissa in generale nel 4% della tensione nominale la caduta di tensione massima ammissibile mentre per quanto riguarda gli impianti di illuminazione esterna ammette si possa arrivare fino al 5%. In ogni caso per un buon funzionamento dell'impianto occorre sempre riferirsi alle indicazioni del costruttore che fornisce i valori di caduta di tensione massimi relativamente alle caratteristiche dei propri prodotti. La caduta di tensione si calcola a pieno carico e trascurando il transitorio all'accensione e si può calcolare con gli usuali metodi ricordando che, per sezioni non superiori a 50 mm^2, può essere trascurata la componente reattiva. Per calcolare la caduta di tensione in fondo ad una linea si può adottare la nota formula in forma semplificata:

per linee monofasi:

$$\Delta U = 2 \bullet I \bullet L(R\cos\varphi + Xsen\varphi)$$

per linee trifasi

$$\Delta U = \sqrt{3} \bullet I \bullet L(R\cos\varphi + Xsen\varphi)$$

dove:
I è la corrente nominale di ciascun centro luminoso (A);

L è la lunghezza della linea (m);

R, X rispettivamente la resistenza e la reattanza della linea

Per calcolare il valore percentuale:

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U \bullet 100}{U}$$

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

2. Illuminazione stradale

Un impianto di illuminazione stradale può essere destinato a strade a prevalente traffico motorizzato oppure a strade dove prevale il traffico pedonale. Deve possibilmente inserirsi in modo armonico e funzionale nell'arredo urbano del quale fa parte integrante ma nello stesso tempo deve possedere adeguate caratteristiche elettriche, illuminotecniche e meccaniche.

Disposizione dei centri luminosi

I punti luce possono essere disposti sia su un unico lato sia su entrambi i lati della strada come descritto in figura 18.

La disposizione unilaterale viene solitamente utilizzata per piccole strade con larghezze della carreggiata fino a dieci metri mentre la disposizione bilaterale o la cosiddetta disposizione a quinconce (a scacchiera con disposizione bilaterale alternata) è adatta per strade più larghe. La disposizione di tipo assiale è indicata invece per strade a doppia carreggiata con spartitraffico centrale perché è possibile con tale sistema dimezzare il numero dei pali.

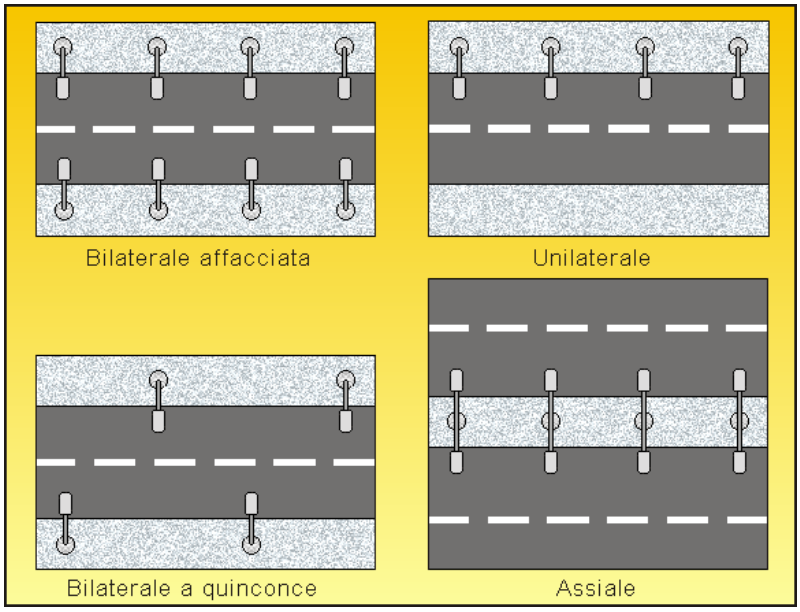


Fig. 18 – Disposizione tipiche dei centri luce di illuminazione stradale

Sostegni

Gli apparecchi di illuminazione sono fissati normalmente a sostegni che possono assumere, in relazione alle caratteristiche urbanistiche e alle dimensioni dell'area da illuminare, una delle forme descritte in fig. 19. Nei centri abitati e nelle strade a prevalenza di traffico pedonale si utilizzano solitamente paline di altezza variabile fra i due e i tre metri oppure, dove non è possibile rispettare i distanziamenti previsti, si ricorre all'installazione su bracci a muro o, più raramente, su funi di sospensione. Per strade urbane o extraurbane ed in particolare per quelle a traffico prevalentemente motorizzato i sostegni più diffusi, con altezze variabili fra i cinque e i 12 metri, i sono i pali in acciaio o in calcestruzzo. Le torri faro sono invece utilizzate prevalentemente per l'illuminazione di grandi aree all'aperto come ad esempio piazzali, grandi parcheggi, svincoli stradali e autostradali.

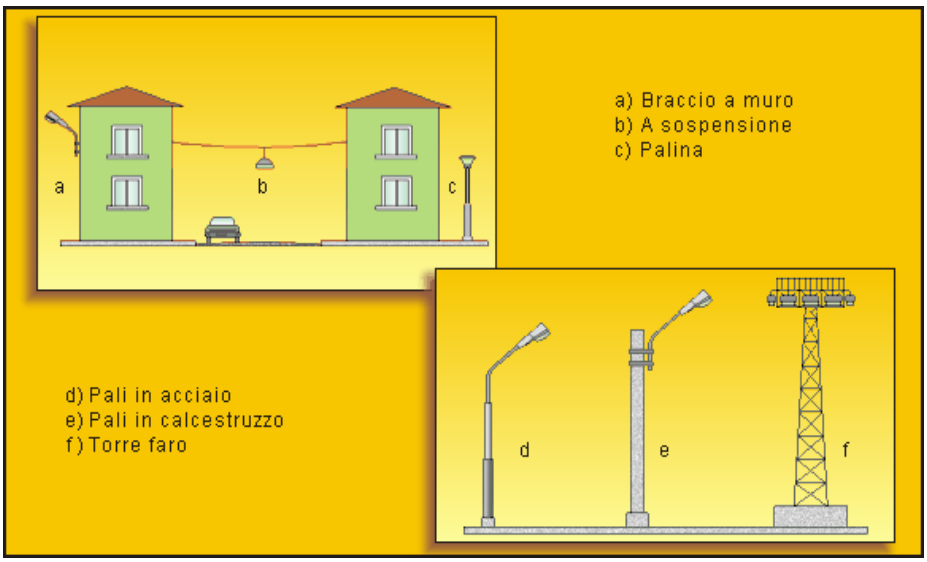


Fig. 19 – Tipologie di sostegni più comuni

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

Distanziamenti e altezze di rispetto dei sostegni

Di un impianto di illuminazione stradale occorre definire alcune grandezze dimensionali, sinteticamente descritte in figura 20, quali la sporgenza, l'inclinazione e l'altezza dei punti luminosi rispetto la carreggiata e la distanza fra i punti luminosi.

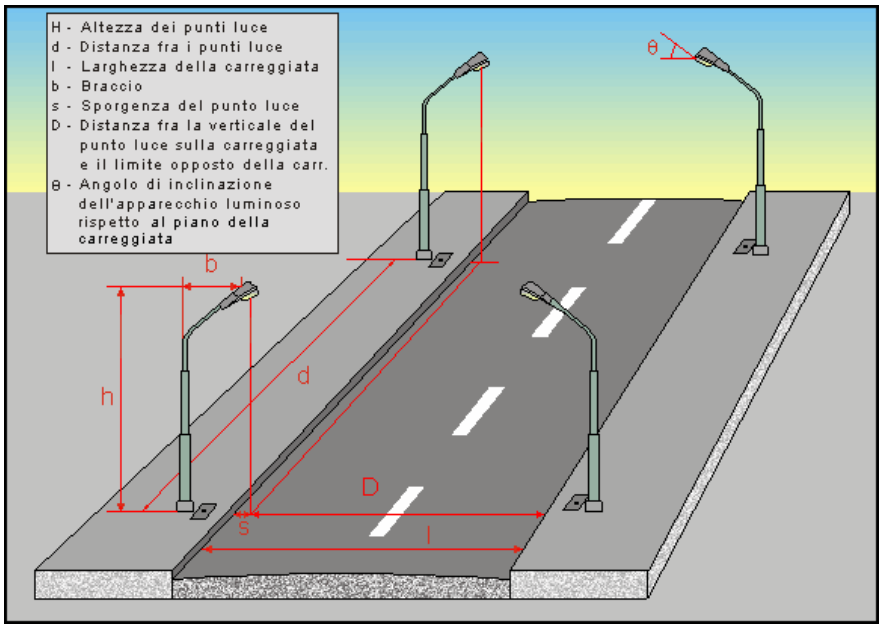


Fig. 20 – Dimensioni caratteristiche di un impianto di illuminazione stradale

I pali di illuminazione non devono essere di ostacolo ai mezzi e alle persone anche disabili. Devono essere protetti tramite barriere o distanziamenti dai limiti della carreggiata affinché non sia in alcun modo compromessa la sicurezza stradale. L'uso di opportuni distanziamenti o barriere di sicurezza sono previsti da appositi decreti ministeriali (DM 3 giugno 1998; DM 18 febbraio 1992 n. 223; DM 15 ottobre 1996; DM 21 giugno 2004) mentre per quanto concerne la sporgenza e le altezze minime dal piano della carreggiata ci si riferisce al Codice della strada. Si ricorda inoltre che al fine di abbattere le barriere architettoniche e permettere quindi il transito di persone su sedia a ruote i pali devono essere posati in modo che sia garantito un passaggio pedonale di almeno 90 cm secondo quanto stabilito dal DM 14 giugno 1989 n. 236 art. 8.2.1.

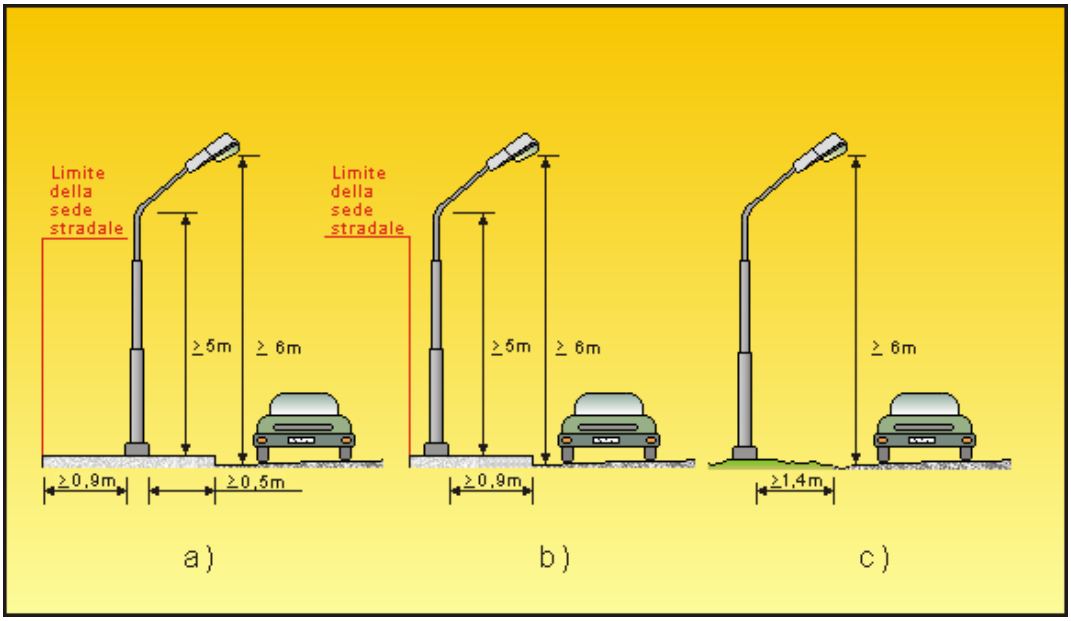
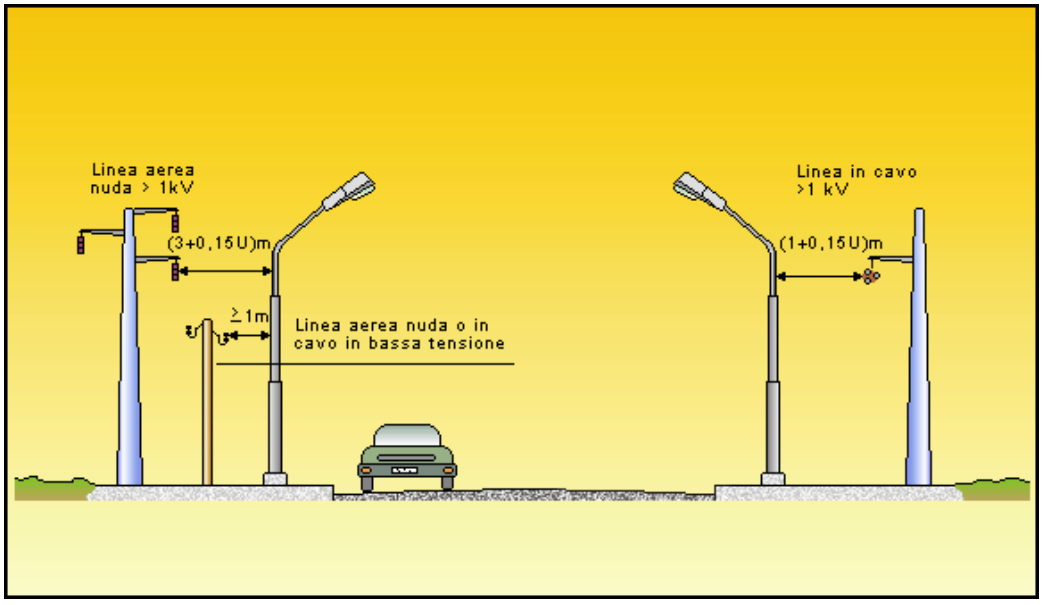


Fig. 21 – a) strada urbana con marciapiede b) strada urbana con marciapiede di larghezza limitata c) strada extraurbana o urbana senza marciapiede

Sono prescritte inoltre distanze minime specifiche tra i punti luce ed i conduttori di linee elettriche come indicato nella Norma CEI 11-4 e descritto in fig. 22. Rispetto ai conduttori nudi delle linee elettriche di classe 0 e I a bassa tensione deve essere garantita almeno una distanza di 1 m che può essere ridotto a 0,5 m se la linea è in cavo e comunque all'interno di un centro abitato (fig. 23). La distanza diventa almeno

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

(3+0,015 U)m in presenza di conduttori di linee di classe II e III in cui U è la tensione nominale in kV della tensione di esercizio. La distanza può essere ridotta a (1+0,015 U) m se la linea aerea è in cavo.



. **Fig. 22 – Distanze di rispetto da altre linee elettriche**

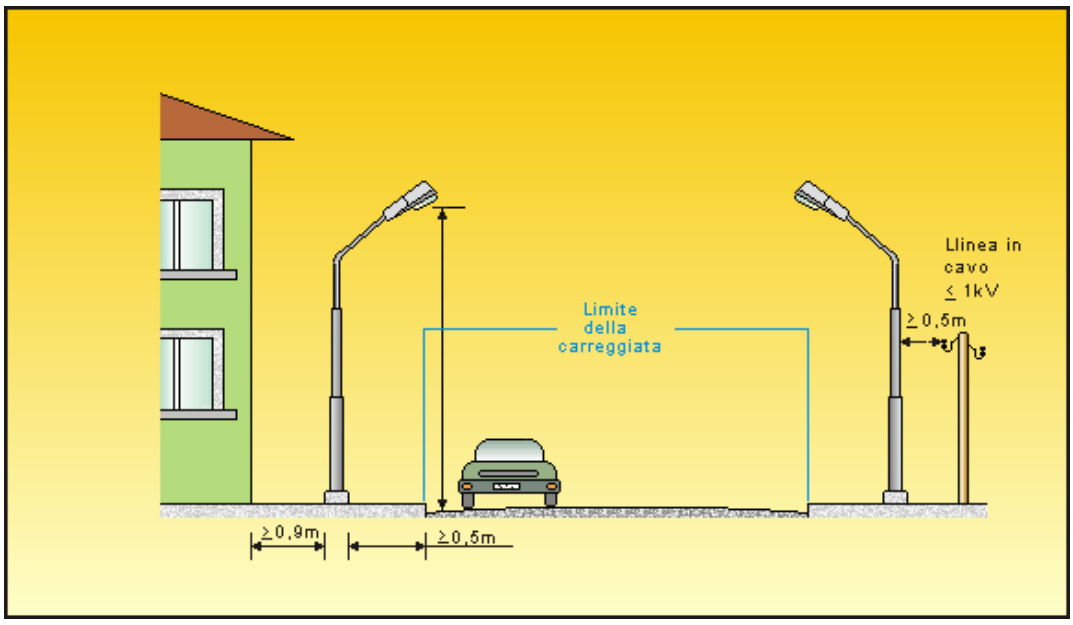


Fig. 23 – Se la linea aerea è in cavo ed è installata in un centro abitato la distanza minima può essere ridotta a 0,5 m

La distanza fra i sostegni e la rotaia più vicina di ferrovie o tranvie fuori dal centro abitato non deve essere inferiore a 4 m (fig. 24).

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

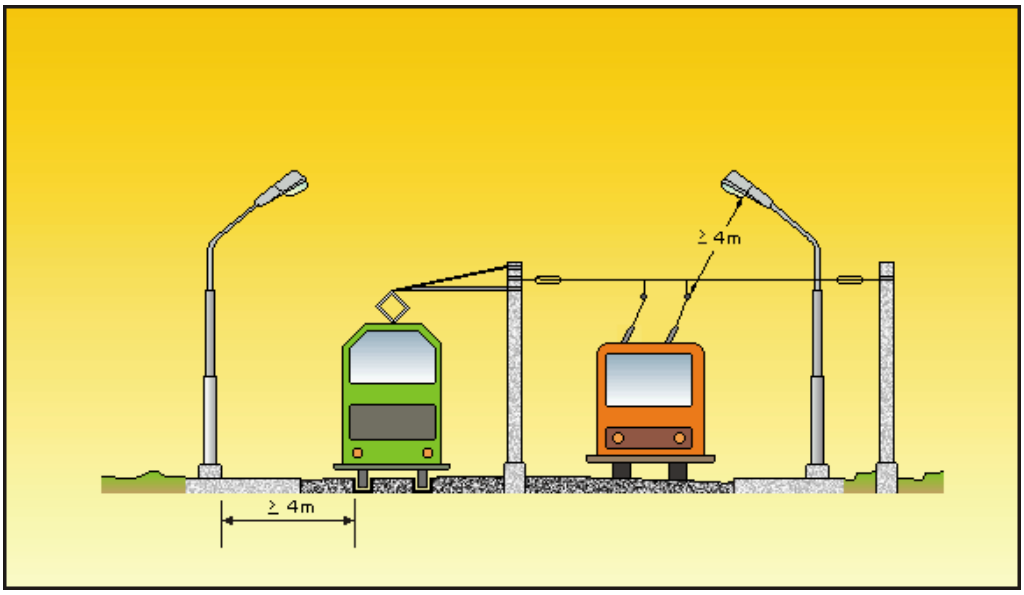


Fig. 24 – Distanza fra i sostegni e la rotaia o la linea elettrica di contatto più vicina di ferrovie o tranvie fuori dal centro abitato

La distanza fra i pali e la rotaia più vicina può essere ridotta a 2 m se ci si trova in un centro abitato (fig. 25).

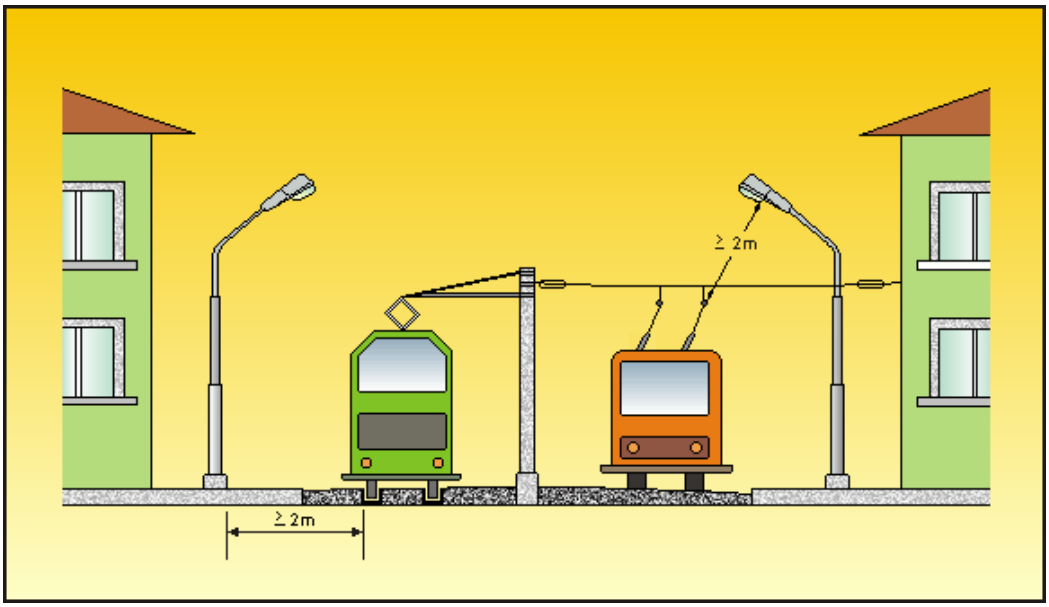


Fig. 25 – Distanza fra i sostegni e la rotaia o la linea elettrica di contatto più vicina di ferrovie o tranvie all'interno di un centro abitato

Quando la larghezza del marciapiede non consente l'istallazione di un centro luminoso sorretto da palo è possibile installare il punto luce direttamente su braccio a parete ad un'altezza non inferiore a 6 m. I gruppi semaforici devono invece essere installati ad un'altezza rispetto al piano della carreggiata di almeno 5 m (fig. 26).

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

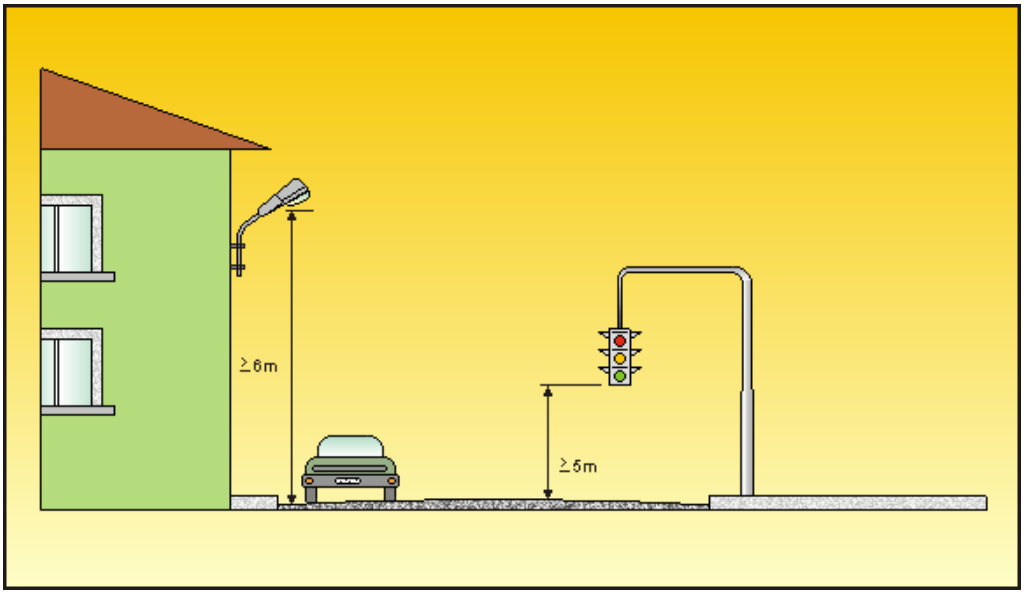


Fig. 26 – Installazione di punto luce a parete a causa di marciapiede di dimensioni insufficienti e altezza minime dal piano della carreggiata di gruppo semaforico

Secondo il DM 24 novembre 1984 le condotte del gas devono essere distanti almeno 0,5 m dall'eventuale dispersore di terra e da sostegni e fondazioni (fig. 27).

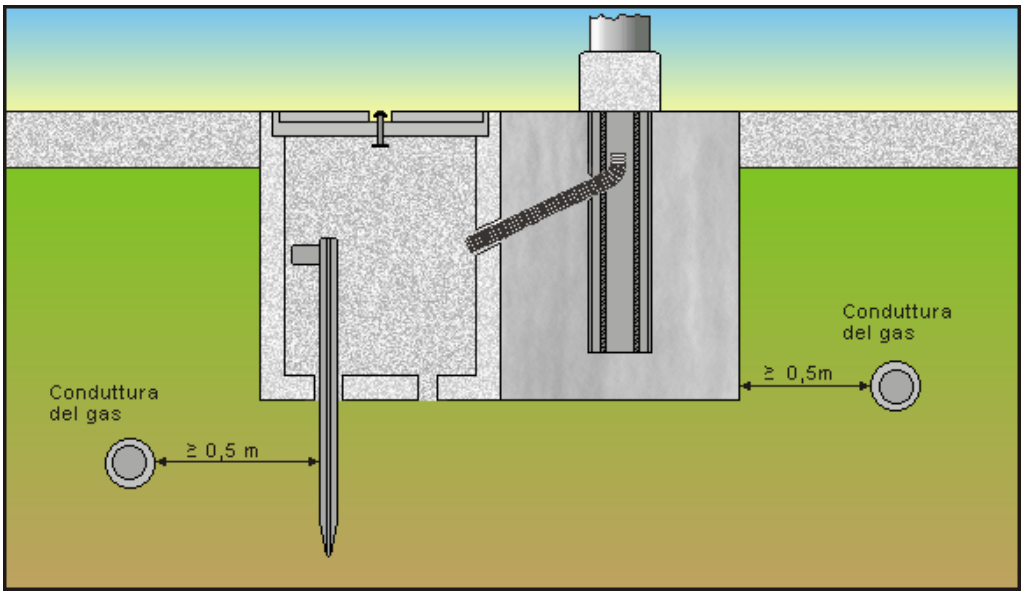


Fig. 27 – Distanziamenti minimi rispetto alle condotte del gas

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

3. Criteri di installazione

L'impianto di illuminazione esterno può essere alimentato mediante linea aerea, nuda o in cavo, oppure in cavo interrato. La soluzione più economica è senz'altro la linea aerea con conduttori nudi che però comporta il problema del rispetto delle distanze di sicurezza quanto è installata in centri urbani o in luoghi con presenza di alberi e della verifica di stabilità dei sostegni. L'alimentazione con cavo aereo risolve il problema delle distanze di rispetto ma non elimina comunque la necessità di verificare la stabilità dei sostegni. In pratica, quando possibile, si preferisce adottare l'alimentazione con cavi interrati ad una profondità minima di 0,5 m (fig. 28).

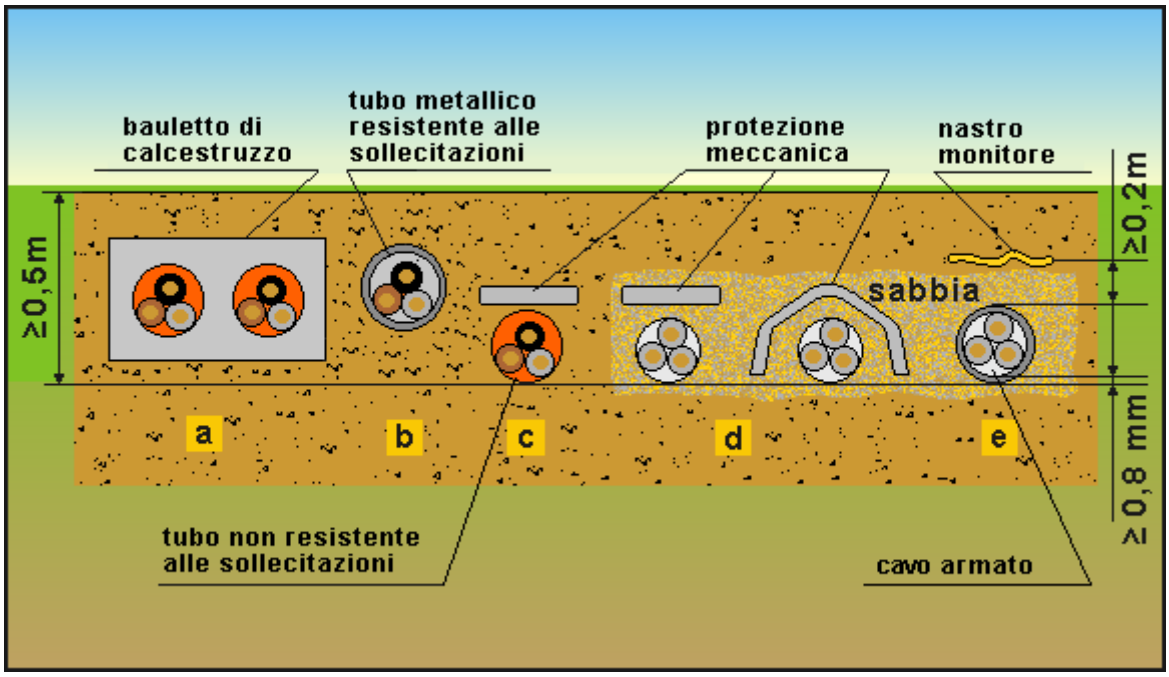


Fig. 28 - Modalità di posa dei cavi interrati – la profondità minima di posa non deve essere inferiore a 0,5 m dal suolo.
a) In polifora di calcestruzzo - b) In tubo resistente alle sollecitazioni - c) In tubo con protezione meccanica supplementare - d) Direttamente interrato in letto di sabbia con protezione meccanica aggiuntiva e) Cavo armato posato direttamente in un letto di sabbia con aggiunta di nastro monitore.

Gli impianti di illuminazione esterna sono solitamente alimentati da una linea dorsale in cavo interrato isolato con gomme di tipo G7 che hanno ormai sostituito le gomme G5 comunque idonee alla posa interrata. A tal scopo possono essere impiegati cavi quali FG7R 0,6/1 kV oppure FG7OR 0,6/1 kV. Altrettanto adatti ad una posa interrata sono anche i cavi N1VV-K, unipolari o multipolari, con isolamento e guaina in PVC. La linea di dorsale si attesta in genere in una morsettiera inserita nel palo alla quale fa capo il circuito terminale di alimentazione del centro luminoso. La derivazione può essere realizzata con un entra-esci in morsettiera dentro al palo (fig. 29) ma anche nel pozzetto di passaggio dei cavi (fig. 30).

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

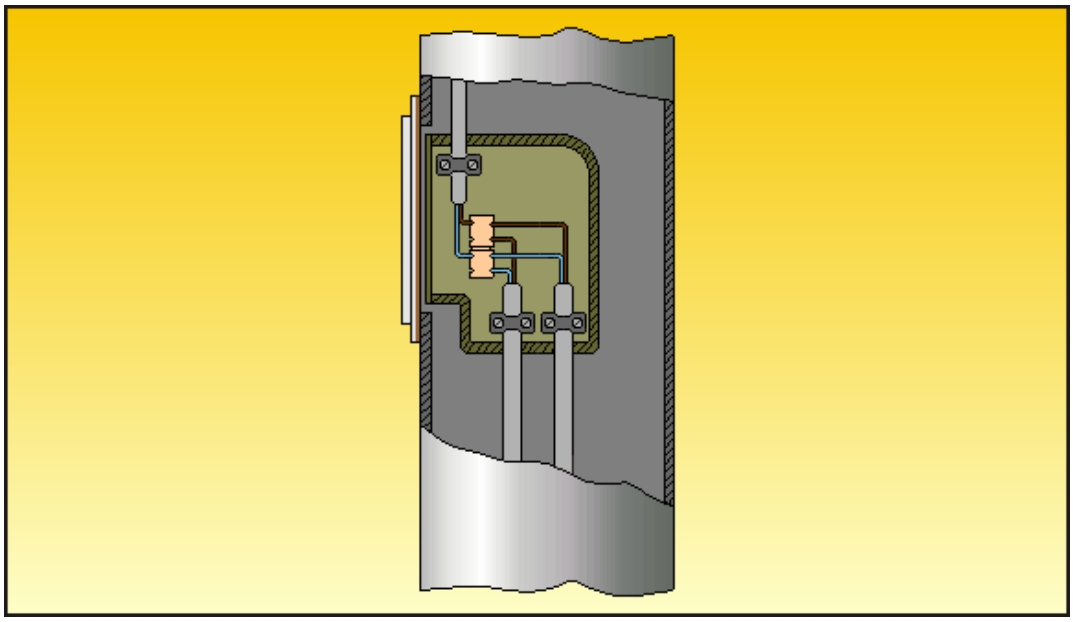


Fig. 29 – Derivazione in entra-esci direttamente nella morsettiera interna al palo

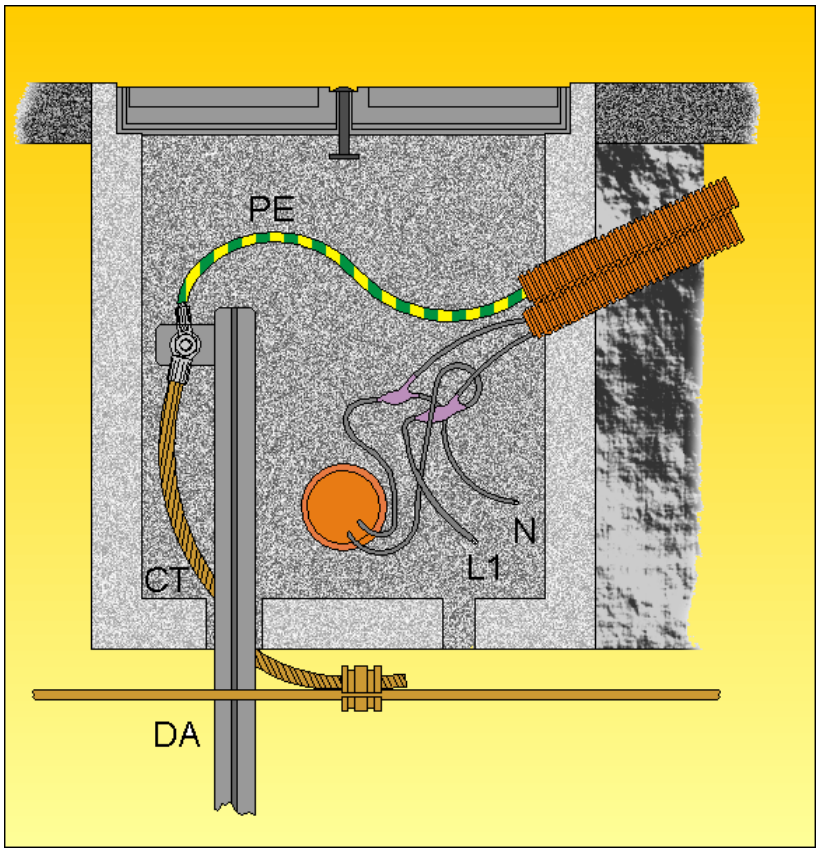


Fig. 30 – Centro luminoso di classe I. Particolare del pozzetto di derivazione

Sono ammesse anche le giunzioni direttamente interrate e non accessibili purché siano realizzate con morsetti a compressione che garantiscano dai rischi di allentamento e purché siano utilizzati nastri

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

autoagglomeranti per il ripristinino delle caratteristiche originarie di isolamento, resistenza chimica e tenuta all'acqua del cavo (fig. 31).

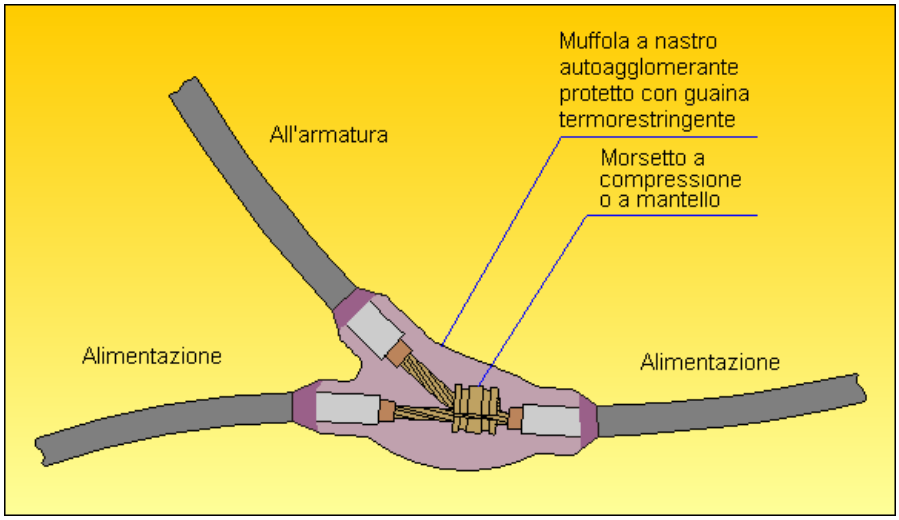


Fig. 31– Particolare della giunzione nel pozzetto ottenuta mediante morsetto a compressione e nastro autovulcanizzante. Il morsetto a compressione deve garantire dal rischio di allentamento e la giunzione deve ripristinare le caratteristiche di isolamento, resistenza chimica e tenuta all'acqua possedute dal cavo.

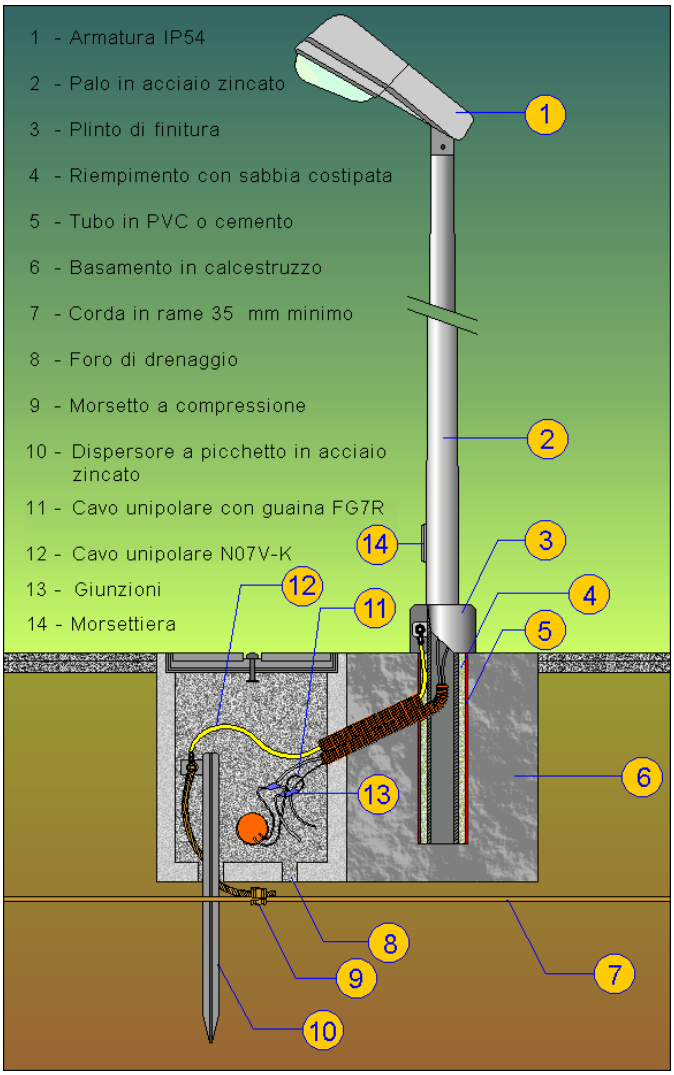


Fig. 32 – Alimentazione con cavo interrato di centro luminoso di classe I. Particolari del basamento di fondazione, del pozzetto di derivazione, delle tubazioni di ingresso dei cavi e dell'impianto di terra.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

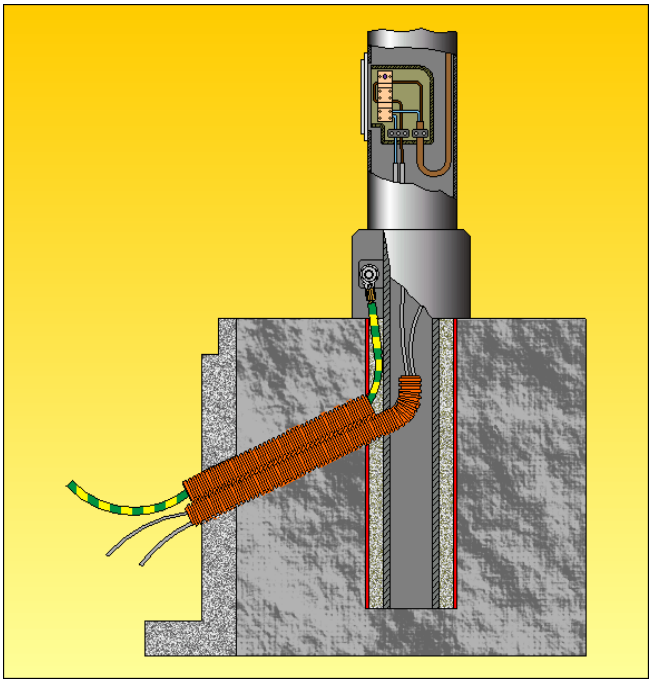


Fig. 33 – Centro luminoso di classe I. - Particolare dell'entrata dei cavi nel palo

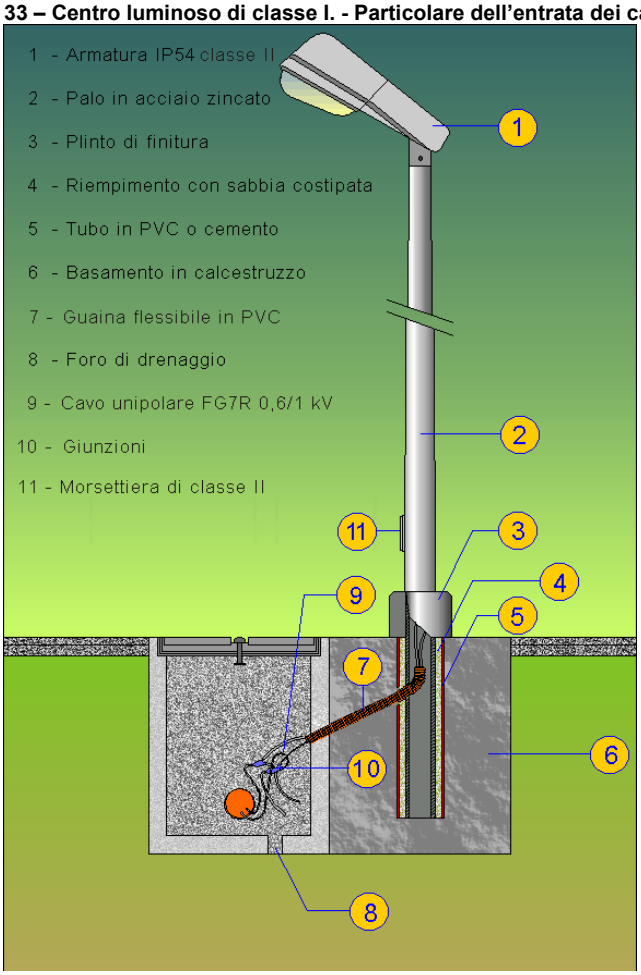


Fig. 34 – Alimentazione con cavo interrato di centro luminoso di classe II. Particolari del basamento di fondazione, del pozzetto di derivazione e delle tubazioni di l'ingresso dei cavi. E' vietata la messa a terra e l'ingresso dei cavi nel palo deve essere adeguatamente protetto mediante guaina dal rischio di danneggiamenti.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

La dorsale di alimentazione può essere monofase o trifase con neutro, in quest'ultimo caso i punti luce devono essere distribuiti equamente sulle varie fasi per ridurre al minimo eventuali squilibri di corrente. La sezione fra i vari tronchi del circuito può essere unica o decrescente considerando indicativamente che per lunghezze superiori a 300 m in monofase e 500 m in trifase può essere conveniente adottare sezioni decrescenti mentre per lunghezze inferiori risulta più comodo utilizzare linee a sezione unica. La sezione dei conduttori della dorsale deve essere comunque scelta in modo che la corrente di impiego IB non sia superiore alla portata IZ del cavo e che la caduta di tensione ammissibile dal punto di alimentazione al centro luminoso più lontano sia contenuta entro limiti compatibili con il buon funzionamento dell'impianto.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

4. Gradi di protezione dei componenti

I componenti elettrici degli impianti di illuminazione esterna devono, nei confronti dell'ambiente di installazione, presentare almeno i seguenti gradi di protezione:

IPX7 – per componenti interrati o installati in pozzetto (IPX8 se è previsto un funzionamento sommerso per lunghi periodi);
IP33 – per i componenti non interrati;
IP23 – per apparecchi di illuminazione installati a più di 2,5 m dal suolo in ambienti con inquinamento trascurabile;
IPX5 – per gli apparecchi di illuminazione in galleria.

Quando sono prevedibili condizioni ambientali più gravose può essere necessario adottare gradi di protezione più elevati. Ad esempio per componenti installati in prossimità del suolo dove sono ragionevolmente prevedibili spruzzi d'acqua, il grado di protezione minimo potrebbe essere IP44 mentre per strade polverose potrebbe essere consigliabile almeno un grado di protezione IP55.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

5. Resistenza di isolamento

In base a quanto previsto dalla Norma CEI 64-8, l'isolamento verso terra di ciascun circuito con gli apparecchi di illuminazione scollegati deve presentare una resistenza non inferiore a quella indicata nella seguente tabella.

Tabella 1 – Valori minimi della resistenza di isolamento verso terra con apparecchi di illuminazione disinseriti

Tensione nominale di alimentazione	Tensione di prova (V)	Resistenza di isolamento (MO)
Fino a 50 V	250	0,25
Fino a 500V (anche felv)	500	0,5
Oltre 500 V	1000	1

Per semplificare le operazioni di prova la resistenza di isolamento normalmente viene misurata con gli apparecchi di illuminazione inseriti. In questo caso ogni circuito deve presentare una resistenza di isolamento verso terra non inferiore a 0,25 MΩ per gli impianti alimentati con tensione non superiore a 50 V mentre per gli impianti alimentati in bassa tensione del gruppo I la resistenza deve essere non inferiore a 2/(L+N) MΩ dove, L è la lunghezza complessiva delle linee di alimentazione in chilometri (1 se complessivamente inferiori a 1 km) e N il numero degli apparecchi di illuminazione installati. La misura deve essere effettuata con una tensione continua di prova di 500 V applicata per circa 60 s.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.