

Regione Lombardia  
Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



CODICE  
COMMESSA

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

D.P.R.  
207/10

PROGRESSIVO  
ELABORATO

CATEGORIA  
OPERA

NUMERO  
OPERA

REVISIONE

SCALA

R 3 1

D

g

0 0 2

OV

- -

R 0

===

OPERE SOSTITUTIVE P.L. DI VIA TRIESTE IN COMUNE DI ERBA  
OPERE DI COMPETENZA FERROVIENORD  
*Progetto Definitivo*

Capitolato tecnico impianti elettrici

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3				
	2				
	1				
	0	OTT. 2025	PRIMA EMISSIONE		

NORD\_ING

**NORD\_ING Srl**  
IL DIRETTORE TECNICO  
Ing. Laura Stiriti

FERROVIENORD

FERROVIENORD S.p.A.  
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA  
IL DIRETTORE  
Ing. Andrea Lucia Passarelli

Progettista



Collaborazione

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

## INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITA' .....</b>	<b>3</b>
1.1	OGGETTO E SCOPO .....	3
<b>2</b>	<b>PRESCRIZIONI GENERALI .....</b>	<b>4</b>
2.1	OPERE A COMPLETAMENTO .....	4
2.2	MATERIALI DI CONSUMO E ACCESSORI DI MONTAGGIO .....	5
2.3	NOTE RELATIVE A MARCHI COMMERCIALI.....	6
<b>3</b>	<b>OPERE STRUTTURALI - EDILI .....</b>	<b>7</b>
3.1	SCAVI E REINTERRI.....	7
3.1.1	<i>Scavi</i> .....	7
3.1.2	<i>Reinterri</i> .....	9
3.2	BASAMENTO IN CALCESTRUZZO PER LA POSA DI ARMADI STRADALI .....	11
3.3	ARMADI STRADALI.....	11
3.4	CAVIDOTTI PER LA POSA DEI CAVI .....	12
3.4.1	<i>Tipo di cavidotto</i> .....	12
3.5	POZZETTI ROMPIRATTA E DI DERIVAZIONE .....	13
3.6	PLINTI DI FONDAZIONE.....	14
3.7	PALI DI SOSTEGNO.....	15
3.7.1	<i>Caratteristiche meccaniche dei pali di illuminazione</i> .....	15
3.7.2	<i>Forma</i> .....	15
3.7.3	<i>Lavorazioni richieste</i> .....	15
3.7.4	<i>Altezza</i> .....	16
3.7.5	<i>Particolarità costruttive</i> .....	17
3.8	POSA DEI PALI .....	17
3.9	IDENTIFICAZIONE DEI PALI .....	18
3.10	ZINCATURA E VERNICIATURA .....	18
3.11	DEMOLIZIONI E RIMOZIONI.....	18
<b>4</b>	<b>POSIZIONAMENTO DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>19</b>
4.1	POSIZIONAMENTO DEI CAVIDOTTI PER CONDUTTURE ELETTRICHE .....	19
4.1.1	<i>Vicinanza ad altri sottoservizi</i> .....	19
4.1.2	<i>Distanze minime</i> .....	19
4.2	POSIZIONAMENTO DEI SOSTEGNI E CENTRI LUMINOSI .....	22

<b>5</b>	<b>OPERE ELETTRICHE.....</b>	<b>27</b>
5.1	QUADRI ELETTRICI DI COMANDO .....	27
5.2	LINEE ELETTRICHE.....	29
5.3	DERIVAZIONI .....	30
5.4	IMPIANTO DI TERRA .....	34
5.5	GRADI DI PROTEZIONE .....	34
5.6	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI .....	35
5.7	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....	35
5.8	RESISTENZA D'ISOLAMENTO .....	37
5.9	CADUTA DI TENSIONE NEL CIRCUITO DEGLI IMPIANTI DI DERIVAZIONE .....	37
<b>6</b>	<b>ACCERTAMENTI – PROVE E VERIFICHE DI COLLAUDO – DOCUMENTAZIONE DA PRESENTARE A FINE LAVORI .....</b>	<b>38</b>
6.1	ACCERTAMENTI.....	38
6.2	VERIFICHE E PROVE DI COLLAUDO .....	38
<b>7</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>39</b>
7.1	NORME DI CARATTERE GENERALE .....	39
7.2	NORME IMPIANTI PER SUPERAMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE.....	41
7.3	NORME PER IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE.....	41
7.4	NORME PER RIFIUTI MATERIALE ELETTRICO .....	42
7.5	PRODOTTI DA COSTRUZIONE .....	42
7.6	NORME PER TUBAZIONI .....	42

## **1 GENERALITA'**

### **1.1 OGGETTO E SCOPO**

Il presente documento, allegato alla documentazione del PROGETTO DEFINITIVO, ha per oggetto il Disciplinare descrittivo e prestazionale degli impianti elettrici di "R31 – Opere complementari per la chiusura del PL di via Trieste nel Comune di Erba".

## **2 PRESCRIZIONI GENERALI**

Gli impianti tecnologici descritti nel presente elaborato dovranno essere realizzati rispettando la disposizione delle apparecchiature, gli schemi e le planimetrie di progetto. Comunque, il Committente si riserva di apportare tutte le modifiche che risultassero necessarie in sede di realizzazione.

Nell'esecuzione dei disegni di dettaglio degli impianti, nella scelta dei tipi di apparecchiature e dei tipi di realizzazione si dovranno adottare tutte le prescrizioni della normativa nazionale (norme CEI), di armonizzazione europea (CENELEC) e della normativa internazionale (norme IEC) attualmente in vigore, nonché le norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro e quant'altro precisato nella presente specifica.

La fornitura dovrà comprendere la mano d'opera, i materiali e mezzi per l'esecuzione delle opere in maniera da consegnare gli impianti tecnologici completi e pronti a funzionare.

Si precisa, inoltre, che l'Appaltatore dovrà mantenere indenne il Committente per tutti i danni derivanti dalla eventuale violazione, da parte dell'Appaltatore stesso, di brevetti, di diritti di invenzione, di marchi di fabbrica ed altri diritti salvaguardati dalla normativa vigente, riguardanti materiali, dispositivi, apparecchiature, macchine, schemi, procedimenti costruttivi, prodotti software, componenti d'opera relativi all'impianto realizzato dall'Appaltatore.

L'ingegneria, la costruzione, il montaggio e la messa in servizio deve essere realizzata in conformità ai requisiti di Assicurazione Qualità previsti dalla norma UNI EN ISO 9001.

A tale proposito l'Appaltatore deve essere in possesso di Sistema Qualità certificato da Ente terzo riconosciuto.

### **2.1 OPERE A COMPLETAMENTO**

Comprende, per tutti gli impianti sopra descritti, i seguenti oneri:

- le opere di scavo, pozzetti, reinterri, chiusini, griglie e canalette di raccolta acque, plinti, manufatti per contatori, ecc.
- le opere di completamento (carpenterie metalliche, verniciature, tinteggiature, finiture in genere) per la perfetta e completa realizzazione degli impianti.

Sono altresì escluse le opere necessarie per lo spostamento dei sottoservizi esistenti (energia, telecomunicazioni, IP, gas metano, ecc..) interferenti.

## **2.2 MATERIALI DI CONSUMO E ACCESSORI DI MONTAGGIO**

La fornitura comprende tutti i materiali di consumo che si renderanno necessari per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature qui di seguito indicati a titolo indicativo e non limitativo: bombole di acetilene, ossigeno, carbone, carburo, elettrodi e materiale d'apporto in genere (castolin, stagno, ecc.), paste deossidanti, gas liquido, benzina, nafta per lampade o altre prestazioni, nastro di teflon, resine, vernici, pick-up, minio, talco, stracci, miscela per bloccaggi raccordi antideflagranti, reggette e spago per legature provvisorie cavi e tubi; ecc.

I materiali di consumo non saranno contabilizzati separatamente poiché la loro incidenza dovrà intendersi compresa nella voce principale cui si riferiscono.

La fornitura comprende tutti i materiali accessori di montaggio che si renderanno necessari per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature.

Qui di seguito sono riportati alcuni tra i più comuni "materiali accessori di montaggio" usati; l'elenco deve essere inteso come indicativo e non limitativo: - supporti; tasselli; staffette; zanche in profilato di ferro; collari di ferro piatto e gaffette di fusione o in profilato; chiodi a sparo; viti; dadi e bulloni; nastro metallico rivestito in PVC; targhette metalliche e/o di plastica d'identificazione; nastro di teflon; nastri di gomma, di neoprene, ecc.; nastri tipo scotch; nastri e tubetti sterlingati; morsetti concentrici; capicorda a compressione; muffole; morsetti rubacorrente; treccia flessibile per la messa a terra delle armature; fascette; staffe; zanche per il fissaggio dei terminali dei cavi.

I materiali accessori di montaggio non saranno contabilizzati separatamente poiché la loro incidenza dovrà intendersi compresa nella voce principale cui si riferiscono.

Per attrezzi la cui dotazione d'uso è compresa nel prezzo della manodopera, s'intendono gli attrezzi portatili e da banco d'uso singolo (per es. martelli; tenaglie; pinze; cacciavite; morse; forge; filiere; banchi di lavoro; pennelli; spruzzatori; saldatrici; secchi; recipienti; attrezzatura personale antinfortunistica, ecc.) esclusi quindi soltanto i mezzi d'opera, i macchinari, il legname ed in genere gli impianti e le installazioni il cui uso è collettivo e generale.

### **2.3 NOTE RELATIVE A MARCHI COMMERCIALI**

Le indicazioni di tipi e marche commerciali indicate nel presente documento e negli altri elaborati di progetto sono da intendersi come **dichiarazione di caratteristiche tecniche** e come tali non sono vincolanti.

Sono state definite tali tipologie al solo scopo di sviluppo dei calcoli di progetto, al fine di garantire il rispetto e la verifica delle prescrizioni tecniche applicabili all'impianto in oggetto.

### **3 OPERE STRUTTURALI - EDILI**

Sono opere sostanzialmente identificabili in:

- Scavi e rinterri
- Basamento in calcestruzzo per posa armadi stradali
- Armadi stradali
- Cavidotti per la posa dei cavi
- Pozzetti rompi tratta e di derivazione
- Plinti di fondazione per la posa dei pali e pozzetti per derivazioni
- Pali di sostegno delle apparecchiature di illuminazione

#### **3.1 SCAVI E RINTERRI**

##### **3.1.1 Scavi**

Lo scavo a trincea stretta è la miglior sistemazione nella quale collocare un cavidotto, in quanto una parte del carico sovrastante si scarica sulle pareti dello scavo. Questo tipo di scavo deve essere impiegato il più possibile, compatibilmente con la natura del terreno.

La larghezza della trincea è determinata dalla profondità di posa e dal diametro del cavidotto, dovendo essere tale da consentire la sistemazione del fondo, il collegamento dei cavidotti con eventuali manicotti di giunzione e naturalmente l'agilità al personale.

In ogni caso la trincea è tanto più efficace quanto minore è la sua larghezza.

Sulla base delle planimetrie e dei tracciati previsti in progetto, forniti dalla D.L., si dovrà procedere ad indagini preliminari ed accertamenti sulla natura del sottosuolo e sull'esistenza dei manufatti, tubazioni e varie appartenenti all'Ente appaltante stesso o ad altri Enti, avendo cura di concordare con la D.L. in modo di procedere. Ben inteso che altri ostacoli, impedimenti ovvero presenza di manufatti, tubazioni, ecc., come sopra che dovessero presentarsi nel corso di esecuzione degli scavi, saranno fatti presenti alla D.L., con la quale si concorderà del pari il modo di procedere.

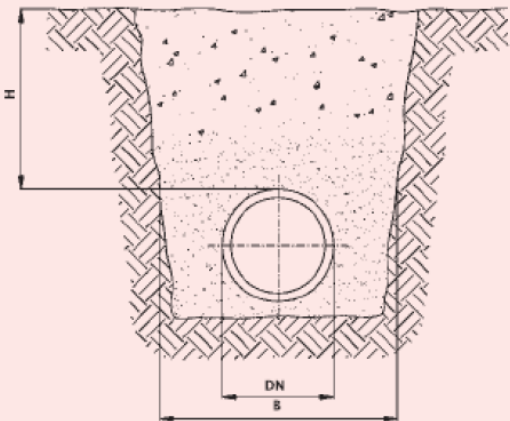


Per quanto riguarda gli scavi relativi a trincea, blocchi di fondazione e pozzetti, il disfaccimento della pavimentazione stradale dovrà essere limitato alla superficie strettamente indispensabile alla esecuzione del lavoro compatibilmente con la stabilità degli scavi.

Considerato che normalmente il tubo ha una dimensione di  $\varnothing 110$  cm lo scavo di trincea, avrà in genere una larghezza di circa 30/35 cm. e la profondità non minore a 70/80 cm. sui marciapiedi, banchine stradali e simili e profondità non minore a 1 metro in particolari casi a giudizio della D.L.

La suddetta trincea dovrà essere eseguita con spalle diritte a piombo e con fondo netto, pulito e perfettamente in piano ed ogni caso bisogna procedere in modo da prevenire o impedire scostamenti o franamenti, ad assicurare la circolazione stradale e l'accesso alle abitazioni ed ai negozi; a garantire l'incolumità delle persone mediante la posa di opportuni ripari, recinzioni, passerelle ed appropriate segnalazioni diurne e notturne; a mantenere in ogni caso la continuità del transito su strade e marciapiedi, provvedendo se necessario a richiedere l'intervento delle opportune Autorità per eventuale temporanea sospensione appartenenti ad Enti diversi.

È implicito che in sede di esecuzione degli scavi si dovrà porre ogni cura perché il materiale di sterro accumulato non arrechi intralci al traffico e all'accesso delle proprietà pubbliche o private, nonché al libero deflusso delle acque comunque scorrenti in superficie, le quali non dovranno in nessun caso riversarsi negli scavi eseguiti.

Indicazioni per tipo di scavo in trincea stretta	B	
	$\leq 3 \text{ DN}$	$< H/2$
	<p><b>DN</b> = diametro nominale del tubo</p> <p><b>B</b> = larghezza della trincea misurata dal livello superiore del tubo</p> <p><b>H</b> = altezza del riempimento misurata dal livello superiore del tubo</p>	

### **3.1.2 Rinterri**

Eseguita la posa delle tubazioni, la costruzione dei blocchi di fondazione e dei pozzetti, si procederà al getto di un primo strato di terra vagliata di spessore idoneo a inglobare la “struttura”, e quindi si completerà il rinterro in genere con i materiali provenienti dagli stessi scavi, ovvero di qualsiasi altra provenienza purché indicati adatti dalla D.L.

A lavoro ultimato tutte le opere non dovranno dare luogo ad avvallamento o cedimenti. Le materie di supero dai rinterri dovranno essere portate prontamente alla discarica fuori dall’ambito del cantiere.

#### **Letto di posa**

Il letto di posa deve essere accuratamente compattato in modo da permettere una uniforme ripartizione dei carichi lungo il cavidotto.

Il fondo della trincea sarà costituito da materiale di riporto, normalmente sabbia o sabbia mista a ghiaia, in modo da costituire un supporto continuo e piano al cavidotto.

#### **Riempimento dello scavo**

Il riempimento della trincea è l’operazione più importante per la posa dei cavidotti.

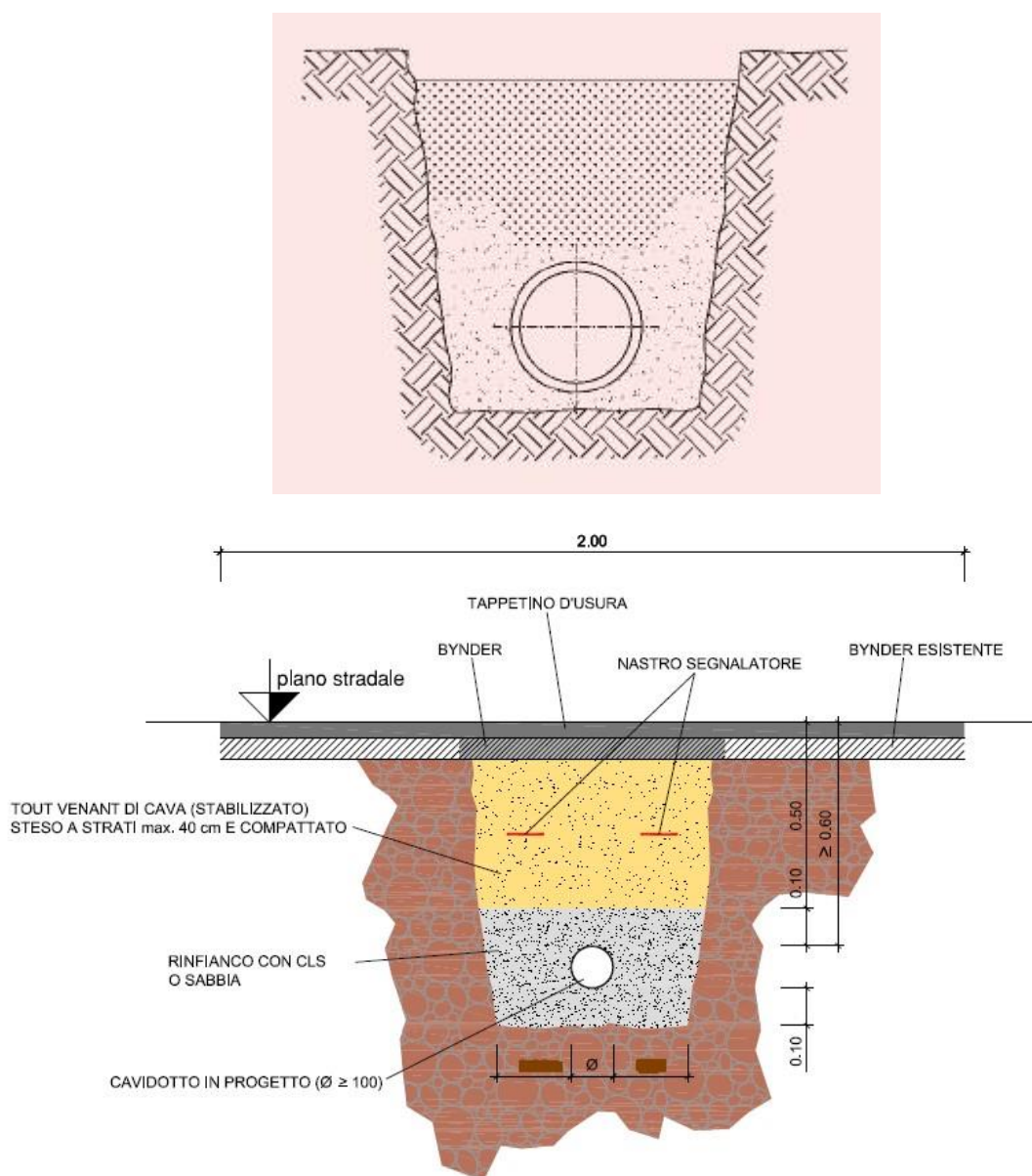
Tale operazione deve essere eseguita correttamente per poter realizzare una perfetta interazione tra cavidotto e il terreno e permettere quindi al cavidotto di reagire alle deformazioni del terreno causate sia dal suo assestamento sia dai carichi che gravano sullo scavo.

Il modo corretto è quello di effettuare un riempimento per strati successivi della trincea:

- Il primo strato consiste nel rinfilare del cavidotto fino a raggiungere la generatrice superiore del tubo, utilizzando lo stesso materiale impiegato per la costituzione del letto di posa. La costituzione viene eseguita solamente sui fianchi del cavidotto.
- Un secondo strato di circa 15/20 cm, realizzato ancora con lo stesso materiale del letto di posa deve essere costipato solo lateralmente al cavidotto, e non sulla verticale dello stesso. In questo modo si evitano inutili sollecitazioni dinamiche al cavidotto.

- Per gli strati successivi di circa 30 cm si utilizza il materiale proveniente dallo scavo, depurato dalle pietre di diametro superiore a 5 cm e dai frammenti vegetali.
- Infine, posa di nastro segnalatore.

La compattazione degli strati deve essere sempre eseguita con la massima attenzione, avendo cura di eliminare i materiali difficilmente comprimibili. Infine, va lasciato uno spazio liberi per l'ultimo strato di asfalto con binder e tappetino d'usura.



### **3.2 BASAMENTO IN CALCESTRUZZO PER LA POSA DI ARMADI STRADALI**

I basamenti devono essere di forma regolare, realizzati in cls dosato a quintali 2,5 di cemento per m<sup>3</sup>, e dovranno avere le dimensioni adeguate allo scopo.

La parte di rialzo del basamento rispetto al piano di calpestio dovrà essere di circa cm 20. Nel basamento dovrà essere annegato il telaio per l'ancoraggio dell'armadio.

L'armadio non potrà essere tassellato sul basamento stesso.

L'accesso all'armadio dovrà sempre essere pavimentato, privo zone avvallate per evitare possibili ristagni d'acqua e di fango.

### **3.3 ARMADI STRADALI**

All'interno degli armadi stradali vengono collocate le apparecchiature elettriche di comando e protezione dell'impianto.

La struttura deve essere in vetroresina, munita di sportello anteriore cieco con serratura con chiave, di tipo Conchiglia o equivalente di altra marca.

L'armadio deve essere fissato su basamento al telaio per l'ancoraggio e deve poter essere utilizzato nelle normali condizioni di servizio per installazioni all'esterno.

Le tubazioni interrate entranti devono essere sigillate mediante schiuma poliuretanica al fine di prevenire la formazione di condensa interna.

Devono possedere un grado di protezione non inferiore a IP44.

La protezione contro i contatti diretti deve essere ottenuta mediante idonee barriere;

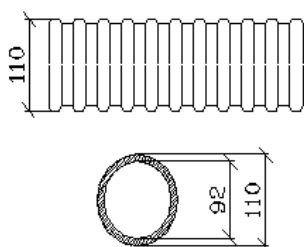
Internamente agli involucri dei quadri deve essere posizionata una busta porta documenti.

### 3.4 CAVIDOTTI PER LA POSA DEI CAVI

#### 3.4.1 Tipo di cavidotto

Sarà in polietilene ad alta densità, corrugato flessibile a doppia parete (liscio all'interno per il perfetto infilaggio dei cavi, corrugato all'esterno per una maggiore resistenza meccanica). Sarà provvisto di marchio IMQ. Il cavidotto avrà notevole resistenza chimica alle sostanze acide e basiche, idrocarburi, detersivi, infiammabili e acqua.

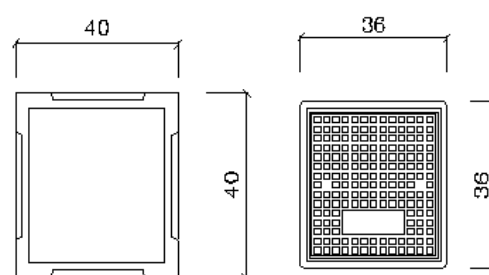
Sarà dotato di cavetto interno (tirafilo) in acciaio zincato.



Particolare cavidotto a base di polietilene ad alta densità, corrugato serie pesante classe N.

norme: CEI 23-46 Classe N / CEI EN 50086-2-4.

Marchatura: Cont. del fabbricante, marchio CE, IMQ o equivalente



POZZETTO: Cemento armato vibrato.

CHIUSINO: Ghisa; Risp. UNI EN 124; Classe B 125.-C 250

#### Caratteristiche di riferimento:

Norme	CEI EN 50086.1 (CEI 23-39)
Materiale	A base di polietilene neutro alta densità
Colore	Rosso
Resistenza schiacciamento	≥ 450 N con deformazione max diametro esterno pari al 5 % (EN 50086-2-4/A1 – CEI 23-46/V1)
Resistenza agli urti	5 kg a -5 °C (altezza variabile da 30 a 60 cm)
Impiego	Protezione cavi elettrici BT
Diametri nominali:	≥ di 110 mm, per la posa delle linee della dorsale di alimentazione; di 80 mm, per la posa della linea di derivazione dai pozzetti ai punti luce.

La scelta delle lunghezze e delle dimensioni dovranno come da progetto in modo da assicurare in ogni caso, un'agevole sfilabilità dei cavi.

Il coefficiente di riempimento dei tubi non dovrà superare lo 0,5.

### **3.5 POZZETTI ROMPITRATTA E DI DERIVAZIONE**

I pozzetti dovranno essere realizzati mediante anello in CLS senza fondo ispezionabili.

I chiusini dovranno essere in ghisa sferoidale, costruito secondo le norme UNI EN 124 classe minima B125, coperchio autocentrante sul telaio, telaio a struttura alveolare, marchiato a rilievo con: norme di riferimento (UNI EN 124), classe minima di resistenza (B125), marchio fabbricante e sigla dell'ente di certificazione.



La scelta della classe di portata, da definire sulla base del sito di posa, a tal proposito si rimanda alle relazioni e gli elaborati grafici.

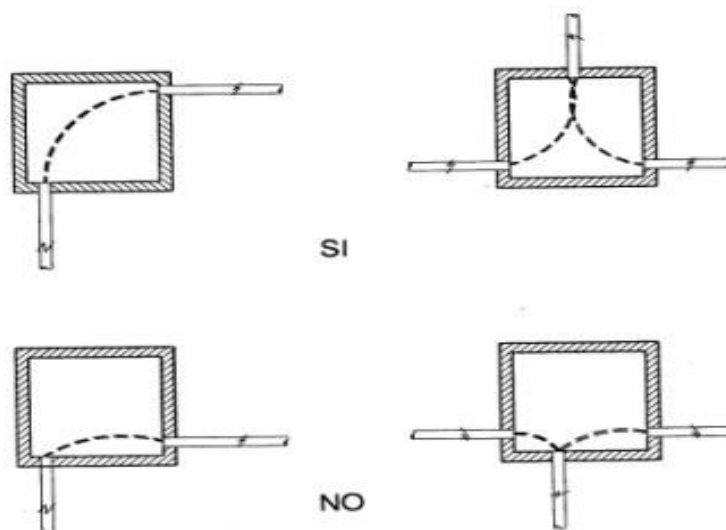
I pozzetti dovranno essere posizionati in corrispondenza di ciascuna derivazione e di ciascun cambio di direzione, ed almeno ogni 30 ÷ 35 m nei tratti rettilinei.

La botola dei pozzetti dovrà comunque essere posta a livello del suolo in modo da risultare scoperta ed accessibile ma da non creare insidie di sorta.

#### **Raggi di curvatura**

Il raggio minimo di curvatura indicato dalla maggior parte dei costruttori di cavi in gomma è di 6D (dove D è il diametro esterno del cavo) per i cavi in gomma G7.

Pertanto, nei cambiamenti di direzione la disposizione delle tubazioni e le dimensioni dei pozzetti occorre tenerne conto.



### 3.6 PLINTI DI FONDAZIONE

È compito dell'appaltatore realizzarli conformemente alle indicazioni del D.L. L'ancoraggio dei pali deve essere realizzato attraverso la posa in idonei plinti di fondazione in c.l.s. del tipo in opera o prefabbricato. Tipo RCK 250 o superiore.

I plinti di fondazione in opera devono essere a figura geometrica regolare.

Per i plinti da realizzare in opera, il pozzetto non deve essere contenuto all'interno del plinto. In caso di oggettivi problemi di spazio la D.L. potrà autorizzare tale lavorazione ma i volumi dovranno essere calcolati tenendo conto di questa particolarità costruttiva.

La dosatura dei calcestruzzi sarà stabilita di volta in volta dalla D.L., per mancanza di prescrizioni particolari dovrà essere la seguente:

- Per ogni mc: ghiaia mc 0,800
- Per ogni mc: sabbia mc 0,400
- Per ogni mc: cemento kg 200 tipo 325
- Per ogni mc: acqua litri 120/150.

In tali blocchi di fondazione, saranno costituiti il foro per l'infissione del palo di dimensioni leggermente superiori al diametro di base del palo stesso (normalmente mm 250 per linee

interrate e 300 mm per linee aeree). Il foro centrale dovrà avere un fondello in cls di spessore di circa 15/20cm.

Il raccordo fra il pozzetto di derivazione esterno al plinto ed il plinto di fondazione stesso, per la posa del cavo di alimentazione dell'apparecchiature di illuminazione, deve essere realizzata con tubo in PVC flessibile tipo pesante del diametro esterno *di 110 mm*; la canalizzazione deve avere leggera pendenza verso il pozzetto.

Il bloccaggio dei sostegni nel plinto di fondazione, ad avvenuta "piombatura" dei sostegni stessi, deve essere realizzato con sabbia di cava, opportunamente bagnata e costipata durante la fase di posa. Il riempimento in sabbia deve terminare ad una quota non inferiore a 10 cm dal livello superiore del plinto di fondazione. Il completamento dell'opera di bloccaggio del sostegno deve essere realizzato con un collare di calcestruzzo.

### **3.7 PALI DI SOSTEGNO**

#### **3.7.1 Caratteristiche meccaniche dei pali di illuminazione**

Per la determinazione delle caratteristiche meccaniche dei pali di illuminazione (materiale, dimensioni, protezione dalla corrosione, ipotesi di carico, progetto e la sua verifica), si deve fare riferimento alla serie di norme UNI EN 40.

#### **3.7.2 Forma**

I pali dovranno essere conici o rastremati, in acciaio zincato trafilato, salvo che particolari condizioni rendessero necessario, a discrezione dalla D.L. l'utilizzo di pali diversi. Eventuali sbracci devono essere possibilmente sfilabili.

#### **3.7.3 Lavorazioni richieste**

Tutte le lavorazioni sui sostegni dovranno essere effettuate e certificate dal costruttore. Non potranno essere effettuate manomissioni da parte dell'installatore.

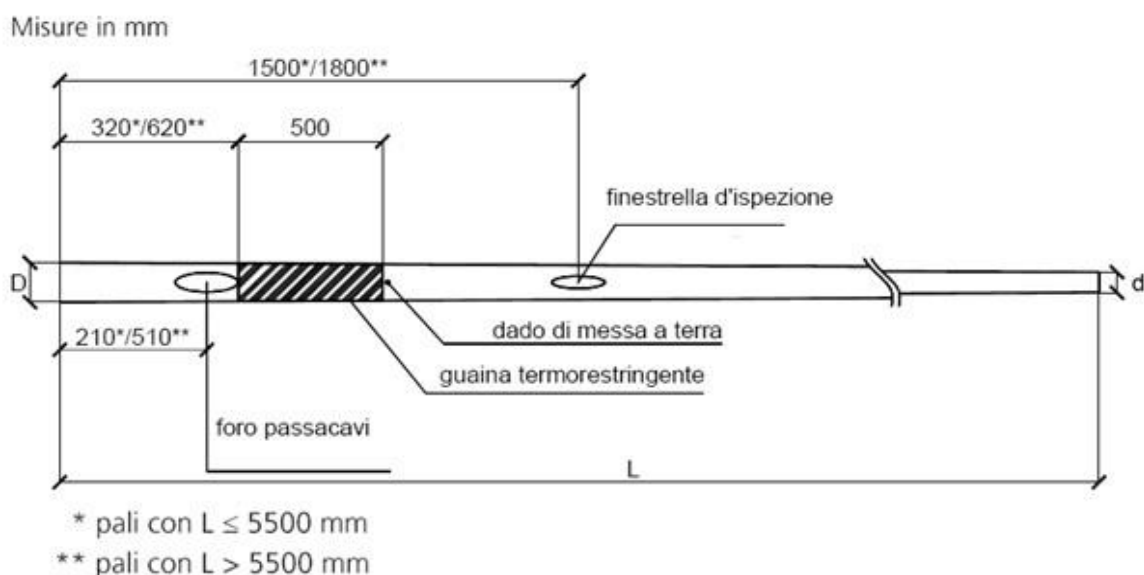
Le lavorazioni richieste sono:

- a) foro passacavi **dimensioni 80 x 220 mm** (tubo di collegamento con pozzetto mm 80)
- b) finestrella per morsettiera di derivazione con **dimensioni 46 x 186 mm**



- c) portella a filo palo, completa di chiusura antivandalo, sistema reset Conchiglia
- d) lavorazioni testa palo (dimensioni come da progetto illuminotecnico)
- e) eventuale attacco fissaggio sbraccio
- f) protezione del tratto di incastro con guaina termo-restringente
- g) supporto di messa a terra saldato a palo
- h) codice univoco identificativo del costruttore del palo.

#### Pali conici ricavati da lamiera in acciaio e zincati a caldo



#### 3.7.4 Altezza

I pali di norma dovranno essere di altezza standard come definito nel progetto.

A tal proposito si rimanda alla relazione tecnica specialistica, le tavole progettuali ed il computo metrico allegati che meglio illustrano la consistenza degli interventi.

### 3.7.5 Particolarità costruttive

I pali devono essere con marcatura CE in acciaio del tipo FE42 UNI EN 10025, zincati a caldo per immersione in bagno di zinco fuso secondo norme UNI EN 40/4 -4.1 o CEI 7.6 fascicolo 239 ed UNI EN ISO 1461 ed ottenuti solamente con uno dei seguenti processi:

- a) laminati a caldo e ricavati da tubo (ERW) a sezione circolare;
- b) trafilati a caldo e ricavati da tubo (ERW) a sezione circolare.

I pali devono essere protetti alla base dalla corrosione con l'applicazione di una fasciatura con guaina in polietilene termo-restringente della lunghezza di 500 mm applicata nella mezzeria dell'incastro nella fondazione. In corrispondenza della zona d'incastro del palo nel plinto di fondazione dovrà essere realizzato un cordolo in CLS di tipo "a raso".

Lo spessore minimo dei sostegni troncoconici e cilindrici dovrà essere:

- 3 mm per pali fino 5,5 m fuori terra;
- 4 mm per pali da 6,0 m fuori terra ed oltre.

Solo in caso di estensione di impianti esistenti, e comunque previa autorizzazione della DL, la tipologia dei pali potrà essere differente. In caso di pali di sostegno di tipo rastremato, per altezze fuori terra uguali o superiori a 6,0 m, lo spessore minimo di tutte le sezioni componenti il palo dovrà essere pari a 4 mm.

### 3.8 POSA DEI PALI

L'orientamento del palo dovrà essere realizzato in modo tale che sia sempre garantito il più agevole accesso all'asola porta morsettiera.

I pali dovranno essere posizionati all'interno del plinto in modo che la parte interrata sia quella richiesta dal costruttore, e che la protezione a base palo si venga a trovare nella zona d'incastro. I pali dovranno essere infine bloccati all'interno della loro sede mediante l'uso di sola sabbia costipata, al fine di garantirne l'eventuale successiva sfilabilità. Non sarà ammesso l'impiego di materiali diversi dalla sola sabbia.

La fascia protettiva all'incastro dovrà essere del tipo plastico termo restringente e dovrà essere applicata dal costruttore dei sostegni: uscire dalla fabbrica già applicata (non saranno accettati sostegni con fasce di protezione applicate in sito).

Potranno essere infissi senza la fascia protettiva all'incastro solo nel caso che vengano posati su marciapiede od aree in cemento dove sia garantita il drenaggio dell'acque e previa l'autorizzazione della D.L del committente.

### **3.9 IDENTIFICAZIONE DEI PALI**

Ogni palo deve essere numerato attraverso l'applicazione di una targhetta identificativa realizzata con numeri adesivi su fondo bianco e scritta in rosso (h= 7cm; L= 5cm) posta ad un'altezza di circa 3 metri dal suolo.

Detta numerazione deve essere univoca all'interno del territorio comunale.

L'esatta indicazione dei numeri da utilizzare dovrà in ogni caso essere concordata con l'Ufficio tecnico comunale ed è indicata sulle planimetrie di progetto.

### **3.10 ZINCATURA E VERNICIATURA**

Sia la zincatura (che dovrà essere eseguita secondo le norme UNI EN ISO) che la verniciatura dei nuovi pali dovrà essere realizzata e certificata direttamente dalla casa costruttrice.

### **3.11 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI**

Per la demolizione degli impianti esistenti, dovranno essere adottati tutti gli opportuni accorgimenti ed i mezzi indispensabili, in modo che i materiali non subiscano ulteriore deterioramento.

In particolare, le demolizioni di muratura, calcestruzzi, ecc. sia parzialmente che complete, devono essere eseguite con ordine e necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti ai lavori e da evitare incomodo disturbo.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Appaltatore essere trasportati fuori dal cantiere nei punti indicati dalla D.L. ed il rifiuto alle pubbliche discariche.

## **4 POSIZIONAMENTO DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO**

### **4.1 POSIZIONAMENTO DEI CAVIDOTTI PER CONDUTTURE ELETTRICHE**

#### **4.1.1 Vicinanza ad altri sottoservizi**

I cavidotti utilizzati per la posa di condutture elettriche non devono essere posati in prossimità di sottoservizi che producono calore, fumi o vapori che potrebbero essere dannosi per le condutture stesse, a meno che non siano protette da tali effetti dannosi.

Devono essere disposti in modo che qualsiasi operazione che si preveda debba venire effettuata su una conduttura non rischi di causare danni alle altre.

Questo si può ottenere mediante un adeguato distanziamento tra le condutture oppure con l'uso di schermature meccaniche.

Nella posa dei tubi è necessario osservare le **distanze minime** indicate dalla legislazione vigente rispetto alle tubazioni o condotti di altri sottoservizi quali ad esempio acquedotti, tubazioni gas, telecomunicazioni, cisterne, depositi carburanti, linee MT, strade, ferrovie ecc.

Di seguito vengono fornite indicazioni di massima da ritenersi non esaustive per tutti i casi, che dovranno trovare precise indicazioni da parte della D.L..

#### **4.1.2 Distanze minime**

***Da linee elettriche in cavo di MT:*** I cavidotti devono distare almeno 0.3 m

***Da fognatura:*** I cavidotti devono distare almeno 0.3 m

***Da cavidotti telefonici:*** Se i cavi per l'energia elettrica e di telecomunicazione sono posati entro tubazioni/condotti, non sono richieste particolari distanze di rispetto e protezione.

Di regola i cavi di energia vengono disposti al di sotto dei cavi di telecomunicazione.

***Tubazioni metalliche diverse dai gasdotti (rete acquedotto)***

***Nei parallelismi***, la distanza in pianta tra tubazioni metalliche diverse dal gas e i cavidotti per deve esser almeno di 0.3 metri.

***Anche per gli incroci*** la distanza deve esser almeno di 0.3 metri.

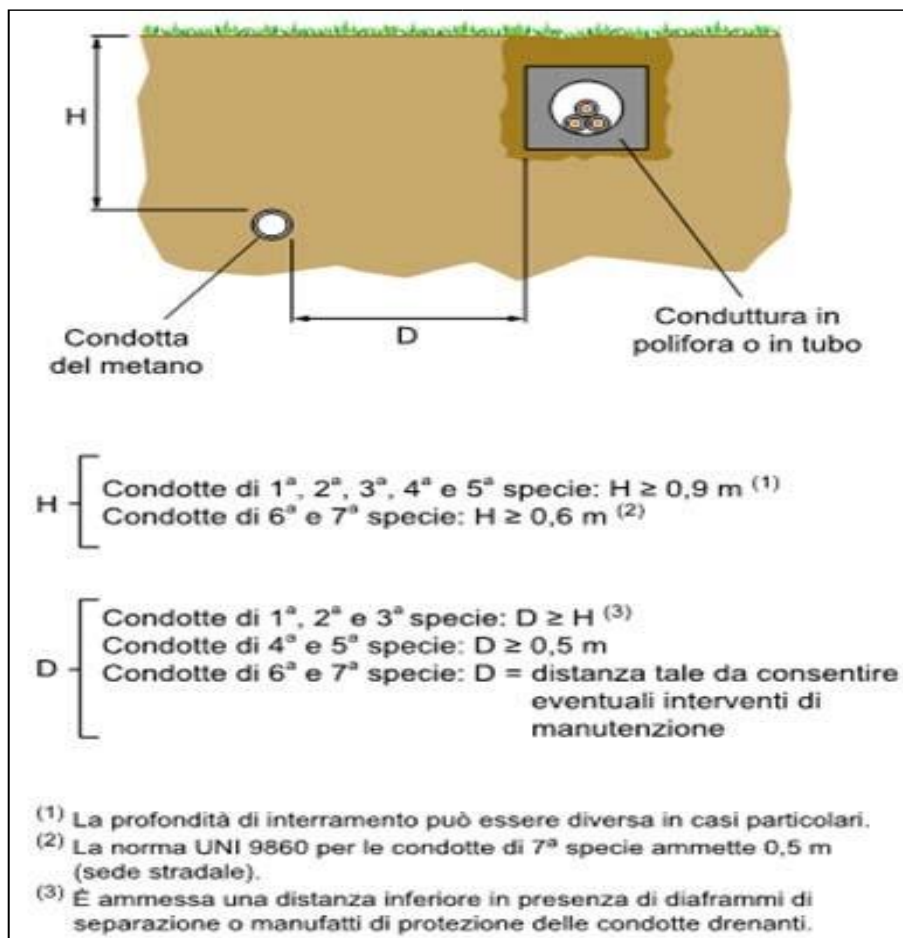
Qualora tale distanza non possa essere rispettata, può essere ridotta se nell'incrocio viene interposto un elemento separatore non metallico, ad esempio una lastra di calcestruzzo.

***Tubazioni rete gas:***

La specie di una condotta del metano non è riconoscibile a vista, occorre pertanto chiedere informazioni alla società di distribuzione che gestisce l'impianto.

In genere, nei centri abitati le condotte del metano sono a pressione inferiore a 5 bar e possono quindi essere di 4<sup>a</sup> 5<sup>a</sup> 6<sup>a</sup> 7<sup>a</sup> specie.

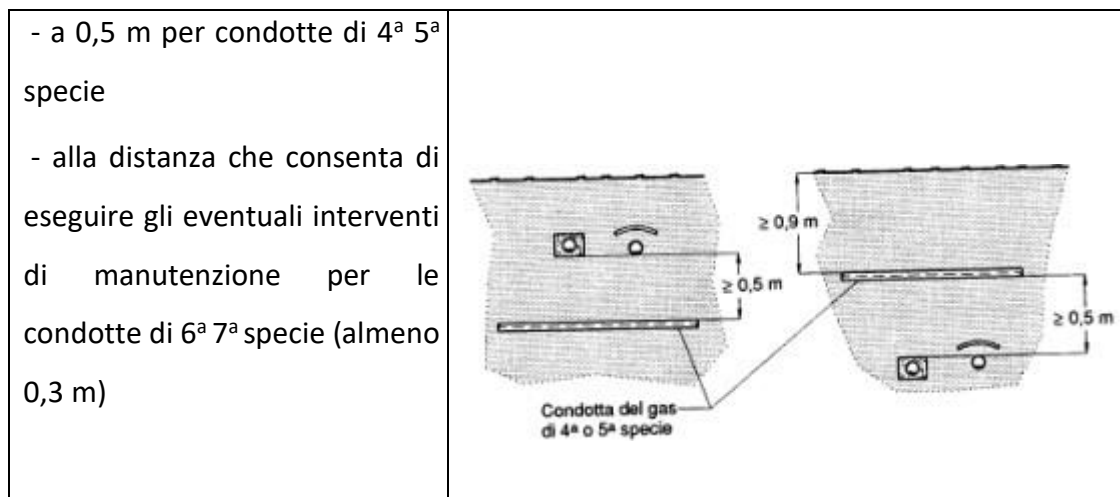
Pertanto, le ***indicazioni di seguito riportate fanno riferimento a tubazioni a pressione inferiore a 5 bar***, sono da considerare non esaustive, in quanto è necessario seguire le disposizioni che di volta in volta vengono fornite dalla D.L.



Distanza di sicurezza nei **parallelismi** tra cavidotti e condotte del metano

### Distanza di sicurezza negli **incroci** tra cavidotti e condotte del metano

La distanza di sicurezza negli incroci tra linee elettriche in cunicoli, polifore e tubazioni del metano di 4<sup>a</sup> 5<sup>a</sup> 6<sup>a</sup> 7<sup>a</sup> specie non deve essere inferiore:



Nel caso non sia possibile rispettare le distanze di sicurezza previste negli incroci, è necessario che la condotta del metano sia collocata entro un tubo di protezione

## **4.2 POSIZIONAMENTO DEI SOSTEGNI E CENTRI LUMINOSI**

### **Barriere di sicurezza e distanziamenti dei pali di illuminazione dai limiti della carreggiata e della sede stradale**

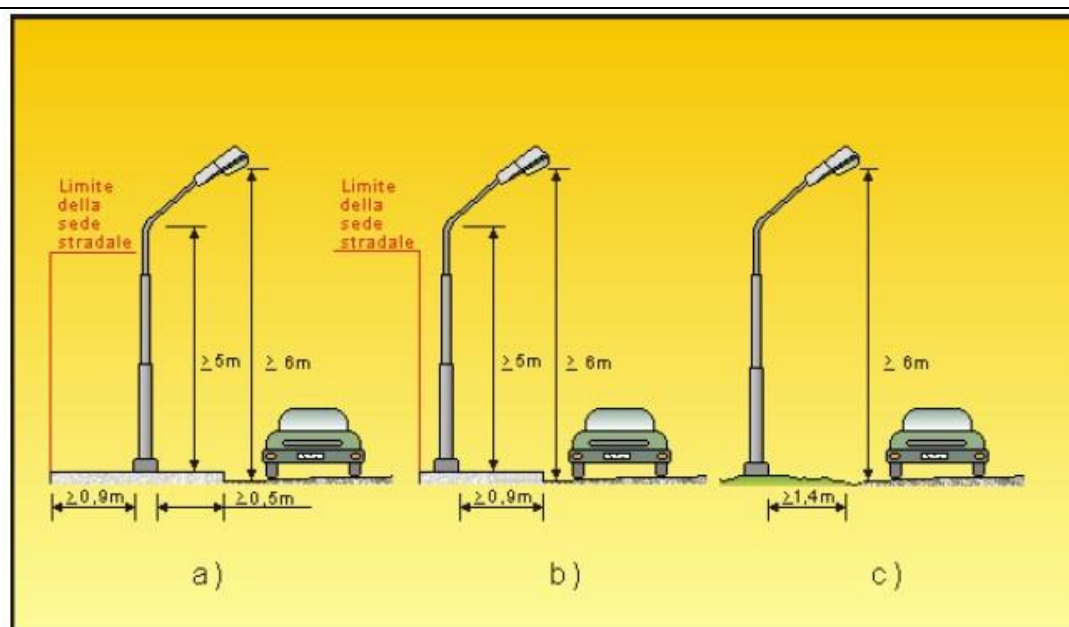
I pali di illuminazione devono essere protetti con barriere di sicurezza o distanziati.

Opportunamente dai limiti della carreggiata in modo da garantire accettabili condizioni di sicurezza stradale. L'uso di opportune barriere di sicurezza o di stanziamenti sono stabiliti da appositi decreti ministeriali DM 3 giugno 1998; DM 18 febbraio 1992 n. 223; DM 15 ottobre 1996, DM 21 giugno 2004. Il progetto farà riferimento, se necessario, alle modalità di posa e caratteristiche delle protezioni da installare. Per quanto riguarda l'altezza minima dal piano della carreggiata degli apparecchi di illuminazione nonché la sporgenza dei sostegni rispetto alla stessa carreggiata si valgono le disposizioni del Codice della strada.

Al fine di consentire il passaggio di persone su sedia a ruote, i sostegni devono essere posizionati in modo che il percorso pedonale abbia larghezza di almeno 90 cm secondo quanto specificato nel DM 14 giugno 1989 n. 236, art. 8.2.1.

***Nella posa dei sostegni, è necessario quindi osservare le distanze minime dalla carreggiata:***

***a-*** strada urbana con marciapiede ***b-*** strada urbana con marciapiede di larghezza limitata ***c-*** strada extraurbana o urbana senza marciapiede



### **Distanziamenti dei sostegni e degli apparecchi di illuminazione dai conduttori delle linee elettriche aeree esterne**

Le distanze minime dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dai conduttori di linee elettriche aeree (conduttori supposti sia con catenaria verticale sia con catenaria inclinata di 30° sulla verticale, nelle condizioni indicate nella Norma CEI 11-4 in 2.2.4 - ipotesi 3) non devono essere inferiori a:



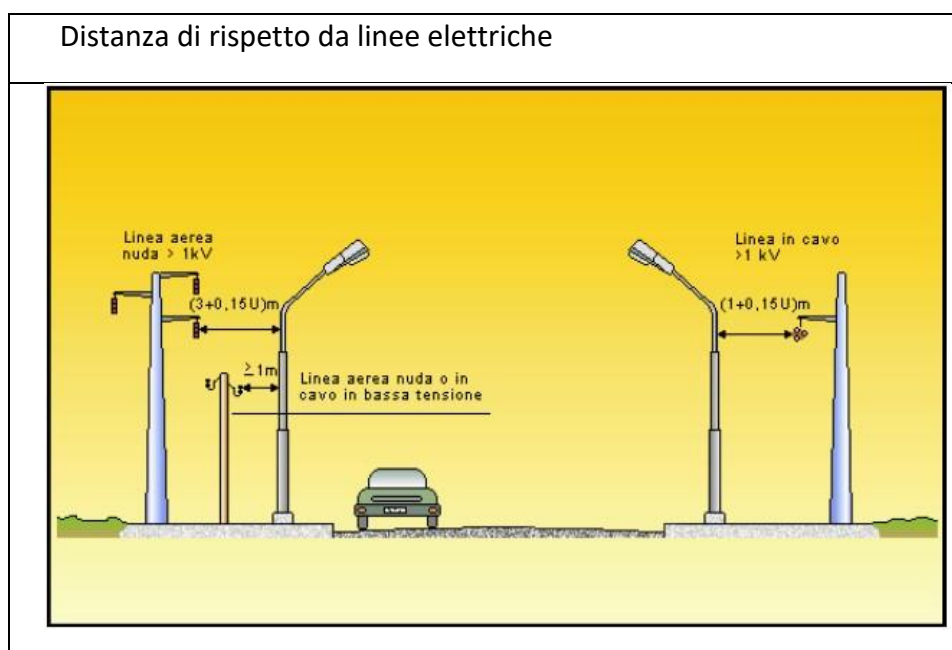
- 1 m dai conduttori di linee di classe 0 e I

Il distanziamento minimo sopra indicato può essere ridotto a 0,5 m quando si tratti di linee con conduttori in cavo aereo ed in ogni caso nell'abitato.

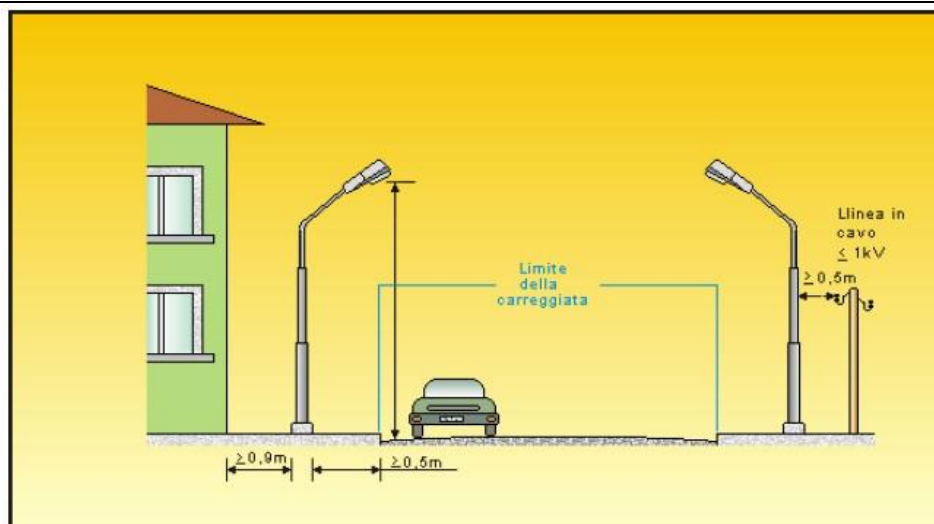
- $(3 + 0,015 U)$  m dai conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea aerea espressa in kV.

Il distanziamento può essere ridotto a  $(1 + 0,015 U)$  m per le linee in cavo aereo.

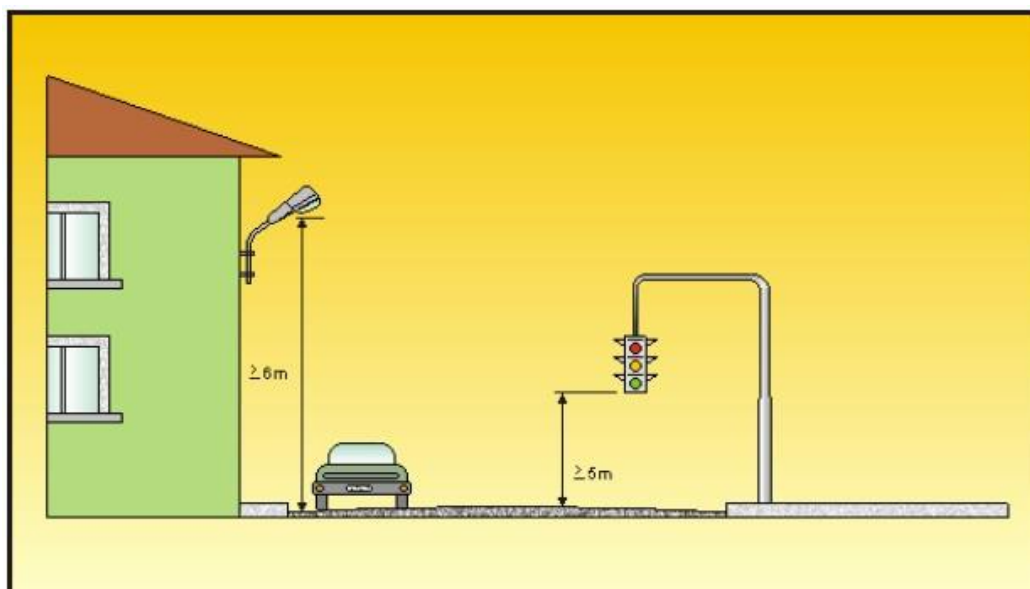
I distanziamenti sopra indicati si riferiscono unicamente al corretto funzionamento degli impianti elettrici; distanziamenti maggiori sono di regola necessari per tenere conto anche delle esigenze di sicurezza degli operatori che intervengono sugli impianti di illuminazione pubblica.



Se la linea aerea è in cavo BT è installata in un centro abitato la distanza minima può essere ridotta a 0,5 m



Quando la larghezza del marciapiede non consente l'installazione 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.



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

## **5 OPERE ELETTRICHE**

**Sono opere sostanzialmente identificabili in:**

- Quadri elettrici di comando;
- Linee di alimentazione e collegamento;

**Generalità: L'impianto dovrà essere realizzato mediante componenti elettrici di classe II**

**Non deve essere previsto alcun conduttore di protezione e le parti conduttrici, separate dalle parti attive con isolamento doppio o rinforzato, non devono essere collegate.**

### **5.1 QUADRI ELETTRICI DI COMANDO**

#### **Generalità**

I quadri elettrici devono essere progettati, costruiti e verificati in conformità alla norma EN 61439-1 ossia alla norma CEI 17-113/1.

Gli involucri dei quadri dovranno essere marcati internamente in modo chiaro ed indelebile su apposita targhetta identificativa l'anno di fabbricazione, la denominazione del modello, il nome o marchio del costruttore, il numero di serie, marcatura CE, il grado di protezione IP ed il segno grafico del doppio isolamento.

I quadri dovranno avere capienza tale da garantire una ampliabilità minima del 30% dei dispositivi modulari installabili, e comunque di almeno di 36 moduli DIN per un eventuale sistema di telecontrollo.

Internamente agli involucri dei quadri deve essere posizionata una busta porta documenti contenente:

- Dichiarazione di conformità;
- Rapporto di Prova;
- Schema elettrico unifilare e funzionale completo di siglatura conduttori e morsetti;

- Caratteristiche tecniche componenti;
- Manuali di uso e manutenzione delle apparecchiature installate;
- Targa di avviso munita di catenella, riportante la scritta “lavori in corso – non effettuare manovre”.

### **Apparecchiature di protezione**

I componenti contenuti nel quadro dovranno essere conformi alle caratteristiche previste nello schema elettrico di progetto.

### **Trasmittitore di illuminamento per accensione/spegnimento**

Tutti i quadri dovranno essere dotati di dispositivo sensore in grado di convertire la grandezza fotometrica illuminamento (lux) in un segnale di tensione 0-5 V conforme EN61000-4-2/4/5/11 - EN 611010-1 – IEC1000-4-3

- Dovrà essere installato in idonea posizione.
- Con lunghezza massima del cavo 50m
- Angolo di apertura > 20°
- Sensibilità 5-500mV/lux - Range 0,2 – 20Klux
- Grado di protezione minimo IP65
- Classe di isolamento II

## **5.2 LINEE ELETTRICHE**

### **Tipo di posa**

La posa delle linee deve essere conforme alle norme CEI 11-17 e 64-8.

Le sezioni indicate in progetto, anche se esuberanti rispetto ai limiti previsti, per esempio, per la c.d.t. massima, sono da ritenersi comunque tassative in quanto sono chiamate a soddisfare i requisiti di espandibilità ed interconnettibilità che gli impianti di Illuminazione pubblica potranno avere in futuro.

### **Dorsali per impianti in linea interrata**

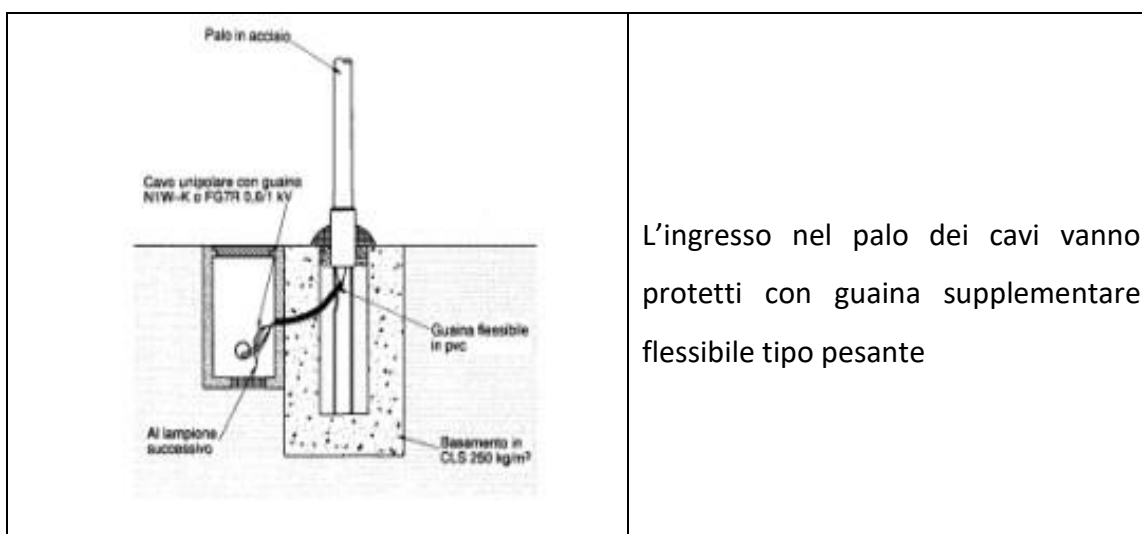
Devono essere realizzate con cavi multipolari conformi alla norma CEI 20-13 aventi anima del conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto; isolante in HEPR ad alto modulo, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (norme CEI 20-11 e CEI 2034); guaina in PVC speciale di qualità Rz, colore grigio; come il cavo FG16OM16 0,6/1 kV.

### **Linee di derivazione**

Devono essere realizzate con cavi multipolari conformi alla norma CEI 20-13 aventi anima del conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto; isolante in HEPR ad alto modulo, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (norme CEI 20-11 e CEI 2034); guaina in PVC speciale di qualità Rz, colore grigio; come il cavo FG16OM16 0,6/1 kV.

È posto come vincolo l'utilizzo di sezioni minime pari a 2,5 mm<sup>2</sup>.

Nel caso di punti luce doppi o tripli su di uno stesso palo, le linee di alimentazione di derivazione dalla morsettiera dovranno essere singolarmente dedicate per ciascuna lampada.



### Collegamento delle fasi ai punti luce

Il collegamento delle apparecchiature alle linee di distribuzione dovrà essere tale da consentire il massimo grado di equilibrio tra le tre fasi delle linee principali.

A tal fine è necessario alternare per i rami in derivazione dalle linee principali l'uso delle tre fasi affinché il risultato finale di tale operazione dovrebbe comportare un numero circa uguale di lampade collegate a ciascuna delle tre fasi.

I collegamenti alle apparecchiature dovranno essere effettuati in modo da garantire il doppio isolamento.

## 5.3 DERIVAZIONI

### Premessa

Per cavi con dorsali interrate **con sezione fino a 6 mm<sup>2</sup>** le derivazioni devono essere effettuate nelle apposite morsettiere dei pali. Particolare attenzione dovrà essere posta nella posa del palo affinché non vengano danneggiati i cavi di derivazione.

Per cavi con dorsali interrate **di sezione oltre i 6 mm<sup>2</sup>** o per casi particolari le derivazioni possono essere effettuate nei pozzetti con appositi giunti a gel.

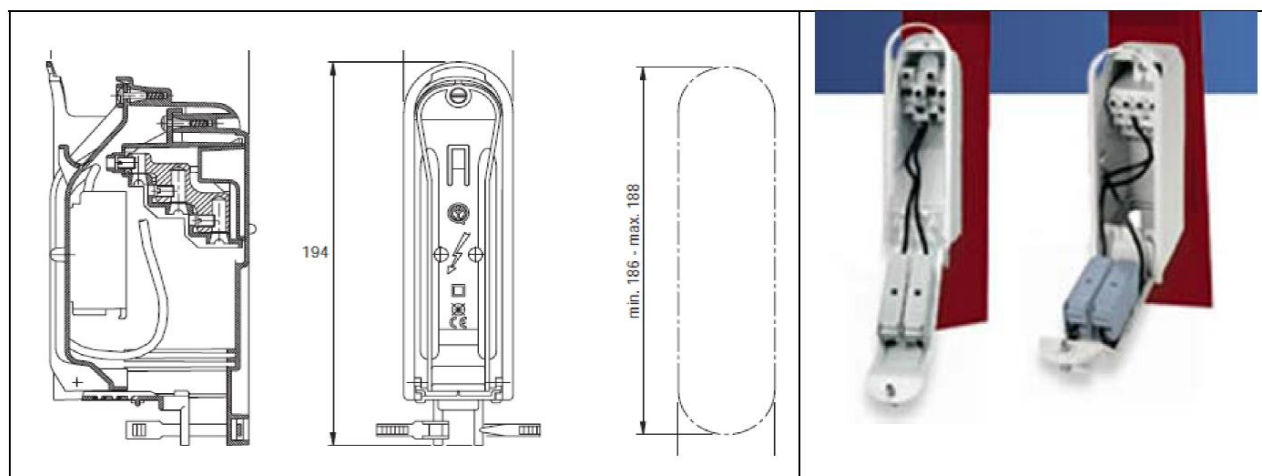
**I cavi in entra/esci che vanno dal pozzetto alla morsettiera nel palo devono essere protetti con una guaina supplementare in PVC flessibile tipo pesante del diametro di circa 50 mm.**

La derivazione dalla dorsale principale è effettuata:

**1)** Nei pali: utilizzando apposite morsettiere da incasso palo in doppio isolamento bipolare e/o quadripolare (tipo Conchiglia e/o Reset Conchiglia). Per nuovi impianti è obbligatorio il tipo reset conchiglia.

#### **Caratteristiche morsettiera:**

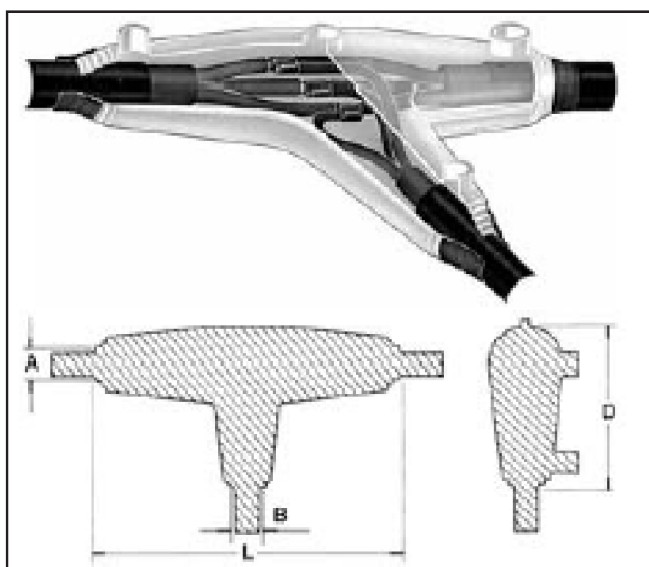
- In resina poliammidica autoestinguente Certificazione IMQ
- Contenitore in classe II secondo CEI 64-8/4.
- Grado di protezione sul perimetro coperchio IP43, in zona ingresso cavi IP23B (secondo CEI EN 60529), Certificazione IMQ
- Sezionatore per portafusibili a cartuccia e pinze di aggancio fusibile in Ot 58 (UNI 5705)
- Morsetti stampati a caldo in ottone (UNI 5705). Viti serraggio conduttori in acciaio inox AISI 304 (taglio cacciavite)
- Incasso su pali conici diametro minimo 138 mm con feritoia 46x186 mm a testate semitonde.





	<p><b>Installazione</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Su palo conico <math>\varnothing</math> min. 138*, max 188 mm con feritoia min. 45x186, max 47x188 mm a testate semitonde raggio min. 22,5 e max 23,5 mm.</li> <li>• Su palo rastremato <math>\varnothing</math> min. 127, max 168 mm con feritoia min. 45x186, max 47x188 mm a testate semitonde raggio min. 22,5 e max 23,5 mm.</li> </ul>
---	---

2) Dentro pozzetto con l'utilizzo di giunti in gel che consentano un grado di protezione IP 68 resistenti all'acqua e classe isolamento II.



## Involucro

L'involucro, con funzione di contenimento della resina che racchiude i connettori di derivazione, deve essere formato da due semi gusci di materiale plastico resistente; agli agenti chimici presenti nel terreno, alla temperatura di consolidamento della resina ed ai suoi componenti chimici, agli urti. Sia le entrate che le uscite cavi devono essere realizzate con profilo conico composto di diaframmi a mezza luna settoriabili al fine di adattarsi ai vari diametri dei cavi. Ad involucro chiuso non deve essere consentita la fuoriuscita di resina.

L'involucro deve essere predisposto con dei vincoli per i connettori al fine di: evitare il loro errato movimento durante le fasi di riempimento, garantire lo spessore di isolamento, permettere il completo riempimento della giunzione in modo omogeneo.

## **Resina**

La resina termoindurente deve garantire adeguate caratteristiche dielettriche e deve essere in quantità sufficiente al completo riempimento dell'involucro privo di cavi e connettori.

Le due resine devono essere contenute in busta unica divisa con setti separatori, il tutto racchiuso in confezione sigillata.

## **Connettori**

Connettori di tipo C a compressione in lega di rame nichelati.

Le istruzioni di montaggio dovranno contenere le indicazioni relative al numero di compressioni minime da eseguire, almeno tre, ed il tipo di attrezzatura da impiegare per le compressioni. I connettori dovranno essere privi di spigoli vivi e bave di lavorazione.

## **Confezione**

Al suo interno, la confezione deve contenere informazioni relative a:

- Modalità operative da rispettare per una corretta preparazione della giunzione
- Avvertenze sulla potenziale tossicità del prodotto, sulle modalità e sui mezzi di protezione individuali da utilizzare nella manipolazione della miscela.
- Tegoli monitori, da riporre nei pozzetti
- Fascette tipo "Legrand" da apporre come da istruzioni di montaggio.

## **Norme di riferimento**

- NORME CEI 20 - 23, 64 - 8,
- NORME ANSI C119

## **Collaudo**

- NORME CEI 20 - 33

## **Marcature**

All'esterno di ciascuna confezione devono essere riportati con caratteri chiaramente leggibili le seguenti indicazioni:

- Nome del Costruttore

- Tipo di giunzione
- Tipo e sezione dei cavi a cui è destinato il giunto
- Anno di fabbricazione
- Data di scadenza del materiale (resina bicomponente)
- Raccomandazioni sullo stoccaggio (temperatura massima e minima raccomandate)

#### **5.4 IMPIANTO DI TERRA**

L'impianto di terra, se previsto, deve soddisfare le prescrizioni di sicurezza previste dalla legislazione vigente e dalle Norme CEI.

La scelta e l'installazione dei componenti dell'impianto di terra deve essere tale che:

- Il valore della resistenza di terra sia in accordo con le esigenze di protezione e funzionamento dell'impianto elettrico;
- L'efficienza dell'impianto di terra si mantenga nel tempo;
- Le correnti di terra e dispersioni a terra possano essere sopportate senza danni, in particolare dal punto di vista delle sollecitazioni di natura termica, termomeccanica ed elettromeccanica;
- I materiali abbiano una adeguata solidità o adeguata protezione meccanica, tenuto conto delle influenze esterne;
- Devono inoltre essere prese precauzioni per ridurre i danni che, per effetto elettrolitico, l'impianto di terra possa arrecare ad altre parti metalliche prossime al dispersore.

#### **5.5 GRADI DI PROTEZIONE**

La norma CEI EN 60529 fornisce un sistema di classificazione dei gradi di protezione degli involucri delle apparecchiature elettriche (custodie, armadi, ecc..)

La protezione è intesa contro:

- L'accesso di parti del corpo alle parti pericolose interne all'involucro;
- La penetrazione nell'involucro di corpi solidi estranei;

- Gli effetti dannosi provocati dalla penetrazione di acqua nell'involucro.

Il grado di protezione è espresso tramite un codice composto dall'acronimo IP seguito da 2 cifre caratteristiche (ed eventualmente da una lettera addizionale ed una supplementare).

Grado di protezione minimo dei principali componenti utilizzati:

Quadri elettrici di comando	IP55
Morsettiere da incasso del palo	IP43
Apparecchi illuminanti	IP65
Quadri elettrici per regolatore di flusso	IP55
Scatole di derivazione	IP65

## **5.6 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI**

Tutte le parti attive dei componenti elettrici devono essere protette mediante isolamento o mediante barriere o involucri per impedire i contatti indiretti. Se uno sportello, pur apribile con chiave o attrezzo, è posto a meno di 2,5 m dal suolo e dà accesso a parti attive, queste devono essere inaccessibili al dito di prova (IPXXB) o devono essere protette da un ulteriore schermo con uguale grado di protezione, a meno che lo sportello non si trovi in un locale accessibile solo alle persone autorizzate. Le lampade degli apparecchi di illuminazione non devono diventare accessibili se non dopo aver rimosso un involucro o una barriera per mezzo di un attrezzo, a meno che l'apparecchio non si trovi ad una altezza superiore a 2,8 m.

## **5.7 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI**

Nel caso di impianti di illuminazione esterna installati su sostegni che sorreggono anche linee elettriche adibite ad altri servizi, le prescrizioni contro i contatti indiretti indicati negli articoli della presente Sezione, si applicano solo all'impianto di illuminazione esterna e non alle linee elettriche aeree, per le quali valgono le prescrizioni della Norma CEI 11-4.

Non è richiesta la messa a terra di parti metalliche poste ad una distanza inferiore ad 1 m dai conduttori nudi di linee elettriche aeree di alimentazione purché:

- Tali parti metalliche siano isolate dalle restanti parti dell'impianto (funi di sospensione, pali, ecc.);
- Tali parti metalliche vengano considerate in tensione e trattate alla stregua dei conduttori nudi di alimentazione per quanto concerne i distanziamenti di sicurezza che devono essere osservati dagli operatori in occasione di interventi sugli impianti.

## **5.8 RESISTENZA D'ISOLAMENTO**

- a)** Con apparecchi di illuminazione disinseriti, ogni circuito di illuminazione alimentato a tensione fino a 1000 V, all'atto della verifica iniziale, deve presentare una resistenza di isolamento verso terra non inferiore ai valori presenti nella Tabella 61A della Norma CEI 64-8.
- b)** Con apparecchi di illuminazione inseriti, ogni circuito di illuminazione, all'atto della verifica iniziale, deve presentare una resistenza di isolamento verso terra non inferiore a: b1) per gli impianti di categoria 0: 0,25 M  $\Omega$  b2) per gli impianti di categoria I:

$$[2 / (L+N)] \text{ M}\Omega$$

Dove:

L = lunghezza complessiva delle linee di alimentazione in chilometri (si assume il valore 1 per lunghezze inferiori a 1 km);

N = numero degli apparecchi di illuminazione presenti nel sistema elettrico.

Questa misura deve essere effettuata tra il complesso dei conduttori metallicamente connessi e la terra, con l'impianto predisposto per il funzionamento ordinario, e quindi con tutti gli apparecchi di illuminazione inseriti. La tensione di prova deve essere applicata per circa 60 s.

## **5.9 CADUTA DI TENSIONE NEL CIRCUITO DEGLI IMPIANTI DI DERIVAZIONE**

Si considera una caduta di tensione massima al 4% della tensione nominale dell'impianto.

## **6 ACCERTAMENTI – PROVE E VERIFICHE DI COLLAUDO – DOCUMENTAZIONE DA PRESENTARE A FINE LAVORI**

### **6.1 ACCERTAMENTI**

Durante l'esecuzione delle opere, a cura della D.L., si accerterà che la fornitura dei materiali e delle apparecchiature costituenti gli impianti siano corrispondenti per quantità e qualità al progetto e che i lavori vengano eseguiti a regola d'arte.

### **6.2 VERIFICHE E PROVE DI COLLAUDO**

Durante la realizzazione dell'impianto e/o alla fine dello stesso, prima di essere messo in servizio, l'impianto elettrico dovrà essere ***esaminato a vista e provato*** per verificare, per quanto praticamente possibile, che le prescrizioni della Norma CEI 64-8/6 siano state rispettate. In sintesi:

- a) Verifica intesa ad accertare che la fornitura dei materiali e delle apparecchiature costituenti gli impianti siano corrispondenti alla progettazione.
- b) Verifiche e prove intese ad accertare:
  - Lo stato di isolamento dei circuiti;
  - La continuità elettrica dei circuiti;
  - Il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
  - L'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni di massimo carico previsto;
  - L'efficienza delle connessioni di terra (se presenti).
- c) Prove di funzionamento di tutte le apparecchiature installate intese ad accertare che non ve ne siano alcune non funzionanti o funzionanti in modo anomalo.

La verifica deve essere effettuata da persona esperta, competente in lavori di verifica. Le modalità delle prove e delle verifiche preliminari saranno stabilite dal Direttore dei Lavori e/o dal Collaudatore e di essa verrà redatto un regolare verbale da allegare agli atti.

## **7 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Gli impianti elettrici ed i componenti riguardanti il presente progetto dovranno essere realizzati in conformità con le leggi e la normativa tecnica vigente alla data di esecuzione dei lavori, in particolare:

- prescrizioni di Autorità Locali, comprese quelle dei Vigili del Fuoco;
- prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica;
- prescrizioni e indicazioni della Telecom Italia;
- prescrizioni e raccomandazioni delle ASL;
- prescrizioni e raccomandazioni dell' I.S.P.E.S.L.
- Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano);
- Norme e tabelle di unificazione UNEL ed UNI;
- Leggi, regolamenti e circolari tecniche che venissero emanate in corso d'opera;
- Normative, Leggi, Decreti Ministeriali regionali o comunali;
- ogni altra raccomandazione, prescrizione o regolamento emanata da altri Enti ed applicabile a questo capitolato tecnico.

Le norme di riferimento sono quelle emanate dal Comitato Elettrotecnico Italiano il cui rispetto assicura l'assolvimento della legge 1/3/68 n° 186 la quale prevede che tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte.

Si richiamano, a titolo indicativo, le più ricorrenti Norme CEI, Decreti, Leggi e Prescrizioni a cui far riferimento.

### **7.1 NORME DI CARATTERE GENERALE**

- Legge 1° marzo 1968 n.186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- Direttiva 2014/35/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 febbraio 2014 concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a



disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato a essere adoperato entro taluni limiti di tensione;

- Decreto 22 gennaio 2008 n.37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- Norma CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- Norma CEI 0-3 Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati;
- Norma CEI 3-23 Segni grafici per schemi e piani di installazione architettonici e topografici;
- Norme CEI 64-8/1-2-3-4-5-6-7 Nona edizione Nov. 2024. Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Comprese tutte le varianti a tali norme;
- Norma CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- Norma CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori;
- CEI EN 62305-1 Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali - Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2 Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio - Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3 Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone - Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-4 Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture - Febbraio 2013;
- Norma CEI 81-27 Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni all'arrivo della linea di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione;
- Norma CEI 81-29 Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305 (Febbraio 2014);

- Norma CEI 81-30 Protezione contro i fulmini - Reti di localizzazione fulmini (LLS). Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di  $N_g$  (Norma CEI EN 62305-2) (Febbraio 2014).

## **7.2 NORME IMPIANTI PER SUPERAMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE**

- Legge n° 13 del 9/01/89 e D.M. 14/6/89, n° 236 Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;
- D.P.R. n° 503 del 24/7/96 Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.

## **7.3 NORME PER IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE**

- CIE Raccomandazioni;
- Norma CEI 34-21 Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove;
- Norma CEI 64-8/714 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Sezione 714: Impianti di illuminazione situati all'esterno;
- Norma UNI 10819 Luce e illuminazione. Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso;
- Norma UNI EN 13201-2 Illuminazione stradale - Parte 2: requisiti prestazionali;
- Norma UNI 12464-1 Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro in interni;
- Norme UNI EN 40 Pali per illuminazione;
- Norma CIE 68 Guide to the lighting of exterior working areas;
- Norma CEI 34-33 Apparecchi di illuminazione. Parte 2-3: Prescrizioni particolari Apparecchi per illuminazione stradale;
- Legge Regionale Lombardia n.17/2000 Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico;
- Legge Regione Lombardia n.31/2015 in materia di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna;

- Norma CEI 34-22 Apparecchi di illuminazione. Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza;
- Norma UNI EN 1838 Applicazione dell'illuminotecnica. illuminazione di emergenza;
- Norma UNI 11095 Applicazione dell'illuminotecnica. illuminazione di emergenza;
- UNI EN 12464-2 Illuminazione dei posti di lavoro - parte 2 Posti lavoro in esterno;
- UNI 11431 - Luce e illuminazione - Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso;
- UNI 11248 – Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI 11095 - Luce e illuminazione - Illuminazione delle gallerie stradali.

#### **7.4 NORME PER RIFIUTI MATERIALE ELETTRICO**

- Direttiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 4 luglio 2012 sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE).

#### **7.5 PRODOTTI DA COSTRUZIONE**

- Regolamento CPR (UE 305/2011) relativamente ai cavi elettrici;
- Decreto legislativo n.106/2017 "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento UE n. 305/2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CE".

#### **7.6 NORME PER TUBAZIONI**

- UNI EN 1401-1:2009 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Parte 1: Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema;
- UNI EN 1401-2:2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Guida per la valutazione della conformità;

- UNI EN 1401-3:2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Guida per l'installazione;
- UNI EN 12201-1:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE) – Generalità;
- UNI EN 12201-2:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE) – Tubi;
- UNI EN 12201-3:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE) – Raccordi;
- UNI EN 12201-4:2002 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE) – Valvole;
- UNI EN 12201-5:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE) – Idoneità all'impiego del sistema;
- UNI CEN/TS 12201-7:2004 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE) – Guida per la valutazione della conformità;
- UNI EN 10216-1:2005 Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione – Condizioni tecniche di fornitura – Parte 1: Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente;
- UNI EN 10255:2007 Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura;
- UNI EN 12666-1:2006 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione – Polietilene (PE) – Parte 1: Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema;
- UNI CEN/TS 12666-2:2006 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione – Polietilene (PE) – Parte 2: Guida per la valutazione della conformità;
- UNI EN 13476-1:2008 Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione – Sistemi di tubazioni a parete strutturata

di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) – Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali;

- UNI EN 13476-2:2008 Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione – Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) – Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A;
- UNI EN 13476-3:2009 Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione – Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) – Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B;
- UNI CEN/TS 13476-4:2008 Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione – Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) – Parte 4: Guida per la valutazione della conformità.