

REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI MANTOVA
CITTA' DI CURTATONE

**Realizzazione di nuovo percorso
ciclopedonale di collegamento
tra Via G. Aresi e Via F. Parri
in località San Silvestro di Curtatone (MN)**

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO: **Relazione tecnica**

SCALA: -

DATA: Luglio 2020

Il responsabile del procedimento:

Ing. Giovanni Trombani

PROGETTO N°:

CIG:

CUP: H61B2000005002

Il Progettista:

Ing. Luciano Corradini

AGGIORNAMENTI		OGGETTO	DATA
	A		
	B		
	C		
	D		
	E		

5.1



POLARIS
STUDIO ASSOCIATO

Via Pietro Verri, 33 - 46100 Mantova - MN
c/o Centro Direzionale B.O.M.A. - Edificio C2
e-mail: polaris@polarisstudioassociato.com
Tel. 0376/248808 - Fax. 0376/248807
Codice Fiscale e Partita IVA: 01776380204

ING. UGO BERNINI • ING. LUCIANO CORRADINI • ING. MARCO SPEZIA • GEOM. MATTEO RODELLA



SOMMARIO

1. Premessa	2
2. Individuazione struttura	3
2.1. Ubicazione struttura	3
2.2. Destinazione d'uso struttura	3
2.3. Classificazione struttura	3
3. Documentazione	4
3.1. Documentazione di progetto impianti elettrici.....	4
3.2. Documentazione finale - messa in funzione impianto elettrico	4
3.3. Controlli periodici da effettuare sull'impianto elettrico	4
4. Normativa tecnica di riferimento	5
5. Caratteristiche elettriche	6
6. Disposizioni tecniche normative e legislative impianti di illuminazione pubblica	7
6.1. Classificazione secondo codice della strada e uni 11248:2016	7
6.2. Riduzione della categoria illuminotecnica	9
6.3. Posizionamento dei pali	10
6.4. Distanze di rispetto dei cavi interrati e tipologia di posa.....	11
6.5. Distanze dei sostegni e dei corpi illuminanti dalle linee elettriche esterne	14
6.6. Determinazione portata sostegno in funzione delle condizioni ambientali di installazione	14
7. Disposizioni tecniche generali	16
7.1. Cavi e conduttori	16
7.2. Cavidotti	18
7.3. Determinazione delle potenze	20
7.4. Criteri di scelta dei conduttori.....	20
7.5. Impianti di messa a terra.....	21
7.6. Protezione contro i contatti diretti	23
7.7. Protezione contro i contatti indiretti	23
7.8. Determinazione dell'anello di guasto sistema tt.....	23
8. Specifica impianti elettrici da realizzare	25
8.1. Descrizione sintetica intervento da eseguire.....	25
8.2. Linee elettriche	25
8.3. Cassette - morsettiere e giunte - guaine isolanti	25
8.4. Pali di sostegno	26
8.5. Pozzetti	28
8.6. Plinti di fondazione	29
8.7. Scavo e cavidotti per impianti di illuminazione pubblica	30
8.8. Impianto di terra.....	30



1. Premessa

Il presente progetto si rende necessario al fine di riqualificare l'impianti di illuminazione pubblica a servizio del nuovo tratto ciclopedonale e del nuovo attraversamento.

L'adeguamento sarà diviso in due parti:

- aggiunta di un nuovo palo di illuminazione pubblica, e conseguente regolazione dei corpi illuminanti esistenti, come indicato nel disegno planimetrico.
- Illuminazione del passaggio pedonale di via Parri, comprensivo di n°2 corpi illuminanti con ottica asimmetrica, segnapasso a terra, e bifacciali per segnalazione attraversamento;

Verrà installato un nuovo quadro di partenza a valle della fornitura esistente telecamere in Via Amendola, come da indicazioni contenute nel presente progetto.

Nell'intervento in oggetto si è provveduto ad utilizzare corpi illuminanti a Led dotati di elettronica di regolazione a bordo del tipo "LED Driver DALI" e in funzione "corridor", per l'attraversamento pedonale.

Tutte le valutazioni effettuate per ricavare la categoria illuminotecnica di progetto, sono contenute nell'allegato CS01 "Classificazione stradale secondo UNI 11248:2016".



2. Individuazione struttura

2.1. Ubicazione struttura

L'impianto di illuminazione pubblica in oggetto sarà realizzato nel comune di Curtatone, Provincia di Mantova, regione Lombardia, come meglio specificato nei disegni planimetrici allegati.

2.2. Destinazione d'uso struttura

L'impianto di illuminazione pubblica in oggetto servirà la viabilità ciclopedonale, come meglio indicato nei disegni planimetrici allegati.

2.3. Classificazione struttura

Il comparto in oggetto è da considerare sottoposto all'obbligo di calcolo illuminotecnico eseguito da tecnico iscritto ad ordini professionali con curricula specifici, secondo quanto indicato dalla legge regionale 31/15 della Lombardia, "MISURE DI EFFICIENTAMENTO DEI SISTEMI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA CON FINALITÀ DI RISPARMIO ENERGETICO E DI RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO".



3. Documentazione

3.1. Documentazione di progetto impianti elettrici

Le indicazioni fornite precedentemente e quelle che si andranno a fornire nelle varie sezioni della presente relazione riguardano la consistenza e la tipologia dell'impianto elettrico realizzato, dette informazioni sono da considerarsi di raccordo tra i diversi documenti che costituiscono il progetto.

L'intervento da eseguire è da intendersi come nuova realizzazione.

Il presente progetto, redatto in accordo a quanto richiesto nella norma CEI 0-2, è composto dai seguenti documenti:

- RT01 relazione tecnica descrittiva degli impianti elettrici da realizzare completa di riferimenti normativi, specifiche tecniche, dati di progetto, criteri di scelta delle soluzioni progettuali adottate;
- DL01 dimensionamento linee elettriche e coordinamento delle protezioni.
- CS01 Classificazione stradale, individuazione delle categorie illuminotecniche secondo UNI 11248:2016;
- CI: Calcoli illuminotecnici completi di indicazione tipologia corpi illuminanti e relativa posa, schede riassuntive dei valori illuminotecnici di illuminamento e luminanza; certificato conformità del corpo illuminante; misurazione fotometrica dell'apparecchio, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo, sia sotto forma del file standard normalizzato, riportante tutte le informazioni richieste;
- DLR31-15: Legge regionale 5 ottobre 2015, n. 31. Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso.
- QE: schemi quadri elettrici di nuova posa ed eventuali integrazioni;
- PL: disegno planimetrico con indicazione dell'impianto in oggetto, disegno planimetrico particolare struttura completo di posizionamento degli impianti e delle apparecchiature, posizionamento dei percorsi principali delle condutture elettriche, particolari di installazione.

3.2. Documentazione finale - messa in funzione impianto elettrico

La messa in funzione dell'impianto potrà avvenire solamente dopo che lo stesso sarà stato controllato e verificato dalla ditta installatrice, la quale avrà l'obbligo di rilasciare la relativa dichiarazione di conformità come richiesto da Legge n° 248 del 2 Dicembre 2005 e relativo decreto di attuazione D.M. 37 del 22 Gennaio 2008 e come indicato dal D.P.R. 22 ottobre 2001, n.462 in materia di impianti elettrici.

La dichiarazione di conformità dell'impianto di illuminazione ai criteri della l.r. 31/15 dovrà essere comprensiva degli allegati obbligatori e redatta in armonia con la guida CEI 0-3.

Nel caso in cui si apportassero delle modifiche durante la realizzazione delle opere indicate in progetto, sarà compito della ditta installatrice consegnare, al termine dei lavori, sia gli schemi dei quadri elettrici che le planimetrie "del realizzato" (as built); verrà affidato incarico specifico al tecnico (salvo diversi accordi) il quale provvederà alla stesura "in bella copia" della documentazione di cui sopra.

La ditta installatrice dovrà realizzare gli impianti in conformità ai criteri della L.R. 31/15.

3.3. Controlli periodici da effettuare sull'impianto elettrico

Sugli impianti d'illuminazione dei tratti stradali l'amministrazione dovrà provvedere a far realizzare dalla propria ditta manutentrice le manutenzioni secondo le indicazioni della buona tecnica e la normativa vigente per verificarne lo stato di conservazione, efficienza ai fini della buona funzionalità e della sicurezza.

Per l'impianto in oggetto l'impianto di terra dell'impianto, da intendersi già esistente, non è da ritenersi funzionale alla protezione dai contatti indiretti, ma esclusivamente funzionale alla realizzazione delle prove di isolamento sull'impianto, e alla funzionalità degli scaricatori di sovratensione in quanto l'impianto è realizzato interamente in classe II; questo evita all'amministrazione comunale (datore di lavoro) l'obbligo dei controlli su tale impianto da parte dagli organi di vigilanza (ARPA, ASL, Organismi abilitati), con periodicità quinquennale, conformemente alle indicazioni del DPR 462/01.



4. Normativa tecnica di riferimento

Legge N°186 del 1/3/68	Produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.
D.L.n°81 del 09/04/2008	Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n°123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
D.M. N°37 del 22/01/08	Regolamento d'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.
DLgs 3492 n°285	Nuovo codice della strada
D.M. 12/4/95	Relativo alle direttive della redazione piani urbani del traffico
DPR n°495 16/12/1992	Aggiornamento DPR n°495 16/12/1992
Legge Reg. Lombardia	Legge Regionale 31 del 05 ottobre 2015 "Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso"
D.M. 22 Febbraio 2011	Acquisti verdi della pubblica amministrazione – Prodotti tessili, arredi per ufficio, illuminazione pubblica, apparecchiature informatiche – Criteri ambientali
Norme CEI 64-8/7 – sez. 714	Impianti di illuminazione situati all'esterno
Norme CEI 64-7:2010	Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione in serie
Norme CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 in corrente continua.
Norme CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in Cavo
Norme CEI 17-13	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
Norme CEI 23-51	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
Norma CEI 70-1	Gradi di protezione degli involucri. (Codice IP).
Guida CEI 315-4 - 2012-03	Guida all'efficienza degli impianti di illuminazione pubblica: aspetti generali
EN 13201	Illuminazione stradale
UNI EN 13201-2:2016	Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali
UNI EN 13201-3:2016	Illuminazione stradale – Calcolo delle prestazioni
UNI EN 13201-4:2016	Illuminazione stradale – Metodi delle misurazioni delle prestazioni fotometriche
Norma UNI 11095/2011	Illuminazione delle gallerie stradali
Norma UNI EN 12193/2008	Illuminazione di installazioni sportive
Norma UNI 10819:1999	Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
UNI 11431:2011	Luce e illuminazione – Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso
UNI/TS 11726:2018	Progettazione illuminotecnica degli attraversamenti pedonali nelle strade con traffico motorizzato
UNI 11248:2016	Illuminazione stradale – selezione delle categorie illuminotecniche



5. Caratteristiche elettriche

L'impianto elettrico sarà alimentato dalla rete di distribuzione di Bassa Tensione. La frequenza nominale sarà di 50Hz. Il sistema di distribuzione sarà classificato come TT, con impianto di terra d'utente, separato dall'impianto di terra Ente Erogatore.



6. Disposizioni tecniche normative e legislative impianti di illuminazione pubblica

6.1. Classificazione secondo codice della strada e uni 11248:2016

Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

Prospetto 1 – UNI11248:2016

Tipo di Strada	Descrizione del tipo della Strada	Limiti di velocità [km h-1]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A1	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A2	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) 1)	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento2)	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F3)	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) 1)	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
Strade locali interzonali	50	M3	
	30	C4/P2	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali4)	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare1)	30	
1)	Secondo il Decreto Ministeriale 5 Novembre 2001 N° 6792;		
2)	Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6);		
3)	Vedere punto 6.3;		
4)	Secondo la legge 1 Agosto 2003 N° 214 " Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 Giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada"		



Realizzazione di nuovo percorso ciclopedonale di collegamento tra Via G. Aresi e Via F. Parri

in località San Silvestro di Curtatone (MN)

Progetto esecutivo

Tenendo conto della classificazione stradale già presente nel PRIC di Mantova, si è potuto procedere all'analisi dei rischi e quindi all'applicazione della variazione di categoria secondo quanto indicato nel prospetto 2 della norma UNI 11248:2016. In questo modo si è ricavata la categoria illuminotecnica di progetto.

Prospetto 2 Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza costanti nel lungo periodo

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto 1) 2)	1
Segnaletica cospicua ³⁾ nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
Apparecchio con resa dei colori Ra \geq 60	1
1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse.	
2) E' compito del progettista definire il limite di bassa densità.	
3) Riferimenti in CIE 137.	

Le prestazioni illuminotecniche richieste dalla norma UNI EN 13201 per l'ambito in oggetto sono, dunque, le seguenti:

Prospetto 1 Categorie illuminotecniche M:

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato				Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	Asciutto			Bagnato	Asciutto	Asciutto
	T [minima mantenuta] cdxm ²	U0 [minima]	UI [minima]	Uow [minima]	fTI [minima]	REI [minima]
<input type="checkbox"/> M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
<input type="checkbox"/> M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
<input checked="" type="checkbox"/> M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
<input type="checkbox"/> M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
<input type="checkbox"/> M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
<input type="checkbox"/> M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

Prospetto 3 Categorie illuminotecniche P:

Categoria	Illuminamento orizzontale		Requisito aggiuntivo se è necessario il riconoscimento facciale	
	E [lx]	E _{min} [lx]	E _{v min} [lx]	E _{sc min} [lx]
<input type="checkbox"/> P1	15,00	3,00	5,00	5,00
<input type="checkbox"/> P2	10,00	2,00	3,00	2,00
<input checked="" type="checkbox"/> P3	7,50	1,50	2,50	1,50
<input type="checkbox"/> P4	5,00	1,00	1,50	1,00
<input type="checkbox"/> P5	3,00	0,60	1,00	0,60



<input type="checkbox"/> P6	2,00	0,40	0,60	0,20
<input type="checkbox"/> P7	N.D.	N.D.		

Classe EV per attraversamento pedonale:

Classe	Esc min [lx]
<input checked="" type="checkbox"/> EV1	50
<input checked="" type="checkbox"/> EV2	30
<input type="checkbox"/> EV3	10
<input type="checkbox"/> EV4	7.5
<input type="checkbox"/> EV5	5
<input type="checkbox"/> EV6	0.5

Impianto normalmente a riposo rispettante categoria EV2: 30lx min mantenuti verticali.

Dopo chiamata pedonale, dimmerizzazione al 100%, e rispettante categoria EV1: 50lx min mantenuti verticali.

L'impianto in funzione dopo chiamata sarà conforme alle prescrizioni provinciali sugli attraversamenti pedonali.

Per meglio visionare il dettaglio di classificazione dei parcheggi, incroci, strade e pista ciclabile si rimanda al documento allegato "**CLASSIFICAZIONE STRADALE AI SENSI DELLA NORMA UNI 11248:2016**".

6.2. Riduzione della categoria illuminotecnica

La riduzione della categoria illuminotecnica verrà ottenuta tramite driver elettronico DALI su ogni singolo corpo illuminante, in modo da ottenere nelle ore notturne, meno trafficate, una riduzione dei consumi energetici come indicato dalle Legge della Regione Lombardia n.31/15.

I nuovi impianti di illuminazione pubblica verranno realizzati rispettando le normative regionali per il risparmio energetico e contro l'inquinamento luminoso in particolare in conformità alla Legge della Regione Lombardia n.31/15 Verranno forniti corpi illuminanti certificati dalla ditta costruttrice ai sensi delle leggi della Regione Lombardia. I corpi illuminanti dovranno essere installati in modo da rispettare le indicazioni fornite dalla legge stessa.

La norma UNI 11248 introduce la possibilità di ridurre ulteriormente la categoria illuminotecnica, secondo dei parametri di influenza variabili nel tempo, in modo periodico o casuale, contenute nel prospetto 1:

Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di progetto in relazione ai più comuni parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Flusso orario di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso orario di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	1
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

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

I flussi massimi si possono trovare alla colonna 16 della tabella 'Caratteristiche geometriche' 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5 del citato D.M. del 5/11/2001.



La colonna 16 indica la portata di servizio per corsia in veicoli/ora per i diversi tipi di strade. Quando i flussi scendono al di sotto della metà del massimo l'indice della categoria illuminotecnica può essere ridotto di una unità, mentre per flussi inferiori ad un quarto del massimo l'indice può essere ridotto di due unità. Con questi ridotti livelli di traffico la norma abbassa quindi i livelli di luminanza ammessi che divengono perciò, grazie alla L.R. 31-15 i nuovi massimi da applicare quando il flusso di traffico scende al di sotto dei valori indicati nella tabella riassuntiva seguente.

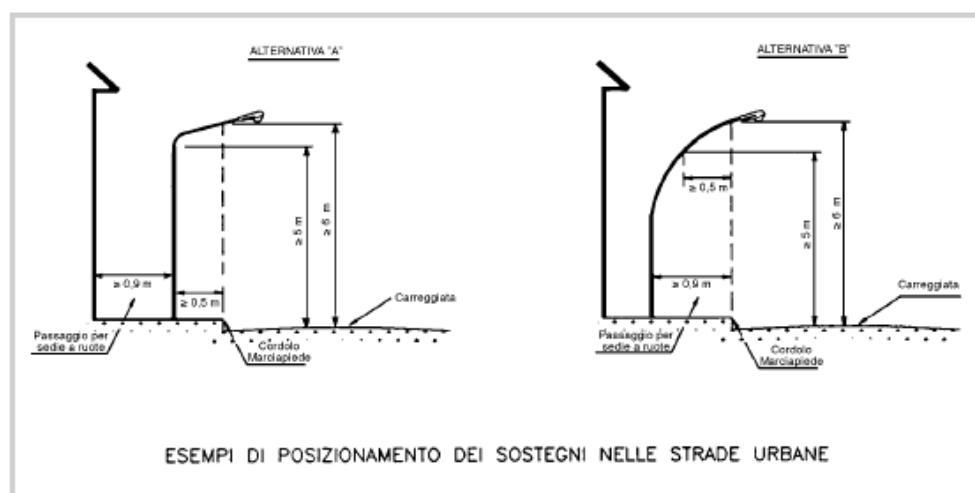
Classe	Tipo di strada	Portata di servizio per corsia (veicoli/ora)	Indice illuminotecnico con flusso massimo	Flusso ridotto (<50% del max)		Flusso ridotto (<25% del max)	
				Portata per corsia (veicoli/ora)	Indice illuminotecnico	Portata per corsia (veicoli/ora)	Indice illuminotecnico
A	Autostrada extraurbana	1100	6	550	5	225	4
B	Extraurbana principale	1000	6	500	5	250	4
C	Extraurbana secondaria	600	5	300	4	150	3
D	Urbana di scorrimento	950	4	450	3	225	2
C	Urbana di quartiere	800	4	400	3	200	2
F	Extraurbana locale	450	4	225	3	112	2
F	Urbana locale	800	2	400	1	200	1

DIPENDENZA DELL'INDICE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DAL FLUSSO DI TRAFFICO PER I TIPI DI STRADE ESISTENTI

6.3. Posizionamento dei pali

I pali di illuminazione dovranno 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 dai decreti ministeriali DM 3 Giugno 1998 - DM 18 Febbraio 1992 n°223 - DM 15 Ottobre 1996 - DM 21 Giugno 2004. Comunque, fino ad una altezza di 5 m dalla pavimentazione della carreggiata, dovranno essere ubicati ad almeno 0,5 m dal limite della stessa carreggiata (Dovrà essere mantenuto sul marciapiede uno spazio maggiore uguale a 0,9 m per permettere il passaggio di sedie a ruote DM 14 Giugno 1989 n°236 art 8.2.1). Distanze inferiori possono essere adottate, in accordo con il proprietario della strada (Amministrazione Comunale), tenendo conto di eventuali disposizioni di legge e/o comunali, della situazione ambientale e del traffico veicolare consentito. Le distanze dei sostegni dalla carreggiata sono meglio specificate nella sezione riportata nella planimetria allegata al progetto.

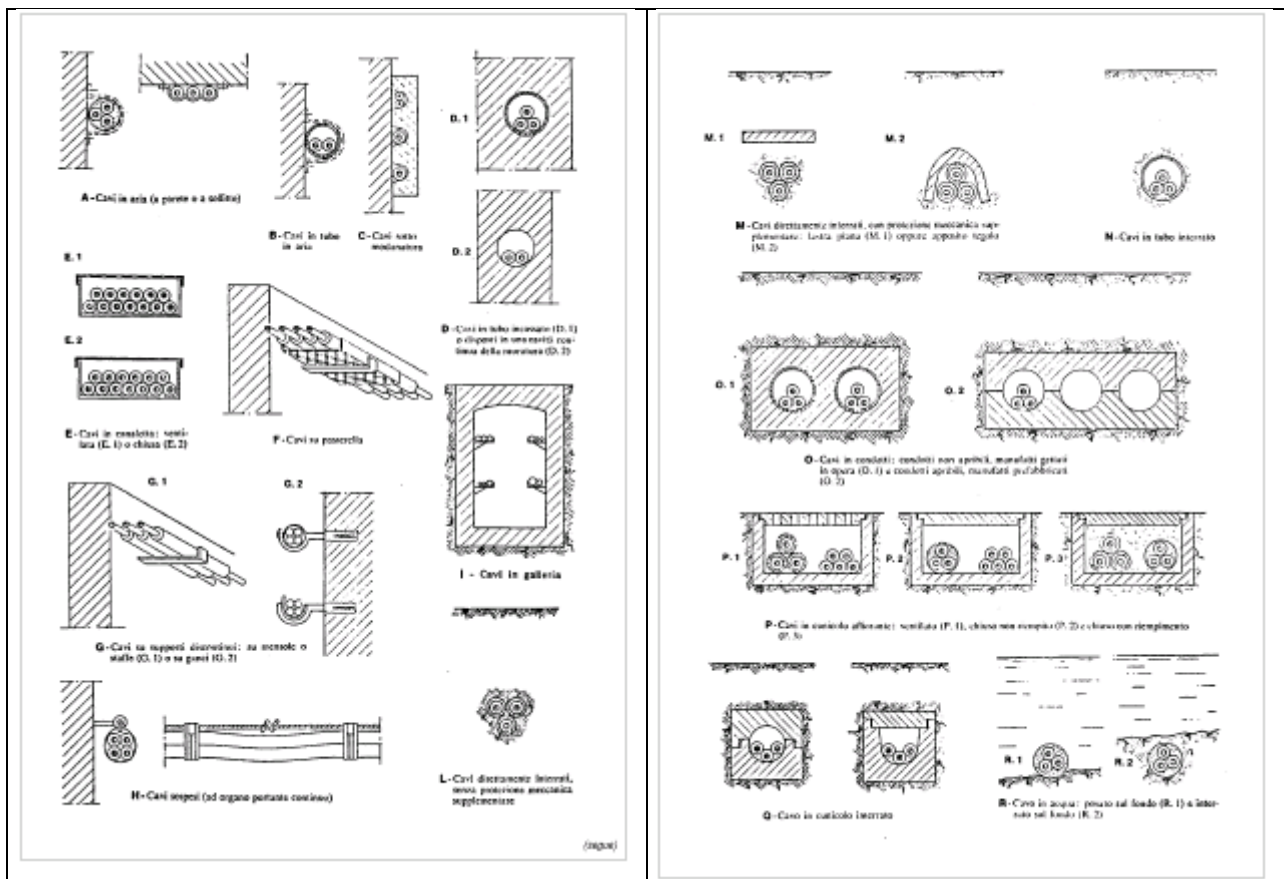
I sostegni e le fondazioni dovranno distare almeno 1 m dalle condutture del gas metano esercite a pressione < 25 bar.





6.4. Distanze di rispetto dei cavi interrati e tipologia di posa

I cavi elettrici dovranno essere posati rigorosamente in appositi cavidotti di dimensioni tali da permetterne un facile infilaggio e sfilaggio. I cavi interrati in prossimità di altri cavi o tubazioni metalliche di servizi (gas, telecomunicazioni, energia elettrica, ecc.) dovranno essere posati nel rispetto delle condizioni particolari e delle distanze minime di prescritte dalla Norma CEI 11-17.



Si adatterà il tipo di posa "M" indicato dalla CEI 11-17; lo scavo dovrà essere minimo di 0,5 m sopra tubo per i tratti ordinari e 1 m per tutti gli attraversamenti stradali. All'interno dello scavo, posto al di sopra delle condutture, dovrà essere stesa una apposita segnalazione a nastro indicante la tipologia di impianto e la tensione di esercizio "condutture elettriche 400V".

I cavi per posa interrata devono sempre essere dotati di guaina protettiva, protetti contro lo schiacciamento, quando si prevede in superficie il passaggio di mezzi pesanti, protetti contro i danni che possono essere provocati da eventuali scavi manuali, ma soprattutto da scavi che prevedono l'impiego di mezzi meccanici. La guaina deve proteggere il cavo dalle sollecitazioni di posa e la miscela che la compone deve essere anigroscopica, deve cioè essere in grado di difendere le anime dal contatto con l'acqua. Possono essere interrati direttamente, in tubazioni, in cunicoli o in condotti di calcestruzzo con modalità di posa in parte diverse.

I cavi collocati direttamente nel terreno, eventualmente posati su di un alveo di sabbia, devono essere interrati ad una profondità minima di almeno 0,5 m e devono possedere un'armatura metallica di spessore non inferiore a 0,8 mm (figura 5.03 d) oppure una protezione meccanica supplementare per tutta la lunghezza (figura 5.03 c). Se il cavo è armato e posato senza ulteriore protezione meccanica è bene che sia segnalata la sua posizione da apposito nastro monitor (figura 5.03 d).

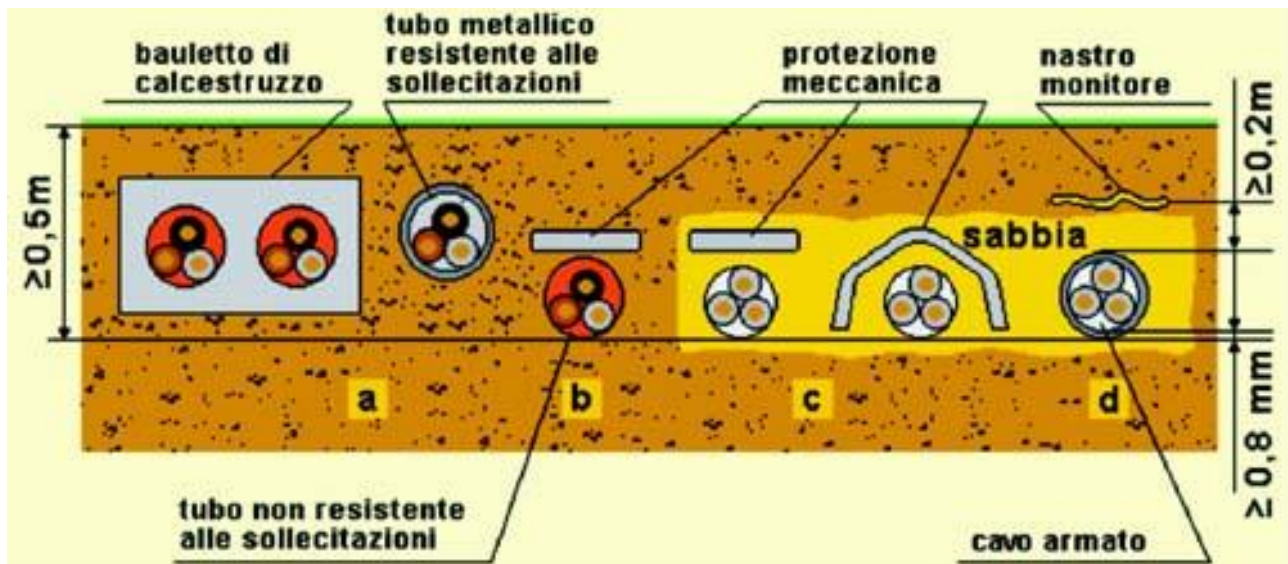
Per finire, è bene ricordare che i cavi non devono essere manipolati quando l'isolante è sottoposto a temperature inferiori a 0 °C se in PVC e -25 °C se a base di materiali elastomerici. L'irrigidimento degli isolanti dovuto alle basse temperature può provocare fessurazioni quando i cavi, durante le normali operazioni di posa, sono sottoposti a piegatura. La forza di traino necessaria durante l'infilaggio (Norma CEI 11-17) deve essere esercitata sui conduttori e non sugli isolanti del cavo e non deve essere superiore a 60 N/mm² riferita alla sezione complessiva dei conduttori di rame (50 N/mm² per conduttori in alluminio). Per facilitare le operazioni di tiro possono essere utilizzati rulli per il traino, che permettono di ridurre lo sforzo necessario evitando nel contempo danneggiamenti ai cavi stessi.



Figura 5.03

Modalità di posa dei cavi interrati: la profondità minima di posa non deve essere inferiore a 0,5m dal suolo.

- In polifora di calcestruzzo;
- In supplementare;
- In tubo con protezione meccanica supplementare;
- Direttamente interrato in letto di sabbia con protezione meccanica aggiuntiva;
- Cavo armato posato direttamente in un letto di sabbia con aggiunta di nastro monitorare



Un cavo di energia posato in vicinanza di altri cavi, tubazioni metalliche, serbatoi e cisterne di carburante deve rispondere a prescrizioni particolari ed essere installato rispettando distanze minime.

Negli incroci con cavi interrati per telecomunicazioni la distanza di rispetto non deve essere inferiore a 0,3 m e il cavo di segnale deve essere protetto per una lunghezza di almeno 1 m mediante una canaletta, un tubo o una cassetta metallica avente uno spessore di almeno 1 mm (figura 5.03.01 a).

Non potendo, per validi motivi, rispettare questa distanza minima, occorre proteggere con gli stessi criteri anche il cavo di energia (figura 5.03.02 b)

Se il cavo è sfilabile, perché posato entro una tubazione di protezione che rende possibile un'eventuale sostituzione, non è necessario seguire le prescrizioni sopraindicate (Norme Cei 11-17).

La distanza minima di 0,3 m deve essere rispettata anche nei parallelismi tra i cavi di energia e di telecomunicazione (5.03.01 d). Quando le distanze minime non possono essere rispettate occorre proteggere il cavo di telecomunicazione con un tubo o una cassetta metallici (figura 5.03.02 c) e se la distanza risulta inferiore a 0,15 m si rende necessaria una protezione supplementare anche per il cavo di energia (figura 5.03.02 d). Negli incroci con tubazioni metalliche i cavi di energia devono essere posti ad una distanza minima di 0,5 m (figura 5.03.01 c), che può essere ridotta a 0,3 m se il cavo o il tubo metallico sono contenuti in un involucro non metallico (figura 5.03.02 c).

La protezione può essere ottenuta per mezzo di calcestruzzo leggermente armato oppure di elemento separatore non metallico, come ad esempio una lastra di calcestruzzo o di altro materiale rigido (figura 5.03.02 a). In presenza di connessioni su cavi direttamente interrati le tubazioni metalliche devono distare almeno un metro dal punto di incrocio (figura 5.03.02), oppure devono essere adottate le protezioni supplementari sopraindicate. Nei parallelismi i cavi di energia e le tubazioni metalliche devono essere distanti fra loro non meno di 0,30 m (figura 5.03.02 e).

Si può derogare a tali prescrizioni, previo accordo fra gli esercenti gli impianti, se la differenza di quota fra cavo e tubazione è superiore a 0,5 m o se viene interposto fra gli stessi un elemento separatore non metallico. In presenza di serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili occorre adottare distanze di sicurezza non inferiori a 1 metro (figura 5.03.03 a) dalla superficie esterna del serbatoio stesso. Le medesime prescrizioni, indicate per le tubazioni metalliche, si applicano anche alle tubazioni di gasdotti interrati: sia negli incroci sia nei parallelismi le distanze di rispetto non devono essere inferiori a 0,5 m (figura 5.03.03 b e 5.03.03 c).



Progetto esecutivo

Le distanze di sicurezza con i cavi di energia che sono posati in tubo o condotto in presenza di tubazioni per il trasferimento di fluidi infiammabili sono fissate dal DM 24/11/1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8" e dovranno di volta in volta essere concordate con gli enti distributori del gas. Nella progettazione delle linee elettriche in cavo è comunque buona norma non prevedere la coesistenza nei cunicoli di conduttori elettrici e altre condotte onde evitare che, durante le normali operazioni di manutenzione, possano verificarsi incidenti agli addetti ai lavori.

Figura 5.03.01

Negli incroci e nei parallelismi con altri cavi o tubazioni devono essere rispettate particolari prescrizioni e distanze minime.

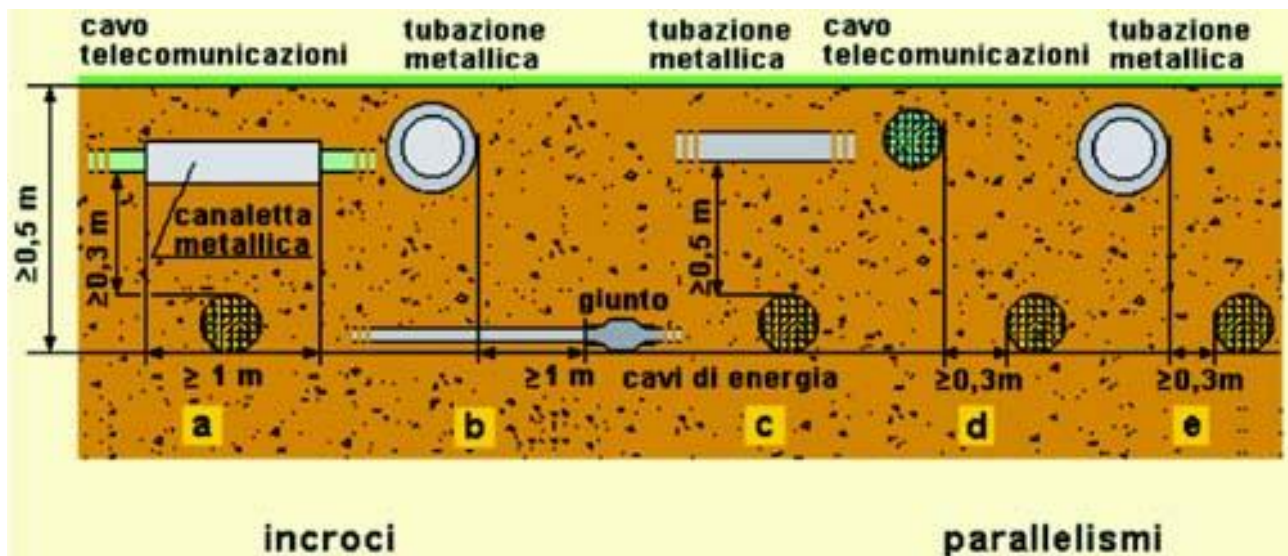


Figura 5.03.02

Se le distanze minime non possono essere rispettate si devono adottare opportune protezioni supplementari

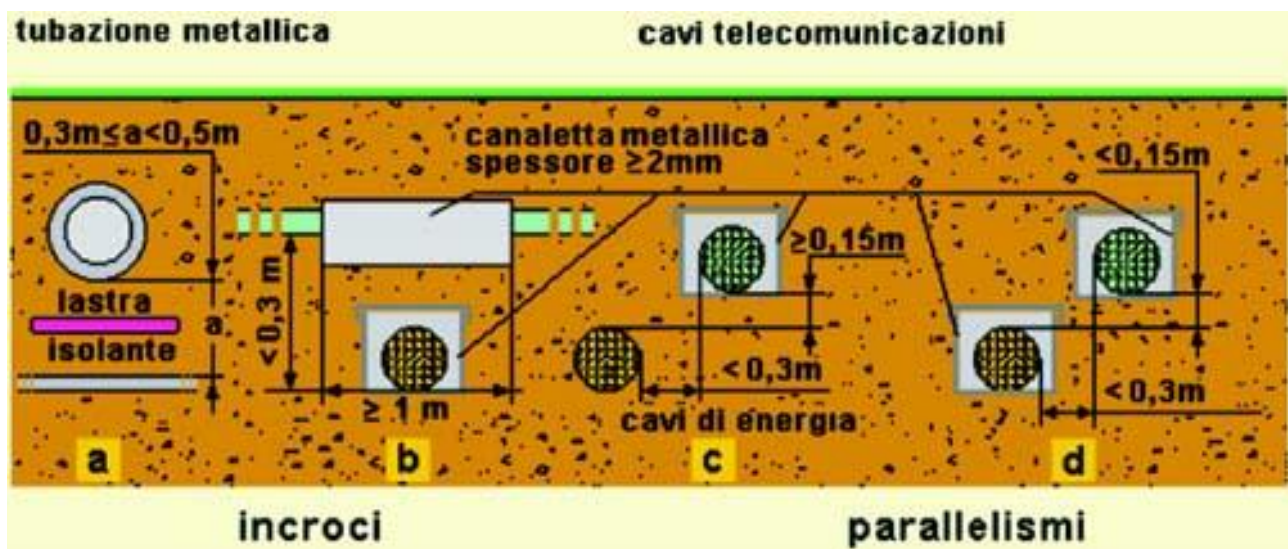
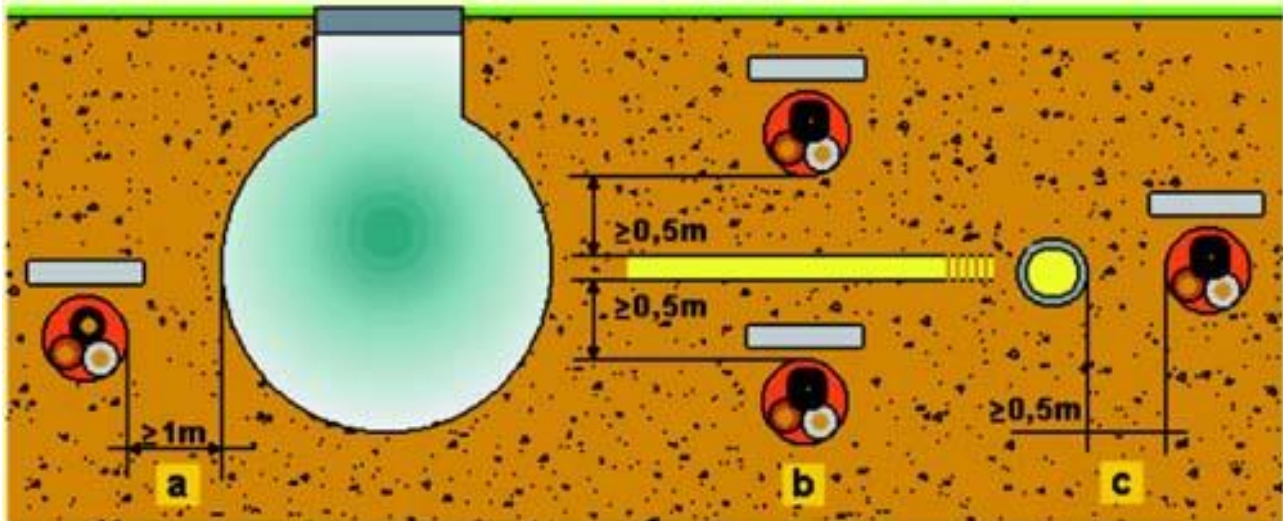




Figura 05.03.03

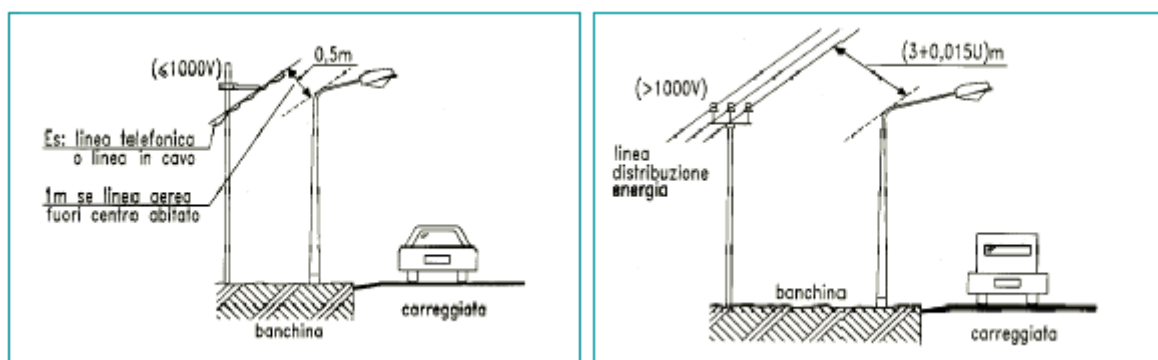
I cavi di energia devono essere posati ad una distanza minima di 1 m rispetto alla superficie più esterna di serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili (a) e sia negli incroci (b) sia nei parallelismi (c) devono essere distanziati di almeno 0,5 metri dalle condutture del gas



6.5. Distanze dei sostegni e dei corpi illuminanti dalle linee elettriche esterne

Le distanze dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dai conduttori di linee elettriche aeree non devono essere inferiori:

- 1 m dai conduttori di linee di classe 0 e 1. 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 in centri abitati.
- $(3 + 0,015 U)$ 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 e quando ci sia l'accordo fra i proprietari delle strutture interessate, anche per le linee con conduttori nudi.



6.6. Determinazione portata sostegno in funzione delle condizioni ambientali di installazione

La portata ovvero "area della superficie esposta al vento", per la scelta del sostegno è stata determinata tenendo conto delle seguenti condizioni:



Realizzazione di nuovo percorso ciclopedonale di collegamento tra Via G. Aresi e Via F. Parri

in località San Silvestro di Curtatone (MN)

Progetto esecutivo

- zona di ventosità;
- quota di riferimento s.l.m. (sul livello del mare);
- classe di rugosità (ABCD);

Zona di ventosità:

ZONA 1: Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino A.A., Veneto, Friuli V.G.;

ZONA 2: Emilia Romagna;

ZONA 3: Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria;

ZONA 4: Sicilia e Provincia di Reggio Calabria;

ZONA 5: Sardegna (zona ad oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'isola della Maddalena);

ZONA 6: Sardegna (zona ad occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'isola della Maddalena);

ZONA 7: Liguria;

ZONA 8: Provincia di Trieste;

ZONA 9: Isole (con eccezione di Sicilia e Sardegna)

Classe di rugosità:

A: Aree urbane di cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza non superi i 15m;

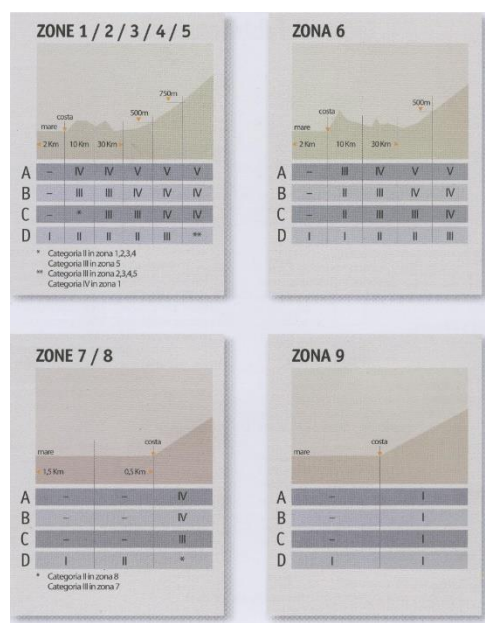
B: Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali, boschive;

C: Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni, ecc.); aree con rugosità non riconducibile alle classi A,B,D.

D: Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mari, laghi, ecc.)

n.b. l'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe di rugosità A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque meno di 20 volte l'altezza della costruzione.

Tabelle per individuazione categoria di esposizione:



Determinata la categoria di esposizione dovrà essere verificata sulle tabelle delle specifiche tecniche del sostegno l' idoneità dello stesso all' utilizzo richiesto.



7. Disposizioni tecniche generali

7.1. Cavi e conduttori

I cavi devono avere una tensione nominale d'isolamento, sia verso terra (U_0) che tra i conduttori attivi (U), adeguata come riassunto in tabella A.

Tipo di utilizzo e modalità di posa	Caratteristiche di isolamento minime del cavo U_0/U
Categoria 0	300/300 V
Categoria I (segnale)	300/450 V
Categoria I (FM, posa non interrata)	450/750 V
Categoria I (FM, posa interrata)	0,6/1 kV
Categoria II (qualsiasi tipo di posa)	12/20 kV

Tabella A

Tutti i conduttori dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 0072-74 e 00712 e cioè:

Colore conduttore	Funzione conduttore
Giallo-Verde	Conduttore di protezione
Blu chiaro	Conduttore di Neutro
Nero, Marrone, Grigio	Conduttore di Fase

Tabella B

Le sezioni minime dei conduttori in rame che verranno utilizzati saranno di 1,5 mm² per i circuiti di potenza e 0,5 mm² per circuiti di segnalazione e per i circuiti ausiliari.

La sezione dei conduttori di neutro, nei sistemi monofase, non sarà mai inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase; mentre nei circuiti polifase sarà:

Sezione di fase	Rapporto sezione di fase / sezione di neutro
$S_f \leq 16 \text{ mm}^2$	$S_n = S_f$
$16 < S_f \leq 25 \text{ mm}^2$	$S_n = 16 \text{ mm}^2$
$S_f > 25 \text{ mm}^2$	$S_n = \frac{1}{2} S_f$ (*)

Tabella C

Le sezioni di neutro possono essere sempre dimezzate purché il carico sia praticamente equilibrato e sia assicurata la protezione contro le sovracorrenti (per conduttori in rame).



La sezione dei conduttori di terra (CT), conduttori che collegano il nodo principale di terra al dispersore o i dispersori tra loro (CEI 64-8, 2/24.7), non deve essere inferiore a quella indicata nella Tabella 54A paragrafo 542.3 delle Norme CEI 64-8:

	Protetti meccanicamente		Non protetti meccanicamente
	Sf	Sct	
Protetto contro la corrosione	<16 mm ² 16 ≤ S ≤ 35 mm ² > 35 mm ²	Sf 16 mm ² ½ Sf	16 mm ² se in rame 16 mm ² se in ferro zincato
Non protetto contro la corrosione	25 mm ² (Cu) 50 mm ² (Fe-Zn)		

Tabella D

La sezione dei conduttori di protezione (PE), che collegano all'impianto di terra le masse dell'impianto per la protezione contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella sotto riportata.

Sezione di fase	Rapporto sezione di fase / sezione di neutro
Sf ≤ 16 mm ²	Spe = Sf
16 < Sf ≤ 35 mm ²	Spe = 16 mm ²
Sf > 35 mm ²	Spe = ½ Sf (*)

Tabella E

(*) in caso in cui non esista una taglia commerciale che soddisfi la relazione si utilizzerà la sezione commerciale più vicina in eccesso al valore risultante

Se tale conduttore deve servire più circuiti utilizzatori il valore di Spe deve essere determinato facendo riferimento al conduttore di fase di sezione maggiore.

Quando non fa parte della stessa condotta dei conduttori di fase, la sua sezione deve essere:

- ≥ 2,5 mm² se è prevista una protezione meccanica;
- ≥ 4 mm² se non è prevista una protezione meccanica.

Nel caso di linee aventi conduttori di fase con sezioni elevate la sezione del conduttore di terra e di protezione può essere anche calcolata con la formula:

$$S_{PE} \geq \frac{\sqrt{I^2 t}}{K_{PE}}$$

dove:

I²t: energia specifica lasciata passare dall'interruttore che protegge la linea durante un guasto;

K_{PE}: coefficiente che dipende dal tipo di materiale.



I conduttori equipotenziali ed equipotenziali supplementari servono a mettere masse e masse estranee al medesimo potenziale. La sezione di tali conduttori deve essere:

Conduttore Equipotenziale Principale (Seqp)	Conduttore Equipotenziale Supplementare (Seqs)	
	Massa – massa	Massa – massa estranea
Seqp \geq 0,5 Spe più elevata dell'impianto	Seqs \geq Spe più piccola che collega le due masse	Seqs \geq 0,5 Spe che collega la massa
Min. 6 mm ² Max. 25 mm ²	Min. 2,5 mm ² se protetto meccanicamente Max. 4 mm ² se non protetto meccanicamente	

Tabella F

7.2. Cavidotti

Cavidotti interrati

I cavidotti interrati dovranno essere in polietilene ad alta densità flessibile corrugato a doppia parete serie pesante classe N, protetti da cassetta in cemento in qualsiasi tipo di scavo, e da posa di apposito nastro con scritta "illuminazione pubblica", posati all'interno di scavi con sottofondo, rinfianco e ricoprimento del tubo in sabbia, ad una profondità minima di 0,5 m dal piano di calpestio.

La segnalazione del percorso interrato del cavidotto dovrà avvenire a minimo 30 centimetri di profondità.

Il diametro interno del cavidotto dovrà essere pari ad almeno 1,5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi e comunque non inferiore a 125 mm nominale esterno (110 mm interno utile).

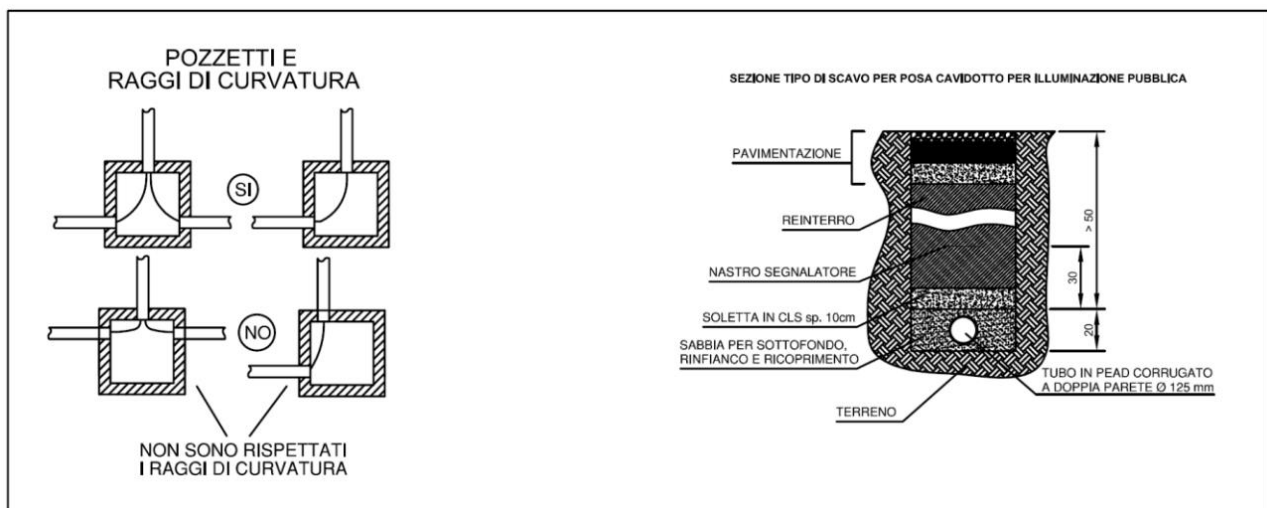
Il giunto lineare per tubo corrugato flessibile in polietilene dovrà essere in materiale termoplastico a base di cloruro di polivinile e/o in polietilene ad alta densità per l'esterno ed a bassa densità per l'interno. Il diametro interno di tale componente dovrà essere tale da garantire l'infilaggio del tubo da giuntare.

Il giunto dovrà essere conforme alle norme CEI EN 50086-1-2-4/A1 ed in particolar modo ai requisiti richiamati al punto 10.2.5 della norma CEI EN 50086-2-4/2A1; con l'applicazione di una forza di 450N il diametro interno del tubo deve risultare contenuto entro il 5% del diametro originale.

I tubi dovranno riportare in posizione visibile ed inalterabile:

- Contrassegno del fabbricante;
- Marchio IMQ, CE od equivalente;

Le modalità di posa (scavo e successivo riempimento) dovranno essere conformi a quanto indicato dai regolamenti comunali e rispondenti comunque alle norme CEI vigenti. Lo scavo per il cavidotto interrato da eseguirsi su banchina e/o marciapiede dovrà possedere larghezza minima 30 centimetri e profondità minima 60 centimetri. Lo scavo per il cavidotto interrato da eseguirsi su strada dovrà possedere larghezza minima 50 centimetri e profondità minima 1 metro.





Realizzazione di nuovo percorso ciclopedonale di collegamento tra Via G. Aresi e Via F. Parri

in località San Silvestro di Curtatone (MN)

Progetto esecutivo

Il taglio della pavimentazione stradale, se in conglomerato bituminoso, dovrà essere eseguito con frese o taglierine in modo netto e rettilineo senza dissestare la pavimentazione adiacente; nel caso di sgretolamenti, si rettificcherà il taglio prima del ripristino.

Il reinterro degli scavi su banchina e/o marciapiede dovrà avvenire con materiale inerte, proveniente dallo scavo della trincea stessa.

Il reinterro degli scavi su sede stradale dovrà avvenire con materiale misto stabilizzato, proveniente dallo scavo della trincea adeguatamente selezionato e compattato, con bagnatura e costipamento strato per strato con impiego di motovibratore.

Il ripristino del manto stradale dovrà avvenire nel seguente modo:

- Massicciata stradale realizzata in mista naturale dello spessore minimo di 40 cm, opportunamente compattata con rullo compressore e completata con cm 5 di mista naturale stabilizzata opportunamente rullata;
- Strato in tout - venant di spessore minimo 10 cm;
- Strato di bynder di spessore minimo 8 cm perfettamente complanare al piano stradale. Ad assestamento avvenuto, e comunque non oltre due mesi dal termine dei lavori, il ripristino definitivo del taglio stradale dovrà avvenire nel seguente modo:
- Fresatura del manto stradale per tutta la sua lunghezza e per una larghezza pari a quella del taglio aumentata di metri 1,0 per ogni parte dello scavo o fino al ciglio stradale o cordolo del marciapiede;
- Colata di emulsione bituminosa liquida al fine di evitare infiltrazioni e di congiungere l'esistente sedime con il nuovo;
- Strato di manto d'usura di spessore minimo 3 cm perfettamente complanare al piano stradale;
- Sigillatura longitudinale della giunzione tra il nuovo ed il vecchio tappeto di usura con mastice bituminoso.

Il conglomerato bituminoso a caldo, bynder, dovrà essere realizzato con pezzatura 0-15 e 5-6,5 % di bitume 80 - 100. La posa di esso dovrà avvenire con macchina vibrofinitrice e rullatura con rullo da 5 tonnellate e più dettagliatamente con scarifica del fondo, rullatura e raddrizzatura profili esterni del taglio, fornitura e spandimento di almeno 1 kg/mq di emulsione al 55% di bitume, posa.

Il tappeto d'usura dovrà essere costituito da graniglia di due granulometrie, sabbia, filler 5-7,5%, bitume 5-6,5%, impastati a caldo. La posa di esso dovrà avvenire con macchina vibrofinitrice e rullatura con rullo da 5 tonnellate e più dettagliatamente con scarifica, fornitura e spandimento di almeno 1 kg/mq di emulsione al 55% di bitume.

Non sono ammessi, per qualsiasi motivo, ripristini, sia trasversali sia longitudinali, mediante tappeto d'usura a sormonto.

E' d'obbligo la pulizia della strada, in cui verranno eseguiti i lavori, qualora si verifichi l'imbrattamento della sede stessa.

Il ripristino del manto d'usura dovrà essere garantito 365 giorni all'anno.

L'impresa realizzatrice rimarrà responsabile dell'esecuzione dei lavori e del mantenimento delle opere, per un periodo di tre anni dal termine dei medesimi, ovvero dalla data certificata con apposito verbale. Durante il periodo indicato, l'impresa realizzatrice dovrà provvedere alla sistemazione del taglio ogni qualvolta si verifichi un cedimento parziale o totale. Il ripristino, in caso di cedimento, dovrà essere immediato ed a carico dell'impresa realizzatrice.

Dovrà essere verificato ed assicurato per i lavori di scavo e su tutta l'area interessata dagli interventi, il perfetto smaltimento delle acque meteoriche e di scarico della strada con il mantenimento delle quote attuali delle banchine o dei marciapiedi con eventuale risagomatura sia della scarpata, per mezzo con terreno vegetale, che del fosso di raccolta acque meteoriche o del marciapiede. Eventuali danni od incidenti a cose e persone per causa o conseguente a ristagno di acqua sulla sede viaria, franamenti o scoscendimenti della banchina saranno a completa responsabilità dell'Impresa.

Durante le fasi di escavazione dovranno essere garantite le seguenti misure di sicurezza:

- l'obbligo, durante la fase di scavo dei caviddotti, dei blocchi, dei pozzetti, di approntare tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti;



- l'obbligo durante le ore notturne della segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sulla sede stradale, che dovrà essere di tipo luminoso a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare;
- l'obbligo di riporto su tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) del nome della Ditta appaltatrice o subappaltatrice dei lavori, il suo indirizzo e numero telefonico;

L'esecuzione dei lavori non dovrà in generale dare impedimento alla libera circolazione di veicoli e pedoni ed ostacolare accessi a proprietà private: nel caso di lavori in prossimità di qualsiasi accesso privato l'Impresa dovrà, con ragionevole anticipo, comunicare ai proprietari degli accessi interessati dall'intervento eventuali inagibilità degli stessi a causa dei lavori in corso. In ogni caso dovrà essere disponibile idonea piastra metallica per copertura delle opere di scavo da utilizzarsi in caso di emergenza o nel caso di prolungamento dei lavori per cause di forza maggiore.

7.3. Determinazione delle potenze

La potenza assorbita (P_{ass}) è stata calcolata tenendo conto della potenza nominale (P_n) del coefficiente di contemporaneità (k_c) e del fattore di utilizzazione (k_u) messi in relazione dalla seguente formula:

$$P_{ass} = P_n \cdot k_c \cdot k_u$$

Ovviamente da tale potenza assorbita si risale alla corrente nominale delle apparecchiature di protezione

7.4. Criteri di scelta dei conduttori

Le sezioni dei conduttori, sono calcolate tenendo conto della corrente di assorbimento degli utilizzatori, dalla lunghezza dei circuiti, e scelte tra quelle unificate in modo che la caduta di tensione massima misurabile nel punto di alimentazione dell'utenza sia:

- energia ordinaria di illuminazione pubblica = 5% della tensione nominale (U_n)

In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

Inoltre le sezioni delle linee elettriche saranno coordinate con le protezioni a monte in modo che risultino verificate secondo la Norma CEI 64-8:

a) dal punto di vista della protezione contro i sovraccarichi

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$
$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

essendo:

- I_b la corrente di impiego del circuito
- I_n la corrente nominale dell'interruttore di protezione
- I_z la portata del cavo
- I_f la corrente di intervento dell'interruttore nel tempo convenzionale

b) dal punto di vista del corto circuito massimo secondo le relazioni:

$$I^2 t \leq K^2 S^2$$

essendo:

- I la corrente di corto circuito



- t il tempo di intervento della protezione
- K coefficiente che tiene conto dell'isolante del cavo
- S la sezione del cavo

c) dal punto di vista del corto circuito minimo a fondo linea secondo le relazioni:

$$I_{cc\ min} \geq I_m$$

dove:

- $I_{cc\ min}$ corrente di cto cto minima a fondo linea
- I_m corrente di protezione magnetica del dispositivo di protezione

N.B. Vista la lunghezza delle linee dorsali e la scarsa probabilità che un corto circuito possa verificarsi nelle stesse si ritiene di non dover verificare, nel caso specifico, le relazioni di cui al punto 06.04.c). Per quanto riguarda la protezione dei corpi illuminanti contro il sovraccarico e delle linee in derivazione contro il corto circuito, si provvederà a posare fusibili aventi portate adeguate entro le morsettiere dei vari pali.

7.5. Impianti di messa a terra

Per impianto di terra si intende l'insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori (o nodi) principali di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali, destinato nel nostro caso a realizzare la messa a terra di protezione.

Il dispersore è un corpo o conduttore in intimo contatto con il terreno, che realizza un collegamento elettrico con la terra; può essere intenzionale, quando è installato per scopi inerenti alla messa a terra di impianti elettrici, oppure di fatto quando è installato per scopi non inerenti alla messa a terra di impianti elettrici, ma il suo buon contatto con il terreno fa sì che si possano usare come dispersori veri e propri.

La sezione e le dimensioni minime dei dispersori non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella Tabella sotto riportata e comunque come da paragrafo 542.2.3 e 542.2.4 della Norma CEI 64-8:

	1	2	3	4	5
	Tipo di elettrodo	Dimensioni	Acciaio zincato a caldo (norma CEI 7-6)	Acciaio rivestito di rame	Rame
Per posa nel terreno	Piastra	Spessore (mm)	3	<input checked="" type="checkbox"/>	3
	Nastro	Spessore (mm) Sezione (mm ²)	3 100	<input checked="" type="checkbox"/>	3 50
	Tondino o conduttore massiccio	Sezione (mm ²)	50	<input checked="" type="checkbox"/>	35
	Conduttore cordato	φ ciascun filo (mm) Sezione corda (mm ²)	1,8 50	<input checked="" type="checkbox"/>	1,8 35
Per infissione nel terreno	Picchetto a tubo	φ esterno (mm) Spessore (mm)	40 2	<input checked="" type="checkbox"/>	30 3
	Picchetto massiccio	φ (mm)	20	15 (2) (3)	15
	Picchetto profilato	Spessore (mm) Dim. Trasversale (mm)	5 50	<input checked="" type="checkbox"/>	5 50

Tabella G

(1) Anche acciaio senza rivestimento protettivo, purché con spessore aumentato del 50% (sezione minima 100 mm²)

(2) Rivestimento per deposito elettrolitico: 100μm

(3) Rivestimento per trafilatura: spessore 500μm

Tipo e dimensioni non considerati nella norma



Il conduttore di terra è quel conduttore che collega il collettore (o nodo) principale di terra al dispersore od i dispersori tra loro (vedi paragrafo D.01 – Tabella D della presente relazione). Il collettore (o nodo) principale di terra è un elemento previsto per il collegamento al dispersore dei conduttori di protezione, inclusi i conduttori equipotenziali e di terra. Il conduttore di protezione, serve al collegamento tra masse, masse estranee al collettore di terra (vedi paragrafo D.01 – Tabella E e successive prescrizioni, della presente relazione). I conduttori equipotenziali invece devono assicurare l'equipotenzialità fra le masse e le masse estranee, così da evitare che, in caso di guasto, si possano manifestare differenze di potenziale pericolose fra parti metalliche che possono essere toccate contemporaneamente da una persona. Inoltre l'equipotenzialità è l'unico sistema in grado di assicurare la protezione da tensioni pericolose provenienti dall'esterno dell'impianto.

Qui di seguito riportiamo un esempio schematico dell'impianto di terra:

LEGENDA

- DA Dispersore (intenzionale)
- DN Dispersore (di fatto)
- CT Conduttore di terra

Nota Tratto di conduttore non in contatto elettrico con il terreno.

MT Collettore (o nodo) principale di terra

PE Conduttore di protezione

EQP Conduttori equipotenziali principali

EQS Conduttori equipotenziali supplementari (per es. in locale da bagno)

A - B: Masse

2, 3, 4, 5, 6: Masse estranee

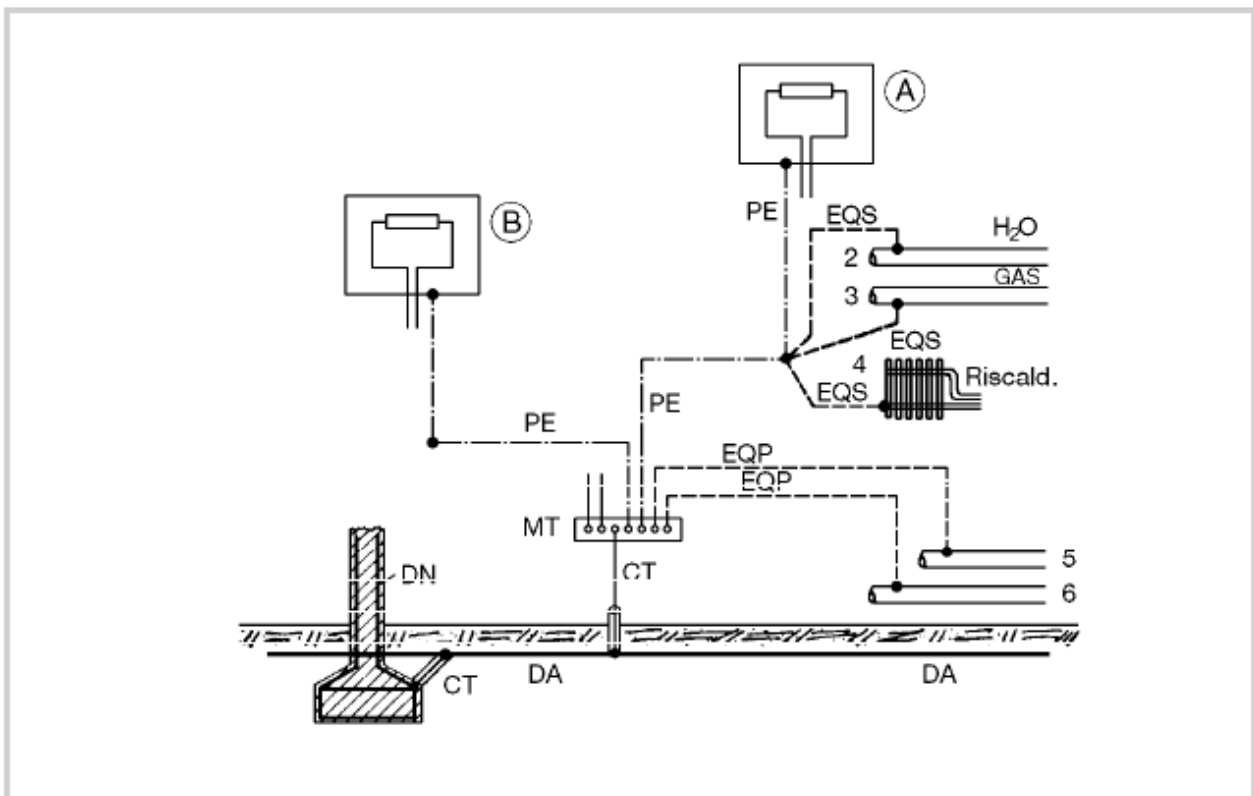


Figura 1



A seconda del tipo di messa a terra l'impianto utilizzatore viene classificato come TT, TN (TN-S / TN-C) o IT; la prima lettera indica lo stato del sistema rispetto al terreno (I = isolato, T = a terra), la seconda lo stato delle masse rispetto al terreno (T = a terra, N = al neutro). Nei sistemi TT il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione.

7.6. Protezione contro i contatti diretti

Tale protezione consiste nel realizzare misure di sicurezza per proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto diretto con le parti attive; le Norme CEI 64-8 (4/412) prevedono le seguenti modalità esecutive:

- a) protezione mediante isolamento che può essere rimosso solo mediante distruzione (protezione totale);
- b) protezione mediante involucri o barriere (impediscono ogni tipo di contatto);
- c) protezione mediante ostacoli (impediscono solo il contatto accidentale non l'intenzionale);
- d) protezione mediante distanziamento (impediscono solo il contatto accidentale non l'intenzionale);
- e) protezione addizionale mediante interruttore differenziale (non può essere usata da sola);

7.7. Protezione contro i contatti indiretti

Realizzazione della protezione delle persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti conduttrici che potrebbero andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale realizzato essenzialmente in due modi:

- a) utilizzando componenti elettrici costruiti in classe II oppure realizzando una separazione elettrica del circuito;
- b) con interruzione automatica del circuito (utilizzando interruttori automatici e/o interruttori differenziali).

La scelta della modalità e dell'apparecchiatura più appropriata dipende dal particolare tipo di impianto in cui si opera: TT, TN oppure IT.

7.8. Determinazione dell'anello di guasto sistema tt

In caso di guasto, quando la rete è alimentata dall'ente distributore il sistema risultante è del tipo TT e per assicurare la protezione contro i contatti indiretti in tale tipo di impianti, le Norme CEI 64-8 prescrivono che deve essere verificata la condizione $R_t \leq 50/I_a$ ovvero $R_t \leq 25/I_a$ (per ambienti soggetti a normativa specifica) dove R_t è il valore in ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli, I_a è il valore della corrente di intervento del dispositivo di protezione e 50V (ovvero 25V) è il valore della tensione di contatto limite convenzionale.

La protezione contro i contatti indiretti deve essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- a. coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente. Questo tipo di protezione prevede la realizzazione dell'impianto di terra coordinato con un interruttore munito di relè magnetotermico; in questo caso la relazione risulta essere: $R_t \leq 50/I_s$ (ovvero $R_t \leq 25/I_s$) dove I_s è il valore di corrente nominale in grado di fare intervenire il dispositivo di massima corrente dell'interruttore (in genere il relè magnetico) in un tempo ≤ 5 sec.;
- b. coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali. Questo tipo di protezione prevede la realizzazione dell'impianto di terra coordinato con un interruttore munito di relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto a terra creino situazioni di pericolo; la relazione di cui sopra diviene allora: $R_t \leq 50/I_d$ dove I_d è il più elevato fra i valori in ampere delle correnti differenziali nominali di intervento delle protezioni differenziali poste a protezione dei singoli impianti utilizzatori.

In entrambi i casi il valore di R_t da garantire per effettuare un perfetto coordinamento tra impianto di messa a terra e interruttori di protezione dipende dal tipo di dispositivo adottato; come è facilmente deducibile la scelta di utilizzare dispositivi di massima corrente impone che il valore di R_t sia limitato, e ciò a causa di fattori esterni (es. la scarsa conducibilità del terreno) non è sempre realizzabile; l'impiego di interruttore differenziale permette invece di realizzare il suddetto coordinamento con valori di R_t più alti, basti pensare che:

$$R_t \leq \frac{50}{I_d} \Rightarrow 166,7 \leq \frac{50}{0,3}$$



Osservando la formula sopraesposta si nota che utilizzando interruttori differenziali aventi I_d pari a 0,3A si ottiene il coordinamento con valori di R_t fino 166,7 Ω .

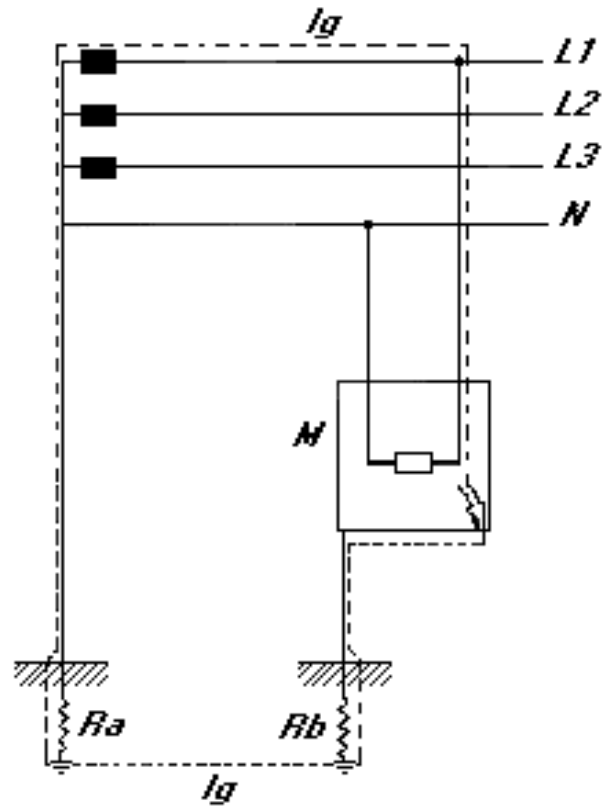


Figura 2



8. Specifica impianti elettrici da realizzare

8.1. Descrizione sintetica intervento da eseguire

L'impianto di illuminazione pubblica oggetto dell'intervento sarà interamente realizzati in classe II.

Le linee elettriche di nuova posa dell'impianto di illuminazione pubblica in oggetto dovranno essere del tipo FG16R16/0,6-1kV adatte alla posa interrata da ubicare all'interno dei cavedi precedentemente predisposti. La sezione, non potrà essere inferiore ai 6mm². Le derivazioni ai punti luce posti su palo verranno in genere realizzate all'interno di morsettiere a doppio isolamento complete di sezionatore a fusibili predisposte per l'entra esci e apposito portello di chiusura per i corpi illuminanti installati su palo.

I sostegni saranno del tipo conico con spessore 3/4mm comprensivi di manicotto d'acciaio posta alla base del palo.

I sostegni verranno installati in modo da garantire un'interdistanza minima (come da legge regionale n°31-15) pari a 3,7 volte l'altezza del punto luce; da tale prescrizione saranno esentati i punti luce che dovessero ricadere in prossimità di passi carrabili e i punti luce atti all'illuminazione delle rotatorie o incroci dove il mantenimento di tale passo non garantirebbe un risultato illuminotecnico adeguato.

I corpi illuminanti saranno del tipo a doppio isolamento, interamente metallici, grado di protezione IP67 e con sorgente luminosa al LED. I corpi illuminanti dovranno essere posati secondo le indicazioni della L.R. 31-15, come diffusamente espresso nei punti precedenti della presente relazione.

8.2. Linee elettriche

L'appaltatore dovrà provvedere alla fornitura ed alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alimentazione di energia.

Le linee dorsali principali dovranno essere realizzate mediante distribuzione monofase/trifase + neutro, con cavi tipo FG16(O)R16 0.6/1kV di sezione costante ed uguale sia per i conduttori di fase, sia per il conduttore di neutro.

I cavi dovranno avere sezione idonea per ottenere una caduta di tensione non superiore al 4% dal punto di consegna Enel, e comunque mai inferiore a 6 mm².

I cavi di collegamento del punto luce dovranno essere del tipo FG16(O)R16 0,6/1kV e dovranno essere dimensionati in modo tale da garantire la protezione contro i cortocircuiti secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8. Nel caso in cui la protezione suddetta non possa essere garantita dal fusibile interno alla morsettiere incasso palo, la sezione del cavo di collegamento non potrà mai essere inferiore a 2,5 mm².

Tutti i cavi saranno rispondenti alla norma CEI 20-13 e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ o equivalente.

L'appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato negli elaborati progettuali, salvo eventuali diverse prescrizioni della direzione dei lavori.

I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativa. Per i cavi unipolari la distinzione delle fasi e del neutro dovrà apparire esternamente sulla guaina protettiva. È consentita l'apposizione di fascette distintive ogni tre metri in nastro adesivo, colorate in modo diverso (marrone fase R - bianco fase S - verde fase T - blu chiaro neutro).

I cavi infilati entro pali o tubi metallici saranno ulteriormente protetti da guaina isolante.

8.3. Cassette - morsettiere e giunte - guaine isolanti

La derivazione agli apparecchi di illuminazione su sostegno, in cavo bipolare della sezione di 2,5 mm², sarà effettuata con l'impiego di morsettiere realizzate in resina poliammidica 6 autoestinguente V0 a 0,75mm ed antitraccia CTI 600. Certificazione IMQ - Istituto Italiano del Marchio di Qualità 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), IK08 secondo CEI EN 50102. Il portello da palo sarà in alluminio.

Portafusibile per fusibili dim. 8,5 x 31,5 - 380 V - max 20 A. Tensione nominale 500 V. min. 186 - max. 188.

Fusibili cilindrici tipo gG dim. 8,5 x 31,5 da 2A.

All'interno dell'apposito alloggiamento dovranno essere installate dette morsettiere, complete di:

n°1 fusibile di protezione se il punto luce è costituito da singola luce;



n°2 fusibili di protezione se il punto luce è costituito da due o più luci. La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi; per tratti di dorsali rilevanti dovrà essere previsto altresì un sezionamento dell'intera linea facendo transitare le tre fasi ed il neutro in una cassetta di connessione collocato nell'asola di un palo secondo indicazione del direttore dei lavori.

Per consentire la futura implementazione del sistema di telecontrollo punto-punto la risalita cavi della morsettiera palo al corpo illuminante dovrà essere realizzata con cavo tipo FG16R16 0.6/1kV sez. min. 4x1.5mm², in cui due conduttori dovranno essere utilizzati per l'alimentazione del driver del corpo illuminante e due conduttori disponibili per il segnale di controllo.

Le giunzioni dovranno essere realizzate nei pozzetti senza interruzione del conduttore, utilizzando idonei connettori a compressione crimpati, prevedendo il ripristino dell'isolamento mediante nastro autoagglomerante e successiva finitura mediante nastro isolante. La giunzione dovrà essere realizzata a "T" e non in linea, per garantire l'idoneo grado di protezione della giunzione stessa.

Come detto, tutti i conduttori infilati entro i pali e bracci metallici, saranno ulteriormente protetti, agli effetti del doppio isolamento, da una guaina isolante di diametro adeguato; tale guaina dovrà avere rigidità dielettrica - 10 kV/mm; il tipo di guaina isolante dovrà comunque essere approvato dal direttore dei lavori.

8.4. Pali di sostegno

I pali di sostegno dovranno essere di tipo tronco-conico o cilindrico in acciaio zincato a caldo, completi di targhetta identificativa con marchiatura UNI EN 40.

L'utilizzo di pali di sostegno a sviluppo rastremato è ammesso solamente qualora faccia parte di sistema composto di illuminazione urbana ed artistica.

I pali dovranno essere in acciaio S275JR (Fe 430B), come da Norma UNI 10025-2, ed ottenuti per laminazione a caldo da tubi E.R.W., secondo Norma UNI EN 10217-1, oppure ricavati da lamiera piegatura e successiva saldatura longitudinale, in entrambe le versioni zincati a caldo secondo la Norma UNI EN ISO 1461. La saldatura dovrà essere automatica ad arco sommerso oppure automatica o semiautomatica sotto gas protettore.

In corrispondenza della cima e della base del sostegno è consentito eseguire un foro (di diametro non superiore a 12 mm) per l'aggancio del palo in fase di zincatura ed agevolare l'immersione nelle vasche.

La zincatura dei pali deve presentare uniformità di colore. Non saranno accettate zone scure o con diversità di colorazione (chiaro-scuro) di qualsiasi dimensione. A zincatura eseguita i sostegni devono presentare superfici interne ed esterne lisce, prive di grumi, macchie, punte, colature, e distacchi anche di minima entità. Eventuali ritocchi devono essere eseguiti con zincante inorganico fino al raggiungimento dello spessore richiesto e ricoperti con zincante spray. Per particolari necessità, oltre alla zincatura potrà essere richiesta una verniciatura con colore RAL stabilito di volta in volta. In questo caso alla superficie zincata del palo si procederà a:

- sgrassatura con solvente idoneo ad azione emulsionante, risciacquatura e asciugatura;
- applicazione di una mano di primer (spessore 40 µm) idoneo a superfici zincate a caldo (epossidiammidico atossico);
- applicazione di due mani (ognuna per uno spessore di 40 µm) di vernice poliuretanica con indurente polisocianico alifatico, bicomponente. Le vernici utilizzate nell'intero procedimento devono essere del medesimo fabbricante e compatibili tra di loro. In alternativa alla verniciatura come sopra descritta, potrà essere proposto il processo di termolaccatura.

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.

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. La protezione della base del palo dovrà essere sempre realizzata dal costruttore del palo stesso, con certificazione di conformità alla Norma UNI EN 40, e potrà essere costituita da guaina termorestringente o, in alternativa, da manicotto in acciaio saldato alla base. Il manicotto saldato, qualora il palo sia verniciato, dovrà essere anch'esso verniciato della medesima colorazione del sostegno stesso. I cordoli cementizi da realizzarsi nella zona d'incastro del palo nel plinto di fondazione dovranno essere realizzati "a raso". All'interno dell'apposito alloggiamento dovranno essere installate morsettiera ad incasso palo in classe d'isolamento secondo complete di:



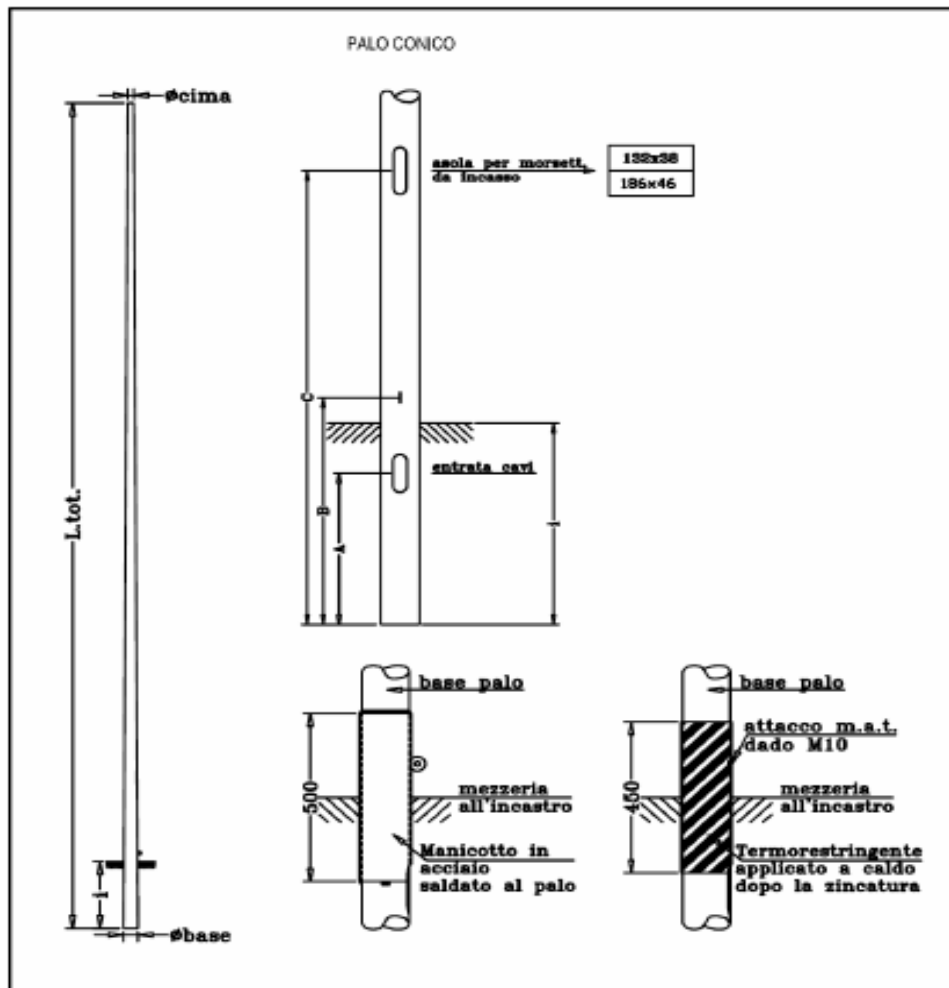
- n°1 fusibile di protezione se il punto luce è costituito da singola luce;
- n°2 fusibili di protezione se il punto luce è costituito da due o più luci.

Gli alloggiamenti per le morsettiere ad incasso palo dovranno essere dotate di idonea portella di chiusura in alluminio pressofuso, complete di linguette in ottone per serraggio su palo, viteria in acciaio inox, guarnizione in gomma EPDM resistente agli agenti atmosferici, senza personalizzazione (p.es. "ENEL"). Grado di protezione IP 54 secondo norma CEI EN 60529 ed IK 08 secondo norma CEI EN 50102. I portelli, equipaggianti pali verniciati, dovranno possedere la medesima colorazione dei sostegni stessi. L'eventuale verniciatura dei pali dovrà essere realizzata e certificata direttamente dalla casa costruttrice. Ogni palo dovrà possedere un'asola per l'ingresso dei cavi elettrici al suo interno ed un'asola per l'alloggiamento della morsettiera di derivazione; le porzioni di raggio delle asole devono avere i bordi arrotondati sia internamente sia esternamente, in modo da evitare abrasioni sul cavo elettrico o sul relativo tubo di protezione. Tutti i sostegni dovranno essere completi di dado saldato per la messa a terra. La filettatura del dado dovrà essere regolare e libera da scorie di zincatura, in modo che la vite possa essere avvitata agevolmente.

Tutti i sostegni dovranno possedere targhetta adesiva con riportata sopra la marcatura CE, la sigla del costruttore, il codice prodotto, l'anno di fabbricazione e dimensioni, in particolar modo altezza e spessore espressi in millimetri. Non è ammesso il collegamento entra - esci all'interno dei sostegni; la giunzione di derivazione dovrà avvenire del tipo ad "Y" all'interno del pozzetto di derivazione di ogni plinto

di fondazione.

Saranno comunque da rispettare le indicazioni riportate nelle sezioni presenti nella planimetria allegata.





Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la norma CEI 7-6 (1968).

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile, serie pesante, diametro 50 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi. Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola o a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o cordoli zincati a caldo secondo norma UNI-EN 40/4.

8.5. Pozzetti

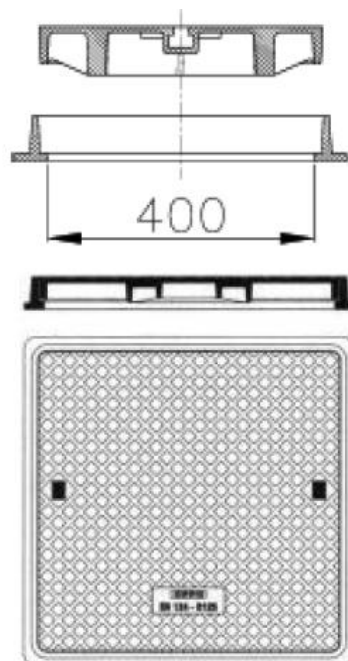
I pozzetti dovranno essere realizzati mediante anelli in calcestruzzo vibrocompresso senza fondo, ispezionabili, con chiusino in ghisa carrabile lamellare UNI EN 124 aventi luce netta minima pari a 40x40 cm senza personalizzazione (ENEL / TELECOM), completi di fori di

aggancio per apertura con attrezzo apri - chiusini ed a forma esclusivamente quadrata.

Non è ammesso l'utilizzo di chiusini in ghisa sferoidale.

La scelta della classe di portata dovrà essere definita in base al luogo di installazione conformemente al seguente elenco:

- Classe B125: aree verdi e pedonali;
- Classe C250: aree ciclopedonali - marciapiedi - parcheggi - banchine stradali - fascia bordo strada che si estende fino a 0,5 metri sulle corsie di circolazione;
- Classe D400: vie di circolazione escluse dalle fasce di cui sopra.



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.



8.6. Plinti di fondazione

I plinti di fondazione dovranno essere prefabbricati o realizzati in getto di calcestruzzo

eseguito in opera, con tubo di cemento o PVC per innesto palo, di diametro non inferiore a 1,5 volte il diametro di base del palo stesso, e della lunghezza minima di centimetri 80.

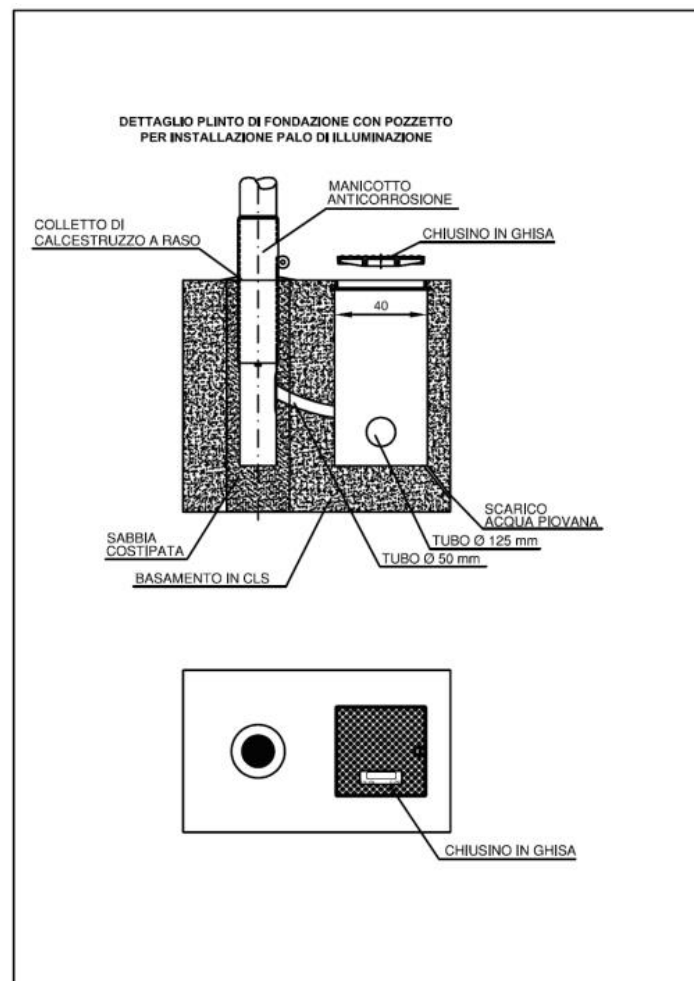
I plinti dovranno essere completi di pozzetto ispezionabile, il quale dovrà essere posizionato nelle immediate vicinanze del palo, con chiusino in ghisa carrabile UNI EN 124, avente luce netta minima pari a 40x40 centimetri, senza personalizzazione (ENEL / TELECOM), completo di fori di aggancio per apertura con attrezzo apri-chiusini.

La scelta della classe di portata dovrà essere definita in base al luogo di installazione conformemente al seguente elenco:

- Classe B125: aree verdi;
- Classe C250: aree ciclopedonali – marciapiedi – parcheggi – banchine stradali – fascia bordo strada che si estende fino a 0,5 metri sulle corsie di circolazione;
- Classe D400: vie di circolazione escluse dalle fasce di cui sopra.

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.





8.7. Scavo e cavidotti per impianti di illuminazione pubblica

Gli impianti di illuminazione pubblica in oggetto saranno realizzati in appositi cavidotti FU15 diametro 125mm ubicati all'interno di scavo avente le seguenti caratteristiche:

Scavo sezione 40x60 con tubo diam. 125mm con successivo ripristino.

Realizzazione di scavo a sezione obbligata, relativo alla realizzazione dell'impianto di pubblica illuminazione, da eseguirsi in sterrato / sottofondo battuto, escluso taglio di sezioni stradale, sottopassaggi nonché rifiniture con catramature di fondo e manto d'usura. Sezione di scavo pari a mm. 450 di larghezza e mm. 600 di profondità, (o 1,00mt negli attraversamenti stradali).

I cavidotti da utilizzare saranno del tipo corrugato, flessibili, di tipo pesante a doppia parete, del diam. pari a 125 mm, (n°2 per impianto di pubblica illuminazione). Copertura successiva delle stesse tubazioni con rinfianco per tutta la lunghezza dello scavo, della tubazione sopra citata, con strato protettivo in sabbia di fiume ben costipata (materiale di risulta) e pressata attorno alla tubazione medesima. Posa in opera nella stessa sezione di scavo di un nastro segnalatore, indicante il passaggio sottostante, di tubazioni adibite al trasporto di energia elettrica.

Opera da realizzarsi secondo le regole dell'arte completa di tutte le opere e materiali necessari e finalizzate ad evitare futuri scompensi superficiali del terreno.

I cavidotti interrati saranno del tipo PEAD avente diametro nominale minimo pari a 125mm e dovranno essere protetti mediante cassetta in C.L.S. Dovrà essere posato, ad una quota inferiore rispetto alla cassetta, un nastro con scritta "illuminazione pubblica" al fine di segnalare la presenza della tubazione

8.8. Impianto di terra

L'impianto non prevede la messa a terra degli apparecchi di illuminazione pubblica in oggetto in quanto saranno utilizzate apparecchiature a doppio isolamento (Classe II).

Si è previsto il punto a potenziale zero in prossimità del quadro elettrico, per il collegamento dello scaricatore di terra e la realizzazione delle misure di isolamento dei circuiti ai sensi CEI 64-8 / 714

Le indicazioni fornite al punto 07.00) riguardano la consistenza e la tipologia dell'impianto elettrico da realizzare. Dette indicazioni sono da considerarsi generiche e semplicemente di raccordo tra i diversi documenti che costituiscono il progetto. Internamente a tali documenti saranno fornite tutte le caratteristiche, le quantità, i posizionamenti degli impianti e delle apparecchiature, i calcoli, le valutazioni, le informazioni tecniche e di dettaglio atte alla corretta realizzazione degli impianti elettrici in oggetto.