



COMUNE DI ANDALO

PROVINCIA DI TRENTO

Codice fiscale e Partita IVA 00319630224

C.A.P. 38010 - Piazza Centrale n° 1

PROGETTO ESECUTIVO

Lavori di "EFFICIENTAMENTO DELL'ILLUMINAZIONE PUBBLICA DI VIA PAGANELLA
DALL'INCROCIO CON VIA RINDOLE IN DIREZIONE NORD CON RIDOTTO IMPATTO
AMBIENTALE IN UN'OTTICA DI CICLO DI VITA" - ANNO 2024"

EE.R.120.0.02

CSA - Norme tecniche

DATA: LUGLIO 2024
AGGIORNAMENTO: REV 0

PROGETTAZIONE:

ing. Stefano Ioriatti

Studio Tecnico

p.ta Conti di Schreck, 5 Baselga Piné

IMBRO :

1. INTRODUZIONE

Il presente elaborato "Capitolato Speciale D'Appalto - Norme Tecniche Opere Impiantistiche" è relativo agli impianti tecnologici (illuminazione) previsti relativi alla costruzione dell'impianto di illuminazione pubblica a servizio delle vie nel comune di Andalo in provincia di Trento.

Le norme tecniche inserite nel presente capitolato speciale s'intendono valide per le tipologie d'impianto tecnologico previsto o prevedibile per la realizzazione dell'opera. Tali impianti possono peraltro trovare una identificazione più dettagliata nelle descrizioni specifiche degli stessi riportate anche in altri elaborati di progetto, in particolare nella relazione tecnica, nella forma estesa dell'elenco descrittivo delle voci (o nell'elenco prezzi unitari) e negli elaborati grafici che concorrono a definire il computo metrico estimativo.

Saranno invece oggetto del presente documento aspetti di carattere tecnico inerenti a:

- Criteri di accettazione dei materiali
- Specifiche prestazionali dei componenti

Le prescrizioni che seguono hanno carattere generale e pertanto esse possono talvolta comprendere apparecchiature e materiali non previsti nel presente appalto. Esse tuttavia vengono ugualmente riportate poiché si ritengono utili per l'eventuale realizzazione di opere in variante al momento non prevedibili.

Nel caso vengano richieste caratteristiche diverse da quelle indicate in questo documento esse verranno chiaramente precisate negli altri elaborati di progetto.

Il capitolato speciale d'appalto, così come l'elenco descrittivo delle voci (o l'elenco prezzi unitari), vincola l'impresa appaltatrice (che per brevità viene in seguito chiamata "Appaltatore") nei confronti dell'Ente Appaltante, e costituisce parte integrante del contratto d'appalto.

L'Ente Appaltante nei confronti dell'Appaltatore, per quanto concerne l'esecuzione delle opere oggetto del presente elaborato e ad ogni conseguente effetto, potrà essere rappresentato dalla Direzione Lavori, secondo quanto disposto dalla normativa in genere vigente per le Opere Pubbliche, e dal Capitolato Generale d'Appalto per le OO.PP. Resta inteso che L'Appalto comprende la fornitura, la posa in opera la messa in servizio, le prove e collaudi funzionali di tutti i componenti necessari per ottenere un impianto, a regola d'arte, completo e perfettamente funzionante. La realizzazione delle opere di cui trattasi dovrà essere completata dall'Appaltatore nei tempi richiesti dalla Committenza, ovvero evidenziati nel Cronoprogramma dei lavori e con modalità rispondenti alla normativa tecnica ed alle specifiche indicate nel presente documento e negli altri elaborati di progetto facenti parte integrante del contratto. Ovviamente, se nel corso dei lavori fosse emanata una nuova norma attinente i lavori stessi, la Ditta dovrà segnalarla alla DL e concordare con la stessa le eventuali modifiche per rispondere alle nuove prescrizioni.

2. DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE

Nel seguito verranno impiegati i termini "Amministrazione Appaltante", "Stazione Appaltante (SA)" e "Committente":

essi si devono ritenere sinonimi ed indicano il COMMITTENTE dell'Opera. Inoltre verranno utilizzati i termini "Impresa", "Consorzio di Imprese", "Associazione temporanea di Imprese (ATI)", "Ditta", "Appaltatore", "Esecutore": anch'essi si devono ritenere sinonimi e indicano il soggetto APPALTATORE dell'opera.

Infine, per comodità, vengono introdotte le seguenti abbreviazioni (in ordine alfabetico):

- ☐ AD - Azienda distributrice di energia elettrica, e/o di gas, e/o di acqua
- ☐ BT o bt - Simbolo generico di "Sistema di bassa tensione in c.a.": nel caso specifico sta per 400/230V ovvero 690 V
- ☐ CCIAA - Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura
- ☐ CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano
- ☐ CSA - Capitolato Speciale di Appalto
- ☐ DL - Direzione dei Lavori, generale o specifica
- ☐ ENEL - Ente Nazionale per l'Energia Elettrica (utilizzato anche come sinonimo di Enel Distribuzione SpA)
- ☐ AE - Azienda Elettrica competente nel territorio di realizzazione dell'opera
- ☐ IMQ - Istituto Italiano per il Marchio di Qualità
- ☐ MT - Simbolo generico di "Sistema di media tensione in c.a.": nel caso specifico sta per 20kV
- ☐ PU - Prezzo Unitario
- ☐ SA - Stazione Appaltante
- ☐ SIL - Sistema Italiano Laboratori di prova
- ☐ UNEL - Unificazione Elettrotecnica Italiana
- ☐ UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione
- ☐ VVF - Vigili del Fuoco
- ☐ CAM - Criteri Minimi Ambientali

Eventuali altri acronimi potranno essere introdotti solo dopo che siano stati definiti, tra parentesi, accanto alla definizione estesa del proprio significato.

3. OGGETTO DELLE OPERE

L'oggetto delle opere impiantistiche previste nell'ambito del presente appalto comprende impianti di illuminazione e controllo:

- ☐ Impianto d'illuminazione pubblica
- ☐ Cavi elettrici

4. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Omissis .. vedesi relazione tecnica.

5. MODALITA' ESECUTIVE DEGLI IMPIANTI

5.1 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

5.1.1 Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti deve essere garantita in generale tramite isolamento della parte attiva. Devono essere pertanto adottati quegli accorgimenti (isolamenti rimovibili soltanto mediante attrezzo o distruzione, involucri e barriere tali da assicurare almeno un grado di protezione IPXXB o su superfici orizzontali a portata di mano IPXXD, porte, chiavi, ecc.) idonei ad escludere l'accesso a parti in tensione senza prima aver effettuato tutte le manovre necessarie per il sezionamento dell'impianto e la messa a terra dei conduttori. Si rammenta che in base alle norme CEI 70-1 il grado di protezione è IPXXB quando il dito di prova non può toccare parti in tensione; il grado di protezione è IPXXD quando il contatto a parti in tensione è impedito ad un filo con diametro 1 mm e lunghezza 100 mm. Ogni circuito deve essere dotato di dispositivo onnipolare in grado di garantire sezionamento di tutti i conduttori attivi (quindi neutro compreso).

In particolare si fanno le seguenti prescrizioni:

- ☐ L'accesso ai quadri elettrici deve essere reso possibile solo a personale qualificato tramite l'uso di chiavi e/o attrezzi.
- ☐ Si devono realizzare tutti gli interblocchi necessari onde evitare chiusure accidentali che possono generare situazioni di pericolo per il personale addetto alla manutenzione
- ☐ Il grado di protezione dei quadri, a porte aperte, deve essere almeno IP44
- ☐ Uso di dispositivi differenziali con $I_{dn} \leq 30$ mA: essi possono solo concorrere alla protezione contro i contatti diretti ma devono essere sempre integrati con altre misure di protezione

5.1.2 Protezione contro i contatti indiretti

Per assicurare la protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica del circuito (vedi paragrafi successivi) è necessario adottare i seguenti accorgimenti:

- ☐ Collegamento a terra di tutte le masse metalliche
- ☐ Collegamento al collettore di terra dell'impianto dei conduttori di protezione, delle masse estranee (ad esempio: le parti delle tubazioni metalliche entranti nel fabbricato) tramite collegamenti equipotenziali principali e supplementari
- ☐ In alternativa utilizzo di impianti in doppio isolamento
- ☐ Terra funzionale in riferimento agli scaricatori posti a corredo degli apparecchi di illuminazione.

Si rammenta che l'impianto da realizzare sarà in doppio isolamento mentre la parte esistente è realizzata in classe di isolamento I. le due tipologie possono coesistere ma si raccomanda l'utilizzo di interruttori differenziali per tutte le tratte.

5.1.3 Protezione contro i cortocircuiti

Per la protezione contro i cortocircuiti, il dispositivo di protezione deve avere potere di interruzione superiore alla corrente di cortocircuito nel suo punto di installazione ed in caso di cortocircuito deve limitare la sollecitazione termica sulla conduttura protetta entro limiti ammissibili. I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti devono essere omessi dove l'apertura intempestiva del circuito è fonte di pericolo (vedi Norma CEI 64-8). Non è necessario proteggere contro il cortocircuito derivazioni di lunghezza non superiore a 3 m purché sia ridotto al minimo il rischio di cortocircuito, non siano in vicinanza di materiali combustibili (ad esempio cavi entro tubo) e non ci si trovi in luoghi a maggior rischio di incendio ed esplosione.

Ogni circuito (o gruppi di circuiti) deve poter essere sezionato dall'alimentazione per permettere di eseguire lavori su o in vicinanza di parti in tensione. Il sezionamento deve essere realizzato con dispositivi multipolari e deve riguardare anche il neutro se distribuito.

5.2 CAVI, CONDUTTORI ED ACCESSORI

5.2.1 Generalità

Sono ammessi conduttori di primaria marca e dotati di Marchio Italiano di Qualità (o marchio equivalente) e rispondenti alla Normativa specifica vigente (CEI ed UNEL).

Per quanto concerne il colore dell'isolamento dei conduttori si fa riferimento alla tabella UNEL 00722. Più precisamente:

- Fase R: nero
- Fase S: grigio
- Fase T: marrone
- Neutro: azzurro
- Terra: giallo-verde

L'azzurro ed il giallo-verde non potranno essere utilizzati per altri servizi nemmeno per gli impianti ausiliari.

Eventuali circuiti SELV dovranno avere colore diverso dagli altri circuiti. I cavi per energia devono avere conduttore in rame con sezione non inferiore a:

- 1,5 mmq per circuiti luce
- 2,5 mmq per circuiti FM

L'isolamento dovrà essere idoneo alle condizioni di posa.

A seconda delle applicazioni, i cavi possono essere scelti tra i seguenti (tutti non propaganti la fiamma):

- Senza guaina: FS17 450/750 V
- Con guaina: FG16(O)R 0.6/1 kV

I cavi per i circuiti di comando e segnalazione devono avere conduttore in rame con sezione non inferiore a 0.5 mmq e isolamento idoneo alle condizioni di posa. A seconda dei casi, oltre che fra i cavi per energia, i cavi per i circuiti di comando e segnalazione possono essere scelti tra i seguenti (tutti non propaganti la fiamma):

I conduttori ed i cavi vengono posti in opera possibilmente in un solo pezzo; eventuali giunzioni sono ammesse in cassette isolate dotate di morsettiera fissa e autorizzate dalla D.L. per pezzature fuori norma.

Per le linee composte da corde unipolari si prescrive che tutti i conduttori, che compongono ogni singola linea, siano graffiati fra loro e riconosciuti con apposita targhetta indicatrice.

Tutti i cavi devono essere isolati per la tensione massima tra i conduttori posati nello stesso tubo o canale. Le sezioni dei conduttori devono essere commisurate alle correnti di impiego e alla corrente nominale delle protezioni in modo che ne sia garantita la protezione contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti nelle reali condizioni di posa (al più può essere omessa la protezione contro i sovraccarichi nei circuiti di alimentazione impianti di illuminazione anche se sempre auspicata). Le sezioni dei conduttori inoltre devono garantire che le massime cadute di tensione tra l'origine dell'impianto e qualsiasi punto dell'impianto stesso non superino il 4%. I cavi interrati direttamente o posati in tubo protettivo non idoneo a proteggerli meccanicamente devono essere posati ad almeno 0.5 m di profondità e devono essere protetti con apposita lastra o tegolo. Non è prescritta alcuna profondità minima di installazione se il cavo risulta protetto meccanicamente nei confronti degli usuali attrezzi manuali di scavo da tubi metallici, condotti o cunicoli. Le tubazioni interrate devono far capo a pozzetti di ispezione di adeguate dimensioni dotate di robusti chiusini specie per le aree carrabili. Le condutture non devono essere posate in prossimità di tubazioni che producano calore, fumi o vapori. Il tipo di cavo nonché la sua formazione sono definite negli altri documenti di progetto.

5.2.2 Conduttori di terra

Per il nuovo impianto si utilizza la connessione a terra come terra funzionale per l'introduzione di scaricatori internamente ai corpi illuminanti. Le linee esistenti dovranno comunque continuare ad essere connesse a tale impianto esistente. Durante le operazioni di rimozione dell'impianto esistente si dovrà fare particolare attenzione a non interrompere la continuità di tale impianto per non compromettere la sicurezza sugli impianti esistenti.

Ogni circuito di alimentazione terminale prevede una derivazione, normalmente in cavo FG16OR di idonea sezione, da tale dorsale in prossimità della interruzione dei cavidotti presso le risalite dei cavi. La giunzione deve essere realizzata in modo tale da garantire la continuità metallica della dorsale principale che non deve mai essere interrotta ad evitare fenomeni di ossidazione che ne pregiudichino il corretto funzionamento.

Per le linee di alimentazione dei quadri elettrici, ogni singola linea è provvista di conduttore di protezione, di idonea sezione direttamente connesso all'impianto di terra principale.

5.2.3 Tipi di cavi e conduttori

Vengono riportate nel seguito le caratteristiche ammesse per i cavi. Per ulteriori dettagli tecnici si rinvia all'Elenco Descrittivo delle Voci o all'Elenco Prezzi Unitari.

5.2.3.1 Cavi tipo FG16(O)R 0.6/1kV – CEI 20-13

Saranno conformi costruttivamente alle norme del comitato CEI n. 20 applicabili e provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ). Saranno essenzialmente costituiti da:

CONDUTTORE: il conduttore (da 1 a 4) sarà formato da corde flessibili o da fili a resistenza ohmica secondo le prescrizioni CEI, classe 2

ISOLANTE: per l'isolamento delle singole anime sarà impiegata una composizione a base di EPR (etilene-propilene) di qualità G7 ad elevate caratteristiche meccaniche ed elettriche. Avrà elevata resistenza all'invecchiamento termico, al fenomeno delle scariche parziali e all'Azoto che consentirà maggior temperatura di esercizio dei conduttori

ISOLAMENTO INTERMEDIO: sull'insieme delle anime dei cavi multipolari, sarà predisposto un riempitivo non igroscopico

DISTINZIONE DEI CAVI A PIU' ANIME: la distinzione delle anime dovrà essere eseguita secondo le tabelle UNEL 00722-78 per cavi di tipo "5" (senza conduttore di protezione) e così suddivisa:

- Bipolari: blu chiaro, nero
- Tripolari: blu chiaro, nero, marrone
- Quadripolari: blu chiaro, nero, marrone, nero (per questa formazione si dovrà provvedere a distinguere una delle due anime nere con nastratura di diverso colore)
- Unipolari: nero (ogni singola anima dovrà essere distinta con nastratura di differente colore come per la formazione quadripolare)

PROTEZIONE ESTERNA: la guaina protettiva esterna sarà costituita da una speciale miscela in PVC con colorazione grigia secondo Tabelle UNEL del tipo non propagante l'incendio e a bassa emissione di gas corrosivi secondo norme CEI

INSTALLAZIONE: per quanto concerne il tipo di posa, raggi di curvatura, temperatura di posa, ecc., si dovranno seguire scrupolosamente le prescrizioni imposte dalle normative che ne regolano la materia, nonché le raccomandazioni da parte delle Case Costruttrici. L'attestazione ai poli delle apparecchiature di sezionamento o interruzione sarà effettuata a mezzo capicorda a pinzare con pinzatrice idraulica in modo che il contatto tra conduttore e capicorda sia il più sicuro possibile

DEFINIZIONE DELLA SIGLA:

- F = corda flessibile rotonda
- G16 = tipo di isolante (EPR)
- O = formazione multipolare-anime cordate
- R = materiale isolante guaina esterna in PVC
- 0.6/1 kV = tensione di prova espressa in KV a frequenza industriale su pezzatura

Dovrà essere provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori di prova di Istituti Universitari e fornibile su richiesta del Committente o della D.L.

5.3 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

5.3.1 Impianti di illuminazione esterna

5.3.1.1 Generalità

L'impianto di illuminazione esterna deve essere conforme alle norme CEI 64-7. I corpi illuminanti devono avere almeno grado di protezione IP44 se installati ad altezza rispettivamente inferiore o superiore a 3 m dal suolo. Per gli apparecchi installati in pozzetto il grado di protezione deve essere IP57. I corpi illuminanti installati ad altezza inferiore a 3 m devono dare accesso a parti attive solo con l'ausilio di attrezzi o chiavi. Le insegne luminose a tensione di rete sono assimilate all'illuminazione esterna. Le insegne luminose a catodo freddo ad alta tensione devono essere alimentate da trasformatori monofasi elevatori conformi alle norme CEI 34-39 con tensione massima secondaria a vuoto di 10 kV e potenza massima non superiore a 2,5 kVA. In corrispondenza del trasformatore deve essere posto un cartello monitore di tensione pericolosa. Il circuito primario del trasformatore deve essere protetto con dispositivo automatico idoneo anche al sezionamento e comando e non deve alimentare altri apparecchi utilizzatori. Il punto mediano dell'avvolgimento in alta tensione del trasformatore deve essere collegato a terra (è ammesso il collegamento a terra di un polo dell'avvolgimento se la tensione è non superiore a 5 kV). Tutte le masse dell'impianto di insegna luminosa devono essere collegate tra loro da conduttori equipotenziali i quali a loro volta devono essere collegati al punto dell'avvolgimento secondario del trasformatore messo a terra (sezioni non inferiori a 2,5 o 4 mmq se prevista o meno protezione meccanica). I cavi dei circuiti in alta tensione devono avere sezione non inferiore a 1 mmq, isolamento adatto alla tensione nominale verso terra e schermo metallico da collegare ai conduttori equipotenziali. Le giunzioni tra gli elettrodi delle lampade ed i cavi devono essere realizzati in modo da presentare caratteristiche dielettriche almeno pari a quelle del cavo. Le insegne a portata di mano (ad altezza inferiore a 2,5 m dal piano di calpestio) o soggette ad urti devono essere protette meccanicamente. I bracci, i supporti ed i pali metallici devono essere protetti contro la corrosione da zincatura a caldo e verniciatura. I pali metallici devono essere protetti contro la corrosione alla base di incastro con apposite fasce e devono essere infissi entro basamenti in calcestruzzo per garantirne la stabilità. Le dimensioni del basamento in calcestruzzo devono essere idonee all'altezza del sostegno e alla massima superficie frontale del corpo illuminante. Il sostegno metallico va connesso a terra a meno che l'impianto di illuminazione esterna (cavi, apparecchi illuminanti, giunzioni ecc.) non sia in classe II.

5.3.1.2 Apparecchi di illuminazione

Per una descrizione precisa delle caratteristiche degli apparecchi illuminanti si rinvia all'elenco Descrittivo delle Voci o all'Elenco Prezzi Unitari. Nel seguito sono riportate solo alcune prescrizioni di carattere generale. Tutti gli apparecchi di illuminazione devono avere il grado di protezione interno minimo:

- ☐ Apparecchi per illuminazione stradale (installati a quota ≥ 3 m):
- "Chiusi" (con coppa o rifrattore) vano ottico: IP44
- "Chiusi" (con coppa o rifrattore) vano ausiliari: IP23
 - ☐ Proiettori su torri faro o parete (verso il basso): IP65
 - ☐ Proiettori sommersi: IP68

Gli apparecchi illuminanti, nonché i loro componenti interni dovranno altresì essere rispondenti alle relative Norme di prodotto. Il corpo degli apparecchi dovrà essere comunque idoneo alle condizioni ambientali (agenti atmosferici o inquinanti). In ottemperanza alla Norma CEI 34-21, i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti completi di lampade, ausiliari elettrici ed eventuale fusibile già completi dei collegamenti di cablaggio. Il fusibile deve essere inserito direttamente a valle del sezionatore, sul conduttore di fase disposto in modo da non poter essere sostituito con apparecchio in tensione.

Gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori ed accenditori) della stessa casa costruttrice in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi. I riflettori per gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere conformati in modo da evitare che le radiazioni riflesse si concentrino sul bruciatore della lampada in quantità tale da pregiudicarne la durata o il funzionamento.

Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, in posizione che siano visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 – "Marcatura" della Norma CEI 34-21.

La rispondenza al complesso delle norme di cui sopra dovrà essere certificata con la consegna al Direttore dei lavori della dichiarazione di conformità alle norme stesse rilasciata dal costruttore degli apparecchi di illuminazione, ai sensi dei CAM, oppure tramite l'accertamento dell'esistenza del Marchio di Conformità apposto sugli apparecchi stessi, ovvero dal rilascio dell'attestato di conformità ai sensi della già citata Legge. Di ciascun apparecchio utilizzato dovrà essere fornita la seguente documentazione fotometrica:

- ☐ Angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale a cui deve essere montato l'apparecchio
- ☐ Curva polare di intensità luminosa riferita a 1000 lumen

- ☐ Diagramma di illuminamento orizzontale (curve isolux) riferite a 1000 lumen
- ☐ Diagramma del fattore di utilizzazione
- ☐ Classificazione dell'apparecchio agli effetti dell'abbagliamento con l'indicazione delle intensità luminose emesse rispettivamente a 90° (88°) ed a 80° rispetto alla verticale e la direzione dell'intensità luminosa massima (I max) sempre rispetto alla verticale. Nell'ipotesi di apparecchi ad ottica variabile devono essere forniti i dati fotometrici per ognuna delle configurazioni possibili.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno altresì essere del tipo indicato negli altri elaborati di progetto. Ovvero, secondo la classificazione della Commissione Internazionale di Illuminotecnica (C.I.E.), essi potranno essere di tipo:

- ☐ Cut-off

Il tipo di apparecchio di illuminazione da installare, qualora esso non risulti già definito nei vari elaborati di progetto, dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori. In ogni caso, l'Appaltatore provvederà all'approvvigionamento, al trasporto, all'immagazzinamento temporaneo, al trasporto a piè d'opera, al montaggio su palo o braccio o testata, all'esecuzione dei collegamenti elettrici, ed alle prove di funzionamento degli apparecchi di illuminazione con le caratteristiche definite in precedenza. L'Impresa dovrà eseguire la corretta installazione dell'apparecchio illuminante secondo le indicazioni di montaggio indicate dal costruttore. Inoltre gli apparecchi dovranno essere installati in modo da agevolare le operazioni di manutenzione (in particolare le fasi di pulizia e sostituzione lampade) senza generare situazioni di pericolo per gli operatori o danni agli apparecchi stessi. Per gli apparecchi di illuminazione in Classe II si dovrà porre la massima cura nell'esecuzione dei collegamenti elettrici affinché venga mantenuto il doppio isolamento.

5.3.1.3 Sostegni

Pali zincati e verniciati

I pali per illuminazione pubblica devono essere conformi alle norme UNI-EN 40. La collocazione dei pali dovrà rispettare quanto indicato dalla Norma CEI 64-7 in merito a distanziamenti ed altezze minime dalla carreggiata, dalla sede stradale e da eventuali conduttori aerei. Salvo nei casi di pali specifici indicati tramite marca e modello dalla D.L. si prevede l'impiego di pali in acciaio zincato di qualità almeno pari a quello Fe 360 grado B o migliore, secondo norma CAM. Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nei disegni allegati. In corrispondenza del punto di incastro del palo nel blocco di fondazione dovrà essere riportato un collare di rinforzo della lunghezza di 40 cm, dello spessore identico a quello del palo stesso e saldato alle due estremità a filo continuo.

I pali andranno fissati al terreno dopo averne verificata la perfetta verticalità. Per il fissaggio dei bracci o dei codoli dovranno essere previste sulla sommità dei pali due serie di tre fori cadauna sfalsati tra di loro di 120° con dadi riportati in acciaio INOX M10x1 saldati prima della zincatura. Il bloccaggio dei bracci o dei codoli per apparecchi a cima palo dovrà avvenire tramite grani in acciaio INOX M10x1 temprati ad induzione. Sia i dadi che i grani suddetti dovranno essere in acciaio INOX del tipo X12 Cr13 secondo Norma UNI 6900/71.

Nei pali dovranno essere praticate n. 1 aperture delle seguenti dimensioni:

- ☐ Una finestrella d'ispezione delle dimensioni indicative 186x45 mm; tale finestrella dovrà essere posizionata con l'asse verticale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale del palo o dell'apparecchio di illuminazione a cima-palo e collocata dalla parte opposta rispetto al lato di transito veicolare, con il bordo inferiore ad almeno 600 mm al di sopra del livello del suolo. La chiusura della finestrella d'ispezione dovrà avvenire mediante un portello realizzato in lamiera zincata a filo palo con bloccaggio mediante chiave triangolare. Il portello deve comunque essere montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interno IP43 secondo Norma CEI 70-1. La finestrella d'ispezione dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettiera di connessione in classe II. 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.

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, come da disegni "particolari" allegati. Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola od a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o codoli zincati a caldo secondo Norma UNI-EN 40/4 (solo se il corpo illuminante lo necessita). La Ditta, prima della posa dei sostegni, dovrà verificare la stabilità dei sostegni stessi secondo le prescrizioni della UNI EN 40.

5.3.1.4 Controllori di potenza

Gestione del riconoscimento mezzanotte virtuale e riduzione del flusso incorporata nel corpo illuminante.

5.3.1.5 Protezione contro i fulmini

In generale non è da ritenere necessaria la protezione dei sostegni contro i fulmini. La protezione è richiesta in casi particolari quando il rischio sia da considerare non trascurabile, ad esempio per la contemporanea presenza dei seguenti elementi:

- ☐ Probabile permanenza per tempi lunghi di un numero elevato di persone nelle immediate vicinanze del sostegno. La protezione dei sostegni contro i fulmini non è necessaria (art. 3.3.10 Norma CEI 64-7).

I corpi saranno protetti mediante scaricatore da applicare al corpo di tipo 2.

5.3.1.7 Cavidotti

I cavidotti dovranno avere le caratteristiche dimensionali e lo sviluppo indicati nei disegni di progetto. Le tubazioni interrate saranno corrugate in Polietilene, di tipo flessibile o rigido, conformi alle norme CEI riportate nella descrizione dei tipi. Non saranno ammesse giunzioni lungo tutto il tratto di tubo. La posa dovrà inoltre essere particolarmente curata onde evitare ostacoli allo scorrimento dei cavi e dovrà avvenire, salvo diversa ed esplicita indicazione negli altri elaborati di progetto o da parte della DL in corso d'opera, ad una profondità minima di 50 cm. In corrispondenza dei cambiamenti di direzione e ad intervalli non superiori a 30–40 m dovranno essere previsti dei pozzetti di ispezione. I tratti rettilinei orizzontali dovranno essere posati con pendenza verso un pozzetto per evitare il ristagno dell'acqua all'interno del tubo; i tratti entranti nel fabbricato dovranno essere posati con pendenza verso l'esterno per evitare l'ingresso dell'acqua. I tubi vuoti saranno corredati di filo pilota in acciaio zincato di adeguata robustezza. Nel caso si utilizzino tubazioni metalliche rigide esse saranno del tipo "Mannesmann" senza saldatura, conformi alle tabelle UNI 8863 zincati a caldo secondo le tabelle UNI 5745, ovvero del tipo elettrosaldato, purché le saldature siano realizzate con procedimenti che assicurino l'eliminazione di eventuali sbavature interne e zincati secondo procedimento Sendzimir. Nel caso di tubi di tipo elettrosaldato, l'accoppiamento con cassette, quadri, apparecchiature e la giunzione tra tubo e tubo dovrà avvenire con raccordi tali da non richiedere la filettatura del tubo stesso e garantire la tenuta meccanica e il grado di protezione richiesto. I raccordi/sostegni saranno dimensionati per sostenere il peso complessivo corrispondente ai tubi previsti, supposti con il massimo contenuto consentito di cavi.

5.3.1.8 Cavi e circuiti di alimentazione

Per la distribuzione dell'energia elettrica di potenza si dovranno utilizzare le seguenti tipologie di cavi:

- ☐ Dorsali di alimentazione: cavi unipolari/multipolari con guaina con sezione superiore o uguale a 6 mm² tipo FG16(O)R
- ☐ Derivazioni al centro luminoso: cavi bipolari con sezione minima 2.5 mm² tipo FG16(O)R (vedi particolari esecutivi e/o altri elaborati di progetto)

Tutti i cavi saranno rispondenti alla Norme CEI di prodotto (CEI 20-13, 20-32, 20-20, ...) e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ od equivalente. Nelle tavole allegate sono riportate in planimetria lo sviluppo, la formazione e la sezione dei conduttori costituenti le linee di distribuzione. L'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato nei disegni, salvo eventuali diverse prescrizioni in fase di Direzione Lavori. Tutte le linee dorsali di alimentazione, siano esse aeree o interrate, saranno costituite da più cavi unipolari uguali. I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare, in modo leggibile e permanente, la fase relativa. In corrispondenza di ciascun pozzetto dovrà essere mantenuta una scorta di cavo pari almeno a 0,5 m. Ogni cavo dovrà essere contrassegnato in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli elaborati di progetto, in modo da consentirne l'individuazione. Le marcature dovranno essere applicate alle estremità del cavo in corrispondenza dei quadri e dei vari punti di ispezione (pozzetti e cassette di derivazione) con anelli o tubetti porta etichette, ovvero tubetti pre siglati o termo restringenti conformemente a quanto prescritto dalla CEI 16-7. La Ditta prima della posa dovrà verificare che la portata di corrente dei cavi, non tenendo conto dei transitori di accensione, sia, in condizioni regolari di esercizio, tale da non superare le portate stabilite nelle tabelle CEI-UNEL vigenti in relazione alla sezione, al tipo di cavo ed alle condizioni di posa. I cavi utilizzati dovranno inoltre avere sezione tale da contenere, in condizioni regolari di esercizio, la caduta di tensione massima percentuale pari al 4%. Infine per limitare gli squilibri di corrente lungo la rete di alimentazione, i centri luminosi dovranno essere derivati ciclicamente dalle tre fasi.

5.3.1.09 Muffole e morsettiere

La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare (o bipolare più terra se l'impianto è di classe I) della sezione di 2,5 mm², sarà effettuata entro la cassetta di connessione con fusibili collocata in apposita asola a base palo, con transito nella medesima dei cavi unipolari di dorsale per derivazione e/o cambio sezione (fino a 16 mm²). La cassetta di connessione (o morsettiere), se l'impianto realizzato è in classe II, dovrà essere del tipo a doppio isolamento in modo da mantenere la stessa classe di isolamento. La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi, salvo nei cambi di sezione delle linee (effettuati nella stessa morsettiere). Nel caso di dorsali avente sezione maggiore o uguale a 25 mm² dovrà essere previsto una cassetta di derivazione, o una muffola di derivazione in gel, collocata nel pozzetto relativo ed il collegamento alla cassetta collocata alla base del palo sarà realizzato con cavo bipolare (o bipolare più terra se l'impianto è di classe I) avente sezione di 2,5 mm². La derivazione dovrà garantire un grado di protezione minimo IP57.

5.4 ULTERIORI PRESCRIZIONI SULLE OPERE

5.4.1 Verniciature

Tutte le tubazioni, gli staffaggi, le carpenterie se non zincate, ed i manufatti in ferro nero devono essere verniciate con due mani di antiruggine, di differente colore previa spazzolatura e pulizia delle superfici. Tutte le apparecchiature verniciate la cui verniciatura sia stata intaccata prima della consegna dell'impianto, dovranno essere ritoccate o rifatte, con vernice come sopra descritto. Il costo della verniciatura antiruggine delle tubazioni e dei supporti sarà compreso nel costo unitario della tubazione in opera.

6. VERIFICHE E PROVE

6.1 VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI

Esse consistono in prove e verifiche eseguite dalla DL in contraddittorio con la Ditta. Esse saranno effettuate durante l'esecuzione dei lavori in cantiere, in officina o eventualmente presso laboratori universitari o appartenenti al sistema italiano laboratori (SIL). In particolare saranno oggetto di prove di accettazione in officina (del costruttore o della Ditta) o presso laboratori certificati componenti di impianto "prefabbricati" quali pali, apparecchi illuminanti, cavi, tubazioni, ecc.... Scopo delle prove consiste nel verificare che le apparecchiature corrispondano alle prescrizioni tecniche di progetto e/o di contratto. In cantiere saranno in particolare eseguite le verifiche prescritte dalla normativa tecnica (vedi ad esempio CEI 64-8, CEI 64-14, CEI 11-1) relativamente agli impianti completi o a parte di essi. Tali verifiche dovranno accertare la rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge ed alla normativa tecnica sia per quanto concerne gli aspetti costruttivi dei materiali sia per le loro modalità di installazione.

L'Appaltatore deve mettere a disposizione della DL sia il personale sia le apparecchiature necessarie per lo svolgimento delle prove. Gli oneri sono inclusi nei prezzi unitari delle singole apparecchiature. Relativamente a ciascuna prova ed ai relativi risultati si dovrà compilare regolare verbale. La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute comunque necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore. Il Direttore dei Lavori, qualora riscontri dalle prove preliminari imperfezioni di qualsiasi genere relative ai materiali impiegati od all'esecuzione, prescriverà con appositi ordini di servizio i lavori che l'impresa dovrà eseguire per mettere gli impianti nelle condizioni contrattuali e il tempo concesso per la loro attuazione; soltanto dopo aver accertato con successive verifiche e prove che gli impianti corrispondono in ogni loro parte a tali condizioni, redigerà il certificato di ultimazione dei lavori facendo esplicita dichiarazione che da parte dell'Appaltatore sono state eseguite tutte le modifiche richieste a seguito delle prove preliminari.

Resta inteso che nonostante l'esito favorevole di esse l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine, che abbiano a riscontrarsi fino alla scadenza dei termini di garanzia.

Durante l'esecuzione dei lavori, la DL effettuerà prove e visite in officina e in cantiere (ed eventualmente presso Enti o Istituti riconosciuti) al fine di verificare che la fornitura dei materiali corrisponda alle prescrizioni contrattuali, alle marche approvate dopo la consegna dei lavori e alle modalità esecutive approvate con i disegni costruttivi :

A) Prove presso Istituti o Enti riconosciuti (a discrezione della DL), anche su apparecchiature già munite di certificato o marchio di qualità. In particolare :

- canalizzazioni e cavi;
- apparecchiature frutto;
- morsettiere;
- apparecchi illuminanti con i relativi accessori;
- altre apparecchiature a discrezione della DL.

B) Prove in cantiere sugli impianti eseguiti:

- misure di impedenza dell'anello di guasto (secondo Norma CEI 64-8);
- verifica della continuità metallica di tutte le strutture e alveoli di messa a terra direttamente interessate agli impianti elettrici;
- misure di resistenza di isolamento di tutti i circuiti in partenza dai quadri di BT;
- verifica della corretta marcatura delle morsettiere, cassette, terminali dei cavi; verifica della corretta targhetatura delle apparecchiature interne ed esterne ai quadri elettrici; verifica dei cartelloni esplicativi nelle cabine (schemi e avvisi di sicurezza);
- misura della resistenza totale di terra o delle tensioni di passo e contatto nelle aree coinvolte;
- verifica funzionale del sistema di controllo centralizzato;

- verifica della documentazione;
- verifiche prescritte dalla Normativa CEI in particolare dalla Norma CEI 64-4, 64-8/6, 64-13 e 64-14;
- verifiche e prove ulteriori a discrezione della DL.

Tutta la strumentazione richiesta per le prove deve essere fornita a cura e carico dell'Impresa, salvo deroghe concesse dalla DL su richiesta dell'Impresa stessa. Le verifiche e le prove preliminari di cui sopra saranno eseguite dalla DL in contraddittorio con l'Impresa e di esse e dei risultati ottenuti si compilerà di volta in volta regolare verbale. La DL, ove si trovi da eccepire in ordine ai risultati riscontrati, perché non conformi alle prescrizioni contrattuali, emetterà il certificato di ultimazione dei lavori solo dopo aver accertato, facendone esplicita dichiarazione nel certificato stesso, che da parte dell'Impresa sono state eseguite tutte le modifiche, aggiunte, riparazioni e sostituzioni necessarie. Si intende che, nonostante l'esito favorevole delle prove preliminari e verifiche suddette, l'Impresa rimane responsabile delle deficienze che abbiano a riscontrarsi anche dopo il collaudo e fino al termine del periodo di garanzia. Le verifiche tecniche finali a cura della DL saranno effettuate ENTRO DUE MESI dalla data del certificato di ultimazione; esse consisteranno principalmente nel controllo delle prescrizioni impartite in seguito all'esito delle prove preliminari di cui sopra e nelle verifiche funzionali nelle previste condizioni di esercizio per ogni tipo di impianto.

6.2 VERIFICHE E PROVE FINALI

Il Direttore dei Lavori, a opere completamente ultimate e funzionanti e dopo che siano state eseguite positivamente le prove e verifiche preliminari di cui al precedente paragrafo, procederà in contraddittorio con la Ditta esecutrice alle "verifiche e prove finali" e di funzionamento, intese ad accertare la corrispondenza delle opere eseguite a tutte le condizioni contrattuali.

Tali verifiche saranno eseguite in seguito alla comunicazione della Ditta al DL dell'avvenuta ultimazione dei lavori. Se i risultati saranno positivi, salvo aspetti di dettaglio secondari e non funzionali, verrà rilasciato il certificato di ultimazione dei lavori nel quale, eventualmente, si potranno prescrivere piccole lavorazioni ancora mancanti definendone anche i tempi di effettuazione. Le verifiche finali si possono suddividere in due parti:

- ☐ Esami a vista: avvalendosi della documentazione "as built" accertano che i componenti dell'impianto elettrico siano conformi alle prescrizioni di sicurezza, siano stati scelti correttamente ed installati secondo normativa, siano integri in modo da non compromettere la sicurezza
- ☐ Prove e misure: accertano la rispondenza delle parti di impianto ai dati progettuali ed alla normativa in vigore. Tali verifiche e prove verranno effettuate con personale e mezzi messi a disposizione dell'Appaltatore. Gli oneri per queste prove sono inclusi nei prezzi unitari di contratto
- ☐ Esame delle certificazioni richieste CAM e validazione delle stesse.

Si intende che nonostante l'esito favorevole delle verifiche l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine che abbiano a riscontrarsi fino al collaudo definitivo e fino alla scadenza dei termini di garanzia.

6.3 DOCUMENTAZIONE DA PRESENTARE

Entro la data prevista per il collaudo l'Appaltatore consegnerà alla Direzione dei Lavori la seguente documentazione:

N Pos	Descrizione Documento	N.	Formato
A	Certificati previsti C.A.M. Documentazione completa riguardante il C.A.M	2	Copie
B	Operazioni di verifica Relazione operazioni di verifica previste dal Cap. Sp. App.	2	Originale
C	Certificati prove di tipo Certificati delle prove di tipo previsti dalle prescrizioni Verifiche e prove sui quadri AS, ANS (CEI 17-13/1 tab.7)	2	Copie
D	Disegni e schemi esecutivi impianto Schemi unifilari e funzionali di tutti i quadri Schema impianto di terra Schema topografico utenze installate Schema vie cavi interrati, sotto traccia Planimetria generale dell'impianto	4	Originale
E	Tabelle riepilogative Dati dei cavi (sezione, lunghezza, nome..) Elenco componenti standard	4	Copie
F	Deplianti illustrativi Raccolta di tutti i deplianti illustrativi dei componenti utilizzati La raccolta deve essere accompagnata da una tabella riassuntiva del tipo: Tipo Marca e Modello	2	Copie
G	Monografia apparecchiature elettromeccaniche Marca, modelli, deplianti, dati tecnici e norme di manutenzione	2	Copie

(NB) L'elaborato deve essere fornito anche su supporto magnetico in formato modificabile

La documentazione di cui alla tabella precedente deve essere raccolta in:

n. 1 teca per i documenti, 1 CD ROM.

6.4 GARANZIA DEGLI IMPIANTI

L'impresa è tenuta a riparare tutti i guasti e le imperfezioni che si manifestano negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio. In ogni caso l'impianto elettrico sarà garantito per un periodo di anni due dalla data di fine lavori.

Sommario

1. INTRODUZIONE.....	1
2. DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE	1
3. OGGETTO DELLE OPERE.....	2
4. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI	2
5. MODALITA' ESECUTIVE DEGLI IMPIANTI	2
5.1 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI	2
5.1.1 Protezione contro i contatti diretti	2
5.1.2 Protezione contro i contatti indiretti	2
5.1.3 Protezione contro i cortocircuiti	3
5.2 CAVI, CONDUTTORI ED ACCESSORI.....	3
5.2.1 Generalità.....	3
5.2.2 Conduttori di terra	4
5.2.3 Tipi di cavi e conduttori.....	4
5.3 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE.....	5
5.3.1 Impianti di illuminazione esterna.....	5
5.4 ULTERIORI PRESCRIZIONI SULLE OPERE.....	8
5.4.1 Verniciature.....	8
6. VERIFICHE E PROVE	8
6.1 VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI.....	8
6.2 VERIFICHE E PROVE FINALI.....	9
6.3 DOCUMENTAZIONE DA PRESENTARE	10
6.4 GARANZIA DEGLI IMPIANTI.....	10