

SISTEMA DI TRASPORTO PUBBLICO DI TIPO FILOVIARIO

GARA D'APPALTO PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA,
L'ESECUZIONE DEI LAVORI E LA FORNITURA DEI VEICOLI

OFFERTA TECNICA
B2 - PROGETTO DEFINITIVO



PROGETTO:

OPERE STRADALI
OPERE D'ARTE
Sottopasso Via Città di Nimes
Relazione tecnica degli impianti

CONCORRENTE
ATI:

SOVECO
COSTRUZIONI SPA

APTS
Advanced Public
Transport Systems bv

**CONSORZIO COOPERATIVE COSTRUZIONI
CCC**
Società cooperativa
(MANDATARIA/CAPOGRUPPO)

ALPIQ
Alpiq InTec Verona S.p.A.

MAZZI
Impresa Generale Costruzioni
S.p.A.

**Balfour Beatty
Rail**

SCALA	-
RIF. N°	POB020IRS05A.doc
ALLEGATO N°	PD B0201 RS05A

PROGETTAZIONE
COSTITUENDO R.T.P.:



(MANDATARIA/CAPOGRUPPO)

DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Massimo Raccosta



DIRETTORE TECNICO

Dott. Arch. Valentina Butterini

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORAZIONE	REDATTO	VISTO	APPROVATO
A	Dic. 2010	Emissione	Technital	Tittarelli	Tittarelli	Renso

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.
This document may not be copied, reproduced or published, either in part or entirely, without the written permission. Unauthorized use will be prosecuted by law.

INDICE

1. DEFINIZIONE DELLE OPERE.....	2
1.1. OPERE PREVISTE	2
2. CABINA ELETTRICA	3
2.1. DISTRIBUZIONE IN BASSA TENSIONE.....	4
2.2. GRUPPO ELETTROGENI DI EMERGENZA.....	4
2.3. GRUPPI STATICI DI CONTINUITÀ ASSOLUTA (U.P.S.)	5
3. ALIMENTAZIONE DELLA STAZIONE DI POMPAGGIO	6
4. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E SEGNALETICA PEDONALE	7
4.1. QUADRO ELETTRICO DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA	7
4.2. ILLUMINAZIONE STRADALE – STANDARD DI PRESTAZIONE.....	8
4.3. SEGNALETICA DI EMERGENZA	13
4.4. CIRCUITI DI DISTRIBUZIONE PER IMPIANTI E VIE CAVI	13
4.5. IMPIANTO DI TERRA E PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE	14
5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO E CLASSIFICAZIONI	18
5.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	18
5.2. CLASSIFICAZIONE CEI	19
5.3. COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA	19

1. DEFINIZIONE DELLE OPERE

1.1. Opere previste

Il presente documento illustra gli impianti elettrici conseguenti alla realizzazione del nuovo sottopasso sulla circonvallazione esterna al bastione in corrispondenza dell'incrocio di via Città di Nimes.

Ricadono in tale ambito gli impianti di:

- cabina elettrica;
- l'alimentazione della stazione di sollevamento delle acque di piattaforma;
- l'illuminazione delle sedi stradali complanari a via Città di Nimes, delle rampe e del tracciato all'aperto a quota del sottopasso;
- l'illuminazione diurna e notturna del tratto coperto del sottopasso;
- la segnaletica luminosa per la localizzazione degli attraversamenti pedonali;
- il sistema di aggettamento delle acque meteoriche all'interno del sottovia;
- la segnaletica a pittogramma variabile indicatrice della transitabilità del nuovo sottopasso

La progettazione di detti impianti, fin dalla proposta tecnica formalizzata dal concorrente in sede di gara, è finalizzata:

- a soddisfare i parametri normativi tecnici e prestazionali;
- ad ottimizzare i consumi energetici;
- ad assicurare la continuità di esercizio anche in mancanza di alimentazione da rete AGSM;
- ad adottare tutte quelle misure di sicurezza e di prevenzione antinfortunistica per l'esercizio degli impianti, a gestione e di manutenzione.

2. CABINA ELETTRICA

Per l'alimentazione delle elettropompe, in dotazione alla stazione di aggotamento prevista all'interno del nuovo sottopasso, è prevista la realizzazione di una nuova cabina elettrica di trasformazione da ubicare all'interno del parcheggio laterale sinistro su via Città di Nimes.

L'allestimento della struttura muraria sarà in esecuzione prefabbricata destinata a:

- vano M.T. dedicato per AGSM per l'allestimento del quadro di distribuzione in media tensione per l'allacciamento della nuova utenza di potenza superiore a 100 kW;
- vano misure per l'alloggiamento dei contatori di misura dell'energia consumata;
- vano cabina di utenza per l'ubicazione dei quadri di utenza di media e bassa tensione, del trasformatore MT/BT e del gruppo statico di continuità;
- vano gruppo elettrogeno per l'alimentazione in emergenza del complesso pompe di aggotamento.

Per il vano AGSM si prevede la sola dotazione dell'impianto elettrico di base, dell'impianto di terra e delle tubazioni polifore di grande diametro per l'ingresso dall'esterno della rete MT di AGSM e per il collegamento con la cabina di utenza oltre che il cunicolo a pavimento per favorire la corretta formazione delle terminazioni all'interno dei quadri MT, ed al tempo stesso assicurare il rispetto del raggio minimo di curvatura dei cavi di MT in attestazione ed in partenza dal futuro quadro di distribuzione AGSM.

Il vano misure sarà destinato all'installazione dei gruppi di misura delle utenze e sarà equipaggiato dell'impianto di illuminazione di base e dei cavidotti per la futura connessione ai trasformatori di misura in dotazione al quadro AGSM.

Il vano di utenza sarà attrezzato delle apparecchiature di media e bassa tensione così come previsto dallo schema elettrico d'impianto costituite da:

- quadro di media tensione isolato a 24kV, equipaggiato con dispositivo di interruzione generale, conforme alla norma CEI 0-16 ed alla direttiva ENEL DK 5640;
- il trasformatore di potenza 250 kVA con rapporto di trasformazione 10/20kV/ 0,4/0,23kV realizzato in resina e completo di box di confinamento;

- il quadro di bassa tensione per l'alimentazione delle utenze di cabina elettrica e della stazione di sollevamento per l'aggottamento del nuovo sottopasso;
- il gruppo statico di continuità per l'alimentazione delle utenze in continuità assoluta individuate nello schema di principio del quadro elettrico;
- i condensatori per il rifasamento fisso del trasformatore ed il rifasamento variabile per dell'utenza di bassa tensione;
- i collegamenti in cavo di media e bassa tensione per l'interconnessione delle apparecchiature presenti nei diversi sistemi distributivi di media e bassa tensione.

2.1. Distribuzione in bassa tensione

Il sistema di alimentazione dell'energia elettrica in bassa tensione è previsto conforme alla definizione della norma CEI 64.8, di tipo TN-S (terra /neutro separati) con:

- sistema di alimentazione trifase con neutro + terra
- tensione nominale 400V/230V
- frequenza nominale 50Hz
- caduta di tensione massima delle
 utenze industriali 4% del valore di tensione nominale

2.2. Gruppo elettrogeni di emergenza

Per l'alimentazione in emergenza degli utilizzatori di potenza (elettropompe)si prevede la dotazione di una stazione di energia operante in mancanza dell'alimentazione da rete servizio di rete costituita da un gruppo elettrogeno con motore diesel e generatore sincro con :

- potenza nominale 250 kVA
- servizio continuo
- tensione nominale 400/230V
- frequenza 50 Hz
- sistema alimentazione trifase con neutro e terra
- avviamento automatico entro 15 secondi
- sistema di raffreddamento del
 motore diesel ad acqua

Il gruppo elettrogeno sarà dotato di proprio quadro di avviamento, controllo, comando e commutazione, di sistema di stoccaggio del gasolio costituito da serbatoio interrato della capacità di 6.000 litri, di tubazioni e di adduzione e di serbatoio giornaliero, ubicato a bordo macchina con pompa.

Il gruppo elettrogeno costituirà ridondanza per la totalità dei circuiti utilizzatori di cabina elettrica.

2.3. Gruppi statici di continuità assoluta (U.P.S.)

Per garantire la continuità di servizio NO-BREAK (tempo di interruzione 0) degli impianti di misura e di controllo, all'interno della cabina elettrica di utenza, è prevista l'installazione di un gruppo statico di continuità, dotato di inverter e commutatore statico e di un sistema di batterie a tampone per garantire una autonomia minima di un'ora alla potenza nominale di tutte le utenze privilegiate.

Il gruppo statico di continuità sarà corredato di accumulatori ermetici al piombo contenuti in armadi di lamiera pressopiegata e verniciata con polveri epossidiche per l'autonomia prevista sopra indicata a pieno carico.

Il gruppo statico di continuità alimenterà i circuiti utilizzatori della sezione di energia in continuità assoluta indicati negli elaborati grafici di progetto.

3. ALIMENTAZIONE DELLA STAZIONE DI POMPAGGIO

Le modalità di alimentazione e la continuità di servizio, della stazione di pompaggio, costituita da n. 4 elettropompe ognuna di potenza 45 kW, prevedono che ogni elettropompa sia alimentata in modo separato e la loro continuità di esercizio, anche in assenza di alimentazione elettrica da rete, sia assicurato attraverso un gruppo elettrogeno, in dotazione alla cabina elettrica, dimensionato per un esercizio continuo.

La strumentazione, in dotazione alla stazione di pompaggio, per il rilevamento dei livelli interni alla vasca e per il comando delle elettropompe sarà alimentata, in continuità assoluta attraverso una terza sorgente energetica sussidiaria costituita dal gruppo statico di continuità in grado di assicurare una ulteriore autonomia di alimentazione per il rilevamento delle condizioni di allarme costituito dalla mancanza di alimentazione elettrica.

Il sistema di misura dei livelli e la trasmissione delle condizioni di allarme saranno alimentati in modo autonomo con linea dedicata rispetto alle altre utenze di stazione.

L'inserzione delle elettropompe sarà attuata mediante una centralina elettronica in grado gestire l'inserzione ciclica delle macchine, in modo da uniformarne le ore di impiego e la conseguente usura meccanica.

Le linee per l'alimentazione dei gruppi elettropompa sono previste in cavo a doppio isolamento di tipo FG70R dimensionate per una caduta di tensione inferiore al 4% del valore di tensione nominale ed una densità di corrente non superiore a 2A/mm².

Lo stato di transitabilità del sottopasso sarà preventivamente segnalato per i due sensi di marcia direttamente all'inizio della viabilità in sottovia in corrispondenza dei due imbocchi di via Faccio e di via Dal Cero, attraverso cartelli indicatori a pittogramma variabile associati a lanterne semaforiche a luce rossa di diametro 300mm riportanti, oltre al messaggio base di cortesia, la segnaletica stradale pertinente alla condizione di limitazione di esercizio per lavori, per incidente, o per sottopasso allagato.

4. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE E SEGNALETICA PEDONALE

L'alimentazione di energia elettrica per gli impianti di illuminazione e di segnaletica avverrà in bassa tensione dalla rete cittadina di illuminazione pubblica comunale gestita da AGSM, entro un nuovo armadio in vetroresina ubicato in adiacenza al nuovo manufatto di cabina elettrica previsto all'interno del parcheggio di via Città di Nimes.

L'energia elettrica per l'alimentazione dei nuovi impianti di illuminazione pubblica sarà definita in base norma CEI 64.8, per:

- sistema di alimentazione tipo TT
- sistema di distribuzione trifase con neutro + terra
- tensione nominale 400V/230V
- frequenza nominale 50Hz
- caduta di tensione massima 3% del valore di tensione nominale

4.1. Quadro elettrico degli impianti di illuminazione pubblica

Il quadro elettrico di protezione e comando dei nuovi impianti di impianto di illuminazione stradale sarà costituito da un armadio in materiale termoplastico con grado di protezione non inferiore ad IP55, installato in prossimità del nuovo manufatto di cabina elettrica.

L'armadio sarà suddiviso in scomparti ed ognuno di questi sarà dotato di porta incernierata con serratura a chiave, staffe di ancoraggio, piastra di fondo e telaio in lamiera d'acciaio zincata per attacco di profilati DIN porta apparecchi elettrici.

Il quadro sarà equipaggiato, per ogni singolo circuito in partenza, di apparecchiature di protezione (interruttori magnetotermici e differenziali), e di comando (contattori), oltrechè di apparecchiature ausiliarie (selettori, spie di segnalazione, trasformatori, interruttori orari e crepuscolari, scaldiglie anticondensa ecc.), per consentire la possibilità di esercizio automatico e manuale.

La tipologia delle apparecchiature e la dotazioni specifica di ogni circuito ausiliario sarà definita nelle fasi più avanzate della progettazione esecutiva, mentre nel progetto redatto è indicata lo schema di principio della distribuzione e la denominazione dei circuiti di potenza.

La base del quadro elettrico sarà posizionata su una apposita platea armata in calcestruzzo con ricavato all'interno il vano di risalita per l'attestazione delle linee in cavo sulla morsettiera interna al quadro.

La carpenteria del quadro sarà sviluppata in modo più compiuto secondo le indicazioni degli elaborati di progetto e sarà rispondente alle Norme CEI 17.13/1 e CEI 17.13.

4.2. Illuminazione stradale – standard di prestazione

L'impianto di illuminazione stradale della viabilità in oggetto è stato progettato secondo i criteri stabiliti da:

- Norma UNI 11248: Selezione delle categorie illuminotecniche;
- Norma UNI 13201-2: Illuminazione stradale – Parte 2° requisiti prestazionali;
- Norma UNI 10819: Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso;
- Legge N. 17 del 07 agosto 2009 della Regione Veneto - Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici. (Bur n. 65 del 11/08/2009).

4.2.1. Caratteristiche generali

Asse principale a quota sottopasso:

- strada di Classe E (strada urbana interquartiere);
- velocità di progetto: 50 Km/h;
- categoria illuminotecnica di riferimento: ME3a.

Rampe di uscita:

- strada di Classe F (strada locale urbana);
- velocità di progetto: 50 Km/h;
- categoria illuminotecnica di riferimento: ME4b.

Viabilità di superficie:

- strada di Classe E (strada locale interquartiere);
- velocità di progetto: 50 Km/h;
- categoria illuminotecnica di riferimento: ME3a.

4.2.2. Luminanze medie, uniformità, abbagliamento, rapporto di emissione superiore (UNI 10439 – UNI 10819)

Per i tracciati stradali classificati ME3a ovvero strade di classe E

- luminanza media mantenuta: $0,75 \text{ cd/m}^2$
- rapporto di uniformità: $U_o = L_{\min}/L_{\text{med}} \geq 0,4$
- rapporto di uniformità: $U_i = L_{\text{med}}/L_{\max} \geq 0,7$
- indice di abbagliamento: $TI \leq 15\%$

Per i tracciati stradali classificati ME4b ovvero strade di classe F

- luminanza media mantenuta: $0,75 \text{ cd/m}^2$
- rapporto di uniformità: $U_o = L_{\min}/L_{\text{med}} \geq 0,4$
- rapporto di uniformità: $U_i = L_{\text{med}}/L_{\max} \geq 0,5$
- indice di abbagliamento: $TI \leq 15 \%$

Il tracciato interno all'area del nuovo sottopasso stradale, anche se parte integrante di un tracciato stradale di classe E classificato ME3a, è stato equiparato ad un tracciato in sottovia con una differenziazione dei regimi di illuminazione diurna rispetto all'illuminazione notturna.

Anche se di limitata lunghezza, ma in presenza di un TGM (traffico medio giornaliero) superiore a 3000 veicoli/giorno, si è prevista una illuminazione di rinforzo per i due sensi di marcia per un valore di illuminamento medio pari agli imbocchi al 50% del valore di illuminamento fissato per gli imbocchi dei sottopassi di maggiore lunghezza (> di 125m).

In fase più avanzata della progettazione, sarà definito il valore di riferimento dell'illuminamento sulla base della luminanza di velo, da determinarsi in corrispondenza degli imbocchi del nuovo sottopasso.

La totalità dei corpi illuminanti è stata suddivisa in modo simmetrico su 4 circuiti in modo da consentire, in sede di esercizio, la rotazione dei corpi illuminanti nei regimi diurno e notturno e nelle funzioni di illuminazione di rinforzo ed illuminazione permanente.

4.2.3. Flusso luminoso e lampade

In considerazione del tracciato prettamente stradale sono previste sorgenti luminose unitarie a diodo LED aventi le seguenti prestazioni :

- potenza unitaria 1W
- efficienza luminosa 80 lumen/watt
- temperatura di colore 6000° K
- indice di resa cromatica > 75%

Per le diverse tipologie di corpi illuminanti adottati, sono previsti apparecchi equipaggiati con 60 LED per l'illuminazione ad altezza fino a 6.00 m dal piano stradale e apparecchi equipaggiati con 80 LED per installazioni di altezza superiore.

4.2.4. Pali

I sostegni previsti saranno di tipo conico diritto, in acciaio zincato a caldo con attacco a testa-palo (con pipe o adattatori) per armature singole in tutti quei casi dove il progetto prevede dotazioni limitate o di ricollocamento dei punti luce sulle piste complanari di sommità:

- palo tronco conico diritto di altezza fuori terra 10,00 m (lunghezza totale 10,80 m), spessore 4mm sugli assi stradali di sommità;
- palo tronco conico diritto di altezza fuori terra 6,00 m (lunghezza totale 6,80 m), spessore 3mm sulle rampe di raccordo.

4.2.5. Apparecchi illuminanti

Gli apparecchi illuminanti, previsti in progetto, saranno del tipo ad armatura stradale per l'installazione a testa palo e sulle pareti laterali costituenti il sottopasso.

Tutti gli apparecchi illuminanti saranno del tipo a diodo LED di potenza complessiva 60W ed 80W.

Gli apparecchi a testa palo saranno installati con inclinazione rispetto al piano orizzontale non superiore a 1° mentre le apparecchiature da installarsi a parete, per l'illuminazione

del tracciato esterno a quota sottopasso, saranno con ottica asimmetrica in modo da favorire una più ampia diffusione del flusso luminoso. Considerata la loro disposizione unilaterale si è introdotto un angolo di inclinazione verticale maggiorato in modo da aumentare quanto più possibile la distribuzione del flusso luminoso sulla carreggiata opposta al senso di marcia del loro posizionamento

All'interno del nuovo sottopasso saranno previsti corpi illuminanti di analoghe caratteristiche a quanto sopra descritto, ma dotati di ottica simmetrica, considerato che è possibile realizzare una disposizione bilaterale e che la dispersione del flusso luminoso verso l'alto è impedita dalla presenza delle travi di copertura del sottopasso.

Tutte le armature stradali saranno costituite da un corpo opaco in alluminio pressofuso, con vano porta elettronica incorporato, attrezzato con nervature di convogliamento all'esterno del calore interno generato dall'elettronica di dotazione ai LED, con grado di protezione IP55 e classe di isolamento di tipo II.

4.2.6. Distribuzione elettrica

La distribuzione elettrica ai centri luminosi (pali) complanari alla viabilità di superficie verrà realizzata con cavi in rame ad isolamento butilico tipo FG7OR posati all'interno di cavidotti interrati entro scavo.

I cavidotti saranno costituiti da tubazioni di polietilene corrugato pesante a doppia parete (resistenza allo schiacciamento non inferiore a 450 N su 5 cm) o di PVC pesante nei diametri indicati dagli elaborati di progetto, posti entro scavo e rinfiancati con calcestruzzo nei tratti in rilevato e negli imbocchi ai pozzetti. Negli attraversamenti della sede stradale, le tubazioni saranno protette meccanicamente mediante rinfianco in calcestruzzo.

Nei tratti lungo i diaframmi, le tubazioni saranno di tipo metallico in acciaio inox AISI 304, fissati direttamente alle pareti del diaframma, mentre, lungo le rampe di risalita, i cavidotti in polietilene saranno annegati preventivamente nella struttura muraria fin dalla fase di getto ed opportunamente segnalati con cippi in corrispondenza dei punti di risalita in corrispondenza dei punti di attacco dei punti luce.

Lungo il percorso dei cavidotti saranno installati pozzetti rompitratta di tipo prefabbricato in calcestruzzo armato vibrato, con chiusini carrabili in ghisa, secondo le indicazioni degli elaborati di progetto, e comunque ad interdistanza non superiore a 50.00 m.

L'impianto di terra dell'illuminazione (sistema TT) sarà costituito da un dispersore in corda di rame nudo, integrata con dispersori verticali.

All'impianto di terra di protezione saranno collegate le prese di terra dei pali con tratti di corda di rame nudo della sezione minima di 35 mm².

Il valore della resistenza di terra dei sistemi TT dovrà essere coordinata con le protezioni differenziali installate, secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64.8 Sezione 413.1.4 ($R_a \leq 50/I_{dn}$).

In particolare, si prescrive un valore della resistenza di terra R_t non superiore a 5 Ω , indipendentemente dalla soglia differenziale nominale delle protezioni installate sui quadri elettrici.

4.2.7. Blocchi di fondazione per punti luce

Le fondazioni per i sostegni degli apparecchi illuminanti (pali) verranno realizzate in calcestruzzo armato Rck 250, avente le caratteristiche e dimensioni indicative riportate negli elaborati grafici.

Il dimensionamento esecutivo dei blocchi di fondazione considererà la sollecitazione esercitata sulla sezione del palo e sul corpo illuminante dall'azione del vento secondo la norma CNR UNI 10012-67. L'acciaio che costituirà il ferro d'armatura sarà del tipo FeB44k controllato in stabilimento.

Per i punti luce in corrispondenza delle rampe e ricadenti sulle strutture in calcestruzzo, in sostituzione del blocco di fondazione, è previsto un attacco a piastra fissato alla base mediante tirafondi preventivamente annegati nella struttura cementizia, o ricorrendo all'impiego di tasselli a fissaggio chimico, qualora la presenza dei tirafondi costituisca impedimento in fase di getto o durante le operazioni di vibratura della massa cementizia.

4.3. Segnaletica di emergenza

La segnaletica di emergenza, prevista per la gestione degli stati di allarme all'interno del nuovo sottopasso, dovrà fornire indicazioni sulla transitabilità e sulla percorribilità riportate sui pannelli luminosi a pittogramma variabile (PPV) montati sui portali terminali dell'intero tracciato in sottopasso, associati a segnalazione di interdizione di transito con gruppi semaforici.

La segnaletica di emergenza sarà coordinata con il sistema urbano di mobilità in dotazione al comando della Polizia Municipale del Comune di Verona.

4.4. Circuiti di distribuzione per impianti e vie cavi

4.4.1. Tipi di cavi

Il cablaggio degli impianti elettrici di media tensione prevede l'impiego di cavi in rame con isolamento in gomma G7 e guaina in PVC di qualità Rz (CEI 20.13) tipo RG7H1R 18/30kV.

Per gli impianti di controllo, segnalazione e comando alla tensione di 230V, ed in bassa tensione di sicurezza, sono previsti cavi in rame schermati non propaganti l'incendio (CEI 20.22II, CEI 20.14) di tipo N1VC7VK 0.6/1kV, con isolamento al grado 4.

Saranno inoltre previsti cavi in rame speciali per segnalazione e controllo di tipo bus schermati con formazione multicoppia e cavi telefonici bicoppia a formazione multipla.

Il dimensionamento delle sezioni dei cavi sarà eseguito secondo CEI UNEL 35024/1 per i cavi isolati con materiale elastomerico o termoplastico, e CEI UNEL 35026 per cavi a posa interrata.

4.4.2. Tipi di posa e vie cavi

Per gli impianti elettrici presenti all'interno del nuovo sottopasso, i cavi saranno posati entro vie cavi costituiti essenzialmente da:

- tubazioni per cavidotti in PVC pesante o polietilene pesante a doppia parete ogni qualvolta si sia in presenza di percorsi interrati entro scavo;
- canali portacavi in lamiera d'acciaio inox AISI 304 con bordo arrotondato antitaglio, spessore non inferiore a 1.5 mm con pezzi speciali e coperchio (solo per canali);
- tubazioni in acciaio inox AISI 304 (Taix) UNI 7683 o inox con filettatura metrica;
- guidacavi flessibili in acciaio zincato rivestito di PVC.

4.4.3. Predisposizioni per sistemi di telecomunicazioni

Le predisposizioni delle tubazioni per cavi di telecomunicazioni saranno costituite da un tritubo del diametro nominale di 50mm e da un tubo di PVC pesante del diametro nominale di 160mm.

I cavidotti per telecomunicazioni e per energia saranno adeguatamente distanziate, secondo quanto indicato negli elaborati di progetto; le tubazioni saranno posate entro scavo di profondità tale che la generatrice superiore dei tubi abbia una quota di almeno 70 cm dal piano esterno, e la loro ubicazione sarà segnalata con un nastro identificatore della tipologia di sottoservizio interrato.

4.5. Impianto di terra e protezione contro le scariche atmosferiche

4.5.1. Impianto di terra per cabina AGSM

Per la sezione di edificio adibito alla distribuzione AGSM di M.T. saranno realizzati:

- l'IMPIANTO DI MESSA A TERRA (TERRA DI PROTEZIONE) a cui sono connessi elettricamente tutte le parti metalliche e all'armatura del manufatto. Il collegamento interno - esterno della rete di terra sarà realizzato con connettore in acciaio inox, annegato nel calcestruzzo e collegato all'armatura o con analogo passante in acciaio inox. Il connettore sarà dotato di boccole filettate a tenuta stagna, per il

collegamento della rete di terra, facenti filo con la superficie interna ed esterna della vasca.

L' impianto di messa a terra sarà costituito da:

- a) impianto di terra interno realizzato con corda di rame nudo di sezione 50 mmq;
- b) impianto di terra esterno realizzato con doppio anello in corda di rame nudo di sezione 50 mmq posata entro due scavi di sezione 0.20x1.00 m e 0.20 x 2.00 m alla distanza rispettivamente di 1.00 m per l'anello interno e di 2.00 m per l'anello esterno dalla fondazione di cabina.

Il reinterro degli scavi è eseguito con terreno vegetale.

Il valore della resistenza di terra di cabina, quando questa è interconnessa alla rete MT di AGSM, sarà comunque inferiore a 0.95 ohm.

- MESSA A TERRA DEL CONDUTTORE DI NEUTRO DI BT (TERRA FUNZIONALE)

L'impianto di messa a terra del conduttore di neutro di BT sarà realizzato in opportuna area all'interno degli spazi verdi limitrofi, tale da non risultare interferente con l'impianto di messa a terra di cabina (terra di protezione), e si estenderà in direzione opposta rispetto al percorso di ingresso e uscita dei cavi della rete di MT a cui la nuova cabina sarà connessa.

L'impianto di messa a terra del conduttore di neutro di BT è costituito essenzialmente da due parti distinte: parte in corda di rame isolata, di sezione 50 mmq, posata entro tubazione flessibile in PVC di diametro pari almeno a 60.00 mm, entro scavo di profondità pari a 1.00 m, che si sviluppa linearmente per una lunghezza pari almeno a 5L, dove L è la massima dimensione dell'impianto di terra di protezione della cabina. L'estensione del tronco in corda di rame isolato pari ad almeno 5L garantisce la non interferenza tra l'impianto di messa a terra del conduttore di neutro di BT e l'impianto di terra di cabina; parte in corda di rame nudo posato direttamente nel terreno o bandella in acciaio zincato di dimensioni 4 x 40 mm, entro scavo di profondità pari a 1.00 m terminante con dispersori di terra (piastre/picchetti). Il valore massimo della resistenza dell'impianto di messa a terra del conduttore di neutro di BT è 25 ohm.

4.5.2. Impianto di terra per cabina di utenza

L'impianto di terra di cabina elettrica di utenza con sistema distributivo TN-S sarà costituito da un dispersore longitudinale in corda di rame nudo della sezione indicata negli elaborati di progetto, integrata con picchetti in profilato di acciaio zincato infissi entro pozzetti ispezionabili e localizzati da cartelli indicatori di riferimento.

All'impianto di terra di dispersione, per mezzo di un collettore di terra equipotenziale in barra di rame con attacchi a bullone (nodo di terra ed equipotenziale principale) a cui verranno collegati:

- il centro stella del trasformatore di potenza MT/BT;
- il centro stella del gruppo elettrogeno;
- il centro stella del gruppo statico di continuità;
- gli scaricatori di sovratensione del quadro generale di bassa tensione;
- i ferri di armatura delle strutture in c.a. mediante corda di rame di sezione 70 mm²
- gli anelli equipotenziali previsti realizzati con bandella in rame per tutti i locali tecnici;
- i conduttori di protezione PE di tutti i circuiti utilizzatori alimentati.

Ai nodi di terra ed equipotenziali saranno collegati mediante conduttore giallo-verde di tipo N07V-K di sezione minima di 16 mm²:

- i quadri elettrici di MT e BT;
- la carpenteria del gruppo elettrogeno e del relativo quadro;
- la carpenteria del gruppo di continuità e delle batterie;
- la cassa del trasformatore;
- i telai delle coperture in lamiera striata dei cunicoli per il passaggio dei cavi;
- i ferri di armatura delle strutture in c.a. non connesse ai collettori di terra.

I conduttori di protezione costituenti le principali dorsali coordinate per la protezione contro i contatti indiretti per il sistema TN-S, secondo quanto prescritto dalla Sezione 413.1.3 della norma CEI 64.8, dovranno essere coordinate con le protezioni differenziali previste per i circuiti utilizzatori, ove detta protezione non sia assicurata dall'intervento della protezione magnetica.

L'impianto di terra sarà conforme alle prescrizioni della norma CEI 11.8 per il sistema elettrico di II Categoria, in relazione all'entità della corrente di guasto a terra sul lato di media tensione e del tempo di intervento delle protezioni di media tensione per l'eliminazione dei guasti dichiarati da AGSM in corrispondenza del punto di consegna.

4.5.3. Protezione contro le scariche atmosferiche

Il quadro generale di B.T. sarà protetto contro le sovratensioni mediante scaricatori (SPD) aventi le seguenti caratteristiche:

- classe di funzionamento: B
- tensione nominale: $U_n=250V$
- tensione residua: $U_{sp} < 3.5kV$
- corrente nominale di scarica: $I_n= 75 \text{ kA.}$

L'impianto di terra dell'illuminazione degli svincoli (sistemi TT) sarà costituito da un dispersore in corda di rame nudo, integrata con dispersori verticali.

4.5.4. Impianto di terra per illuminazione pubblica

All'impianto di terra di protezione saranno collegate le prese di terra dei pali con tratti di corda di rame nudo della sezione minima di 35mm^2 .

Il valore della resistenza di terra dei sistemi TT sarà coordinato con le protezioni differenziali installate, secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64.8 Sezione 413.1.4 ($R_a \leq 50/I_{dn}$). In particolare, sarà assunto un valore di riferimento della resistenza di terra R_t non superiore a 5 ohm, indipendentemente dalla soglia differenziale nominale delle protezioni installate sui quadri elettrici.

5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO E CLASSIFICAZIONI

Il progetto è stato redatto con riferimento alle vigenti norme tecniche e legislative; si riportano, a seguito, le principali norme di riferimento, per l'esecuzione degli impianti.

5.1. Normativa di riferimento

- Norma UNI 11095: "Illuminazione delle gallerie";
- Norma UNI 11248: "Selezione delle categorie illuminotecniche";
- Norma UNI 13201/2-3-4: "Illuminazione stradale;
- Legge N. 17 del 07 agosto 2009 della Regione Veneto - Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici. (Bur n. 65 del 11/08/2009.
- UNI 10819 "Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso"
- Bollettino Ufficiale C.N.R. n. 78/1980 "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane"
- CEI 11.1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata"
- CEI 11.8 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Impianti di terra"
- CEI 11.17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo"
- CEI 11.35 " Guida all'esecuzione delle cabine elettriche di utente"
- CEI 64.7 "Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari"
- CEI 64.8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua"
- CEI 81.1 e Variante V1 "Protezione delle strutture contro i fulmini"
- CEI 17.13/1 "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS)
- CEI-UNEL 35024/1 - Portate dei cavi isolati con materiale elastomerico e termoplastico
- CEI UNEL 35026 – Portate dei cavi interrati in bassa tensione
- ENEL DK 5640 – Criteri e modalità per l'alimentazione delle utenze alla rete MT ENEL

- Circolare M.I. 31.8.78 n° 31 M.I.SA. (78) 11 – Norme di sicurezza per installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o a macchina operatrice
- Ente Nazionale per le Strade – Direzione generale - Circolare 8.09.99 “Direttive per la sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali”
- “Testo aggiornato al D. Lgs. 30 aprile 1992 n° 285 recante il codice della strada”

5.2. Classificazione CEI

- Locali tecnici: luogo a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevato danno in caso d'incendio.
- Locale gruppo elettrogeno: luogo a maggior rischio in caso d'incendio per la presenza di materiale combustibile.

5.3. Compatibilità elettromagnetica

- Compatibilità elettromagnetica di tutti i componenti secondo D.L. n. 476 del 4/12/92.