

E78 GROSSETO - FANO
Tratto Nodo di Arezzo – Selci – Lama (E45)
Adeguamento a quattro corsie del tratto
San Zeno – Arezzo – Palazzo del Pero, 1° lotto

PROGETTO DEFINITIVO

FI 508

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Roberto Salucci</i> Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 633</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A2514</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GP INGENGNERIA GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p>cooprogetti</p> <p>engeko</p> <p>AIM Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p>
<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i> Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270</p>	<p><i>Ing. Moreno Panfili</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. Matteo Bordugo</i> Ordine Ingegneri Provincia di Pordenone al n. 790A</p>	<p>(Mandante)</p> <p>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> ORDINE INGEGNERI ROMA N° 14035</p>
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Francesco Pisani</i></p>	<p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>(Mandante)</p>
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

IMPIANTI TECNOLOGICI
Elaborati generali
Disciplinare tecnico descrittivo

<p>CODICE PROGETTO</p> <p>PROGETTO LIV.PROG ANNO</p>	<p>NOME FILE</p> <p>T01IM00IMPRE02_B</p>	<p>REVISIONE</p>	<p>SCALA</p>
<p>DPFI508 D 23</p>	<p>CODICE ELAB. T 0 1 I M 0 0 I M P R E 0 2</p>	<p>B</p>	<p>-</p>
<p>D</p> <p>C</p>			
<p>B</p> <p>A</p>	<p>Revisione a seguito istruttoria n°U.001628.09-01-2024</p> <p>Emissione</p>	<p>Gennaio '24</p> <p>Agosto 2023</p>	<p>Salvi Panfili Guiducci</p> <p>Salvi Panfili Guiducci</p>
<p>REV.</p>	<p>DESCRIZIONE</p>	<p>DATA</p>	<p>REDATTO VERIFICATO APPROVATO</p>

INDICE

1.	PREMESSA.....	7
2.	DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE	8
3.	OGGETTO DELLE OPERE	9
4.	RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI	10
4.1.	DECRETI E LEGGI	10
4.2.	NORME CEI.....	11
4.3.	NORME UNI, UNI-CIG	12
4.4.	ALTRO	12
5.	MODALITA' ESECUTIVE DEGLI IMPIANTI.....	13
5.1.	FORNITURA DELL'ENERGIA ELETTRICA.....	13
5.1.1.	<i>Fornitura in bassa tensione</i>	<i>13</i>
5.1.2.	<i>Impianto luce, FM e speciali nel fabbricato.....</i>	<i>13</i>
5.1.3.	<i>Impianto di terra</i>	<i>13</i>
5.2.	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI	14
5.2.1.	<i>Protezione contro i contatti diretti</i>	<i>14</i>
5.2.2.	<i>Protezione contro i contatti indiretti.....</i>	<i>14</i>
5.2.3.	<i>Protezione combinata i contatti diretti ed indiretti.....</i>	<i>15</i>
5.3.	PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI ED I CORTO CIRCUITI.....	15
5.3.1.	<i>Protezione contro i sovraccarichi.....</i>	<i>15</i>
5.3.2.	<i>Protezione contro i cortocircuiti</i>	<i>16</i>
5.4.	QUADRI DI BASSA TENSIONE	16
5.4.1.	<i>Struttura generale del quadro e caratteristiche dei materiali.....</i>	<i>16</i>
5.4.2.	<i>Apparecchiature.....</i>	<i>17</i>
5.4.3.	<i>Strumenti di misura</i>	<i>17</i>
5.4.4.	<i>Collegamenti - circuiti di potenza.....</i>	<i>17</i>
5.4.5.	<i>Collegamenti - circuiti ausiliari.....</i>	<i>18</i>
5.4.6.	<i>Morsettiere.....</i>	<i>18</i>
5.4.7.	<i>Rispondenza a norme tecniche e leggi antinfortunistiche.....</i>	<i>19</i>
5.4.8.	<i>Caratteristiche costruttive: composizione e suddivisione del quadro</i>	<i>19</i>
5.4.9.	<i>Caratteristiche principali.....</i>	<i>19</i>
5.4.10.	<i>Elenco delle prove.....</i>	<i>21</i>
5.4.11.	<i>Descrizioni particolari.....</i>	<i>22</i>
5.4.12.	<i>Caratteristiche specifiche dei diversi tipi di quadro bt</i>	<i>22</i>

5.5.	CAVI, CONDUTTORI ED ACCESSORI.....	23
5.5.1.	Generalità	23
5.5.2.	Conduttori di terra	26
5.5.3.	Cavi tipo FG16(O)R16 0.6/1kV – CEI 20-13 – Classificazione Cca s3, d1, a3.....	26
5.5.1.	Cavi tipo FG16(O)M16 0.6/1 kV – CEI 20-38 – classificazione Cca s1b, d1, a1	27
5.5.2.	Cavi tipo FG18(O)M16 0.6/1 kV – CEI 20-38 – classificazione B2ca s1a, d1, a1	28
5.5.3.	Cavi resistenti al fuoco tipo FGT18(O)M16 0.6/1 kV – CEI 20-45 – classificazione B2ca s1a, d1, a1	29
5.5.4.	Cavi tipo ARG16(O)R16 0.6/1kV – CEI 20-13 – Classificazione Cca s3, d1, a3.....	30
5.5.5.	Cavi tipo FS17 450/750V - CEI EN 50525 – classificazione Cca s3, d1, a3	30
5.5.6.	Cavi tipo FG17 450/750V – CEI 20-45 – classificazione Cca s1b, d1, a1.....	31
5.5.7.	Cavi isolati (per circuiti di segnalazione, soccorso e telecontrollo).....	31
5.5.8.	Cavi a fibre ottiche	32
5.5.9.	Cavi per reti telefoniche e trasmissione dati	34
5.5.10.	Sistemi di posa dei cavi.....	34
5.5.11.	Attraversamento superfici di compartimentazione	35
5.6.	CAVIDOTTI ED ACCESSORI	36
5.6.1.	Tubazioni	36
5.6.2.	Canalizzazioni.....	39
5.6.3.	Tubo rigido in PVC serie pesante.....	40
5.6.4.	Tubo rigido in PVC filettabile	41
5.6.5.	Tubo corrugato in PVC serie pesante.....	41
5.6.6.	Guaina flessibile con spirale rigida in PVC	41
5.6.7.	Guaina flessibile con spirale in acciaio zincato.....	42
5.6.8.	Tubo in pvc con giunti a bicchiere	42
5.6.9.	Tubo in acciaio zincato leggero.....	42
5.6.10.	Tubazioni in acciaio inox	43
5.6.11.	Tubo in acciaio zincato pesante	43
5.6.12.	Cavidotto in PVC/PE corrugato per posa interrata.....	43
5.6.13.	Canale o passerella in acciaio zincato.....	43
5.6.14.	Canale o passerella in acciaio zincato con coperchio.....	44
5.6.15.	Canale o passerella in acciaio inox	44
5.6.16.	Canale o passerella in acciaio inox con coperchio	45
5.7.	CASSETTE DI DERIVAZIONE.....	45
5.7.1.	Generalità	45

PROGETTAZIONE ATI:

5.7.2.	<i>Cassette di derivazione in acciaio inox</i>	46
5.7.3.	<i>Cassette di derivazione resistenti al fuoco</i>	46
5.7.4.	<i>Cassette di derivazione da incasso o da semincasso in PVC</i>	47
5.7.5.	<i>Cassette di derivazione stagne da esterno in PVC</i>	47
5.7.6.	<i>Cassette di derivazione metalliche</i>	48
5.8.	IMPIANTI TERMINALI	49
5.8.1.	<i>Generalità</i>	49
5.8.2.	<i>Pulsante di sicurezza in cassetta con vetro frangibile</i>	50
5.8.3.	<i>Prese a spina per usi industriali</i>	50
5.8.4.	<i>Punto alimentazione monofase in esecuzione IP55</i>	53
5.8.5.	<i>Punto alimentazione trifase in esecuzione IP55</i>	53
5.9.	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	54
5.9.1.	<i>Illuminazione di interni</i>	54
5.9.2.	<i>Impianti di illuminazione esterna - Generalità</i>	54
5.9.3.	<i>Apparecchi di illuminazione esterna</i>	55
5.9.4.	<i>Apparecchi illuminanti per circuiti di rinforzo ed illuminazione permanente in galleria</i>	56
5.9.5.	<i>Regolatori di flusso luminoso - Considerazioni generali</i>	57
5.9.6.	<i>Sistema di alimentazione gallerie</i>	62
5.9.7.	<i>Funzionamento automatico</i>	63
5.9.8.	<i>Funzionamento semiautomatico</i>	65
5.9.9.	<i>Funzionamento manuale</i>	65
5.9.10.	<i>Funzionamento in bypass manuale</i>	65
5.9.11.	<i>Procedure principali</i>	65
5.9.12.	<i>Auto-diagnostica</i>	66
5.9.13.	<i>Partenza del sistema</i>	66
5.9.14.	<i>Condizioni di errore</i>	66
5.9.15.	<i>Procedure di misura</i>	67
5.9.16.	<i>Misure di tensione e corrente</i>	67
5.9.17.	<i>Misura di luminanza interna</i>	67
5.9.18.	<i>Misura di luminanza esterna</i>	67
5.9.19.	<i>Procedure di regolazione</i>	67
5.9.20.	<i>Regolazione diurna senza degrado o sistema ACI</i>	68
5.9.21.	<i>Regolazione diurna con degrado o sistema non ACI</i>	68
5.9.22.	<i>Regolazione di equalizzazione</i>	68
5.9.23.	<i>Regolazione oraria</i>	68

PROGETTAZIONE ATI:

5.9.24. Distribuzione	68
5.9.25. Protocollo di trasmissione	69
5.9.26. Pannello frontale	69
5.9.27. Modalità di regolazione	70
5.9.28. Allarmi	70
5.9.29. Stato attuale del sistema	70
5.9.30. Temporizzazioni	70
5.9.31. Sistema di telegestione	70
5.9.32. Sistemi di misurazione della luminanza esterna	72
5.9.33. Pali per installazione apparati	73
5.9.34. Protezione contro i fulmini	73
5.9.35. Impianto di terra - Dispensori	73
5.9.36. Cavidotti	74
5.9.37. Cavi e circuiti di alimentazione	74
5.10. SISTEMI DI ALIMENTAZIONE AUSILIARIA	75
5.10.1. Gruppi di continuità assoluta	75
5.11. IMPIANTI ELETTRICI SPECIALI (DI SICUREZZA)	77
5.11.1. Impianto rilevazione incendi fabbricato tecnologico	77
5.11.2. Impianto antintrusione fabbricato tecnologico	84
5.11.3. Impianto videosorveglianza TVCC fabbricato tecnologico	86
5.12. IMPIANTO DI SEGNALETICA	89
5.13. SISTEMA DI GESTIONE E CONTROLLO	90
5.14. IMPIANTO DI TERRA	91
5.14.1. Generalità	91
5.14.2. Impianti di terra per applicazioni particolari - Impianto di terra ad uso informatico	93
5.15. OPERE CIVILI PER IMPIANTI TECNOLOGICI	93
5.15.1. Scavi	94
5.15.2. Scavi per tubazioni	95
5.15.3. Pozzetto prefabbricato con chiusino in ghisa	96
5.15.4. Attraversamenti interrati	96
5.16. ULTERIORI PRESCRIZIONI SULLE OPERE	97
5.16.1. Verniciature	97
5.16.2. Etichettatura ed individuazione componenti	97
5.16.3. Materiali per opere metalliche - Materiali ferrosi	97
5.16.4. Carpenterie in acciaio	97

PROGETTAZIONE ATI:

6.	<u>NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DELLE OPERE</u>	100
6.1.	CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI - NORME GENERALI - PRESTAZIONI IN ECONOMIA ED ANTICIPAZIONI	100
6.2.	PRESTAZIONI DI MANODOPERA	100
6.3.	NOLEGGI.....	101
6.4.	MATERIALI D'OPERA	101
6.5.	MATERIALI PER IMPIANTI ELETTRICI DI POTENZA	101
6.5.1.	<i>Cavidotti, cunicoli, canali portanti</i>	101
6.5.2.	<i>Cavi elettrici</i>	101
6.5.3.	<i>Cassette di derivazione</i>	102
6.5.4.	<i>Pali tubolari conici</i>	102
6.5.5.	<i>Corpi illuminanti</i>	103
6.5.6.	<i>Quadri di bassa tensione</i>	103
6.5.7.	<i>Regolatori di potenza e di apparecchiature interne in generale</i>	103
6.6.	IMPIANTI SPECIALI	103
6.7.	MATERIALI ED APPARECCHIATURE IN GENERE	104
7.	<u>ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI</u>	105
8.	<u>VERIFICHE E PROVE</u>	107
8.1.	VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI.....	107
8.2.	VERIFICHE E PROVE FINALI	107
8.2.1.	<i>Verifiche e prove impianti meccanici</i>	108
8.2.2.	<i>Collaudi impianti meccanici</i>	109
8.2.3.	<i>Procedure di verifica all'avviamento</i>	109
8.2.4.	<i>Procedure di collaudo</i>	110
8.2.5.	<i>Misura della temperatura dell'aria interna</i>	111
8.2.6.	<i>Misura della temperatura dell'aria esterna</i>	111
8.2.7.	<i>Misura dell'umidità relativa</i>	111
8.2.8.	<i>Misura della velocità dell'aria</i>	111
8.2.9.	<i>Misura della portata d'aria</i>	111
8.2.10.	<i>Misura dell'efficienza di filtrazione dell'aria</i>	112
8.2.11.	<i>Misura del livello di rumore</i>	112
8.2.12.	<i>Documentazione</i>	112
8.2.13.	<i>Provvedimenti contro la trasmissione delle vibrazioni</i>	112
8.2.14.	<i>Misure antiacustiche</i>	113
9.	<u>SPECIFICHE PRESTAZIONALI DEI COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI</u>	114

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTAZIONE ATI:

1. PREMESSA

Il presente elaborato "Impianti tecnologici elettrici e meccanici (Specifiche tecniche)" è relativo agli impianti tecnologici elettrici previsti a servizio dell'asse stradale presente sulla E78 Grosseto – Fano relativamente al completamento del tratto del Nodo di Arezzo – Selci – Lama (E45) – Palazzo del Pero.

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 nelle relazioni tecniche, nella forma estesa dell'elenco descrittivo delle voci (o nell'elenco prezzi unitari) che concorrono a definire il computo metrico estimativo.

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

- modalità esecutive delle lavorazioni
- norme di misurazione dei lavori
- criteri di accettazione dei materiali
- verifiche e prove
- 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, 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 D.L. 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.
- 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)
- 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
- PMV Pannelli a Messaggio variabile

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 della presente sezione di progetto, comprende impianti di potenza, di sicurezza, controllo e comunicazione:

- punti consegna fornitura d'energia elettrica, in bassa tensione da parte degli enti distributori;
- impianto d'illuminazione diurna e notturna delle gallerie presenti nel tratto stradale oggetto dell'opera;
- impianto di illuminazione di emergenza interna alle gallerie da realizzarsi con picchetti luminosi da installare lungo le pareti delle gallerie;
- impianti F.M. - Prese, illuminazione normale e di sicurezza nel locale tecnologico e nelle aree esterne delle gallerie;
- impianto rilevazione incendi, controllo accessi e TVCC videosorveglianza nei locali tecnici delle gallerie;
- segnaletica luminosa in galleria;
- impianti di illuminazione viabilità secondarie quali rotatorie e svincoli di accesso;
- predisposizione cavidotti per impianti Smart Road in itinere.

4. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Nel seguito si richiamano i principali riferimenti legislativi e normativi che devono essere osservati dall'Appaltatore, fermo restando che l'appaltatore stesso si atterrà a tutte le disposizioni legislative e normative per le varie categorie di lavoro che occorre eseguire, anche se non espressamente citate nel presente documento od in altri documenti contrattuali. Ciò vale anche nel caso in cui disposizioni inerenti ai lavori da svolgere, vengano emanate durante l'esecuzione dei lavori stessi. L'elenco, riportato in ordine cronologico, è quindi indicativo e non limitativo.

4.1. DECRETI E LEGGI

- Decreto Legislativo n. 81 del 9 Aprile 2008 - "Attuazione dell'art. 1 della legge 3/8/07 n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
- D.P.R. 303/1956 solo per l'art. 64
- D.P.R. n° 320 del 20 marzo 1956 " Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo"
- Legge n° 615 del 13 luglio 1966 "Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico" e regolamento di attuazione in vigore
- Legge n° 186 del 1 marzo 1968 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici"
- D.P.R. 22 dicembre 1970 n. 1391 "Regolamento per l'esecuzione della legge 13 luglio 1966, n. 615, recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore degli impianti termici"
- Legge n° 791 del 18 ottobre 1977 "Attuazione della direttiva del Consiglio della Comunità Europea n° 73/23/CEE relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione"
- Decreto Ministeriale del 13 luglio 2011 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi".
- D.M. 26 giugno 1984 "Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi"
- Legge n° 818 del 7 dicembre 1984 "Nulla osta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, modifica degli articoli 2 e 3 della legge 4 marzo 1982, n. 66, e norme integrative dell'ordinamento del Corpo nazionale dei vigili del fuoco"
- D.M. 8 marzo 1985 "Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini del rilascio del nulla osta provvisorio di cui alla legge 07/12/1984 n. 818"
- D.Min. LL.PP. del 12 dicembre 1985 "Norme tecniche per le tubazioni"
- D.P.R. n° 588 del 28 novembre 1987 "Attuazione delle Direttive CEE n. 79/113, n. 81/1051, n. 85/405, n. 84/533, n. 85/406, n. 84/534, n. 84/535, n. 85/407, n. 84/536, n. 85/408, n. 84/537, n. 85/409, relative al metodo di misura del rumore nonché al livello sonoro o di potenza acustica do motocompressori, gru a torre, gruppi elettrogeni di saldatura, gruppi elettrogeni e martelli demolitori azionati a mano, utilizzati per compiere lavori nei cantieri edili e di ingegneria civile"
- Legge n. 46 del 5 Marzo 1990 - "Norme per la sicurezza degli impianti". (Ancora in vigore solo per gli articoli 8-14-16).

- D.M. n. 37 del 22 Gennaio 2008 - “Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11, 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”.
- Legge n° 9 del 9 gennaio 1991 “Norme per l’attuazione del nuovo Piano Energetico Nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali”
- Legge n° 10 del 9 gennaio 1991 “Norme per l’attuazione del nuovo Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia” e regolamento/i di attuazione in vigore
- Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”
- Legge 26 ottobre 1995 n° 447 “Legge quadro sull’inquinamento acustico”
- D.P.R. n° 459 del 24 luglio 1996 “Regolamento per l’attuazione di direttive CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine”
- D.Min. Interni del 10 marzo 1998 “Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell’emergenza nei luoghi di lavoro”
- D.Min. Interni del 4 maggio 1998 “Disposizioni relative alle modalità di presentazione ed al contenuto delle domande per l’avvio dei procedimenti di prevenzione incendi, nonché all’uniformità dei connessi servizi resi dai Comandi Provinciali dei vigili del fuoco”
- D.P.R. n° 554 del 21 dicembre 1999 “Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n° 109, e successive modificazioni”
- Circolare ANAS n° 7735 del 8 settembre 1999 “Direttive per la sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali”
- D.P.R. 1 agosto 2011 n° 151 Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi a norma dell’art. 49 comma 4-quater del D.L. 78/2010, convertito dalla Legge 122/2010
- D.M.I 5 agosto 2011 Procedure e requisiti per l’autorizzazione e l’iscrizione dei professionisti negli elenchi del M.I di cui all’art. 26 del D.L. 139/2006
- D.M. 20 dicembre 2012 - Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l’incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi;
- D. Lgs. 16 Giugno 2017 n. 106 - “Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE”.

4.2. NORME CEI

Tutta la normativa del Comitato Elettrotecnico Italiano in generale, di interesse per le opere in progetto ed in particolare:

- Norma CEI 0-21 - “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica”
- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”
- Norme CEI 17-5 - “Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici”
- Norme CEI 17-113/1 - “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)”
- Norme C.E.I. n. 64 - 8, “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 Volt in corrente alternata e 1.500 Volt in corrente continua”

PROGETTAZIONE ATI:

- Norme C.E.I. 81-10, “Protezione delle strutture contro i fulmini – Valutazione del rischio dovuto al fulmine”
- Norme CEI 64-20, “Impianti elettrici nelle gallerie stradali”

4.3. NORME UNI, UNI-CIG

Tutta la normativa UNI, di interesse per le opere in progetto ed in particolare:

- Norme UNI 10439 - Illuminazione di strade a traffico motorizzato.
- Norma UNI 10819 marzo 1999 – “Requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso”;
- Norme UNI 11095 Edizione Febbraio 2021: “Illuminazione delle gallerie”.
- Norma UNI 11248 Illuminazione stradale Edizione 2016 - “Selezione delle categorie illuminotecniche”.
- Norma UNI 11431 febbraio 2021 – “Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso”;
- Norma UNI 13201-2 Illuminazione stradale parte II Edizione 2016 - “Requisiti prestazionali”.
- Norma UNI 13201-3 Illuminazione stradale parte III Edizione 2016 - “Calcolo delle prestazioni”.
- Norma UNI 13201-4 Illuminazione stradale parte IV Edizione 2016 - “Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche”.
- Norme UNI 8042-88, UNI 8042:1988/A1:1992, UNI 7357-74, UNI 5364-76, UNI 10339-95
- Norme UNI 9795:2013, “Sistemi fissi automatici di rivelazione, segnalazione manuale ed allarme incendi”

4.4. ALTRO

- Raccomandazioni del PIARC (Permanent International Association of Road Congresses)
- Si vedano inoltre la Normativa e le Raccomandazioni elencate negli specifici paragrafi delle Relazioni Impianti di ventilazione ed antincendio.

5. MODALITA' ESECUTIVE DEGLI IMPIANTI

5.1. FORNITURA DELL'ENERGIA ELETTRICA

5.1.1. FORNITURA IN BASSA TENSIONE

La fornitura di energia elettrica viene effettuata da parte dell'ente distributore in bassa tensione a 400V+N 50Hz per tutti gli impianti previsti all'interno del presente intervento.

L'inizio fisico dell'impianto elettrico dell'utente è da intendersi coincidente con il punto di consegna ossia con i morsetti delle terminazioni lato distributore dei cavi bt che collegano l'impianto di consegna (complesso di apparecchiature Enel comprese tra il punto di arrivo e il punto di consegna) con l'impianto utilizzatore.

I gruppi di misura sono di proprietà del distributore e devono essere installati in apposito locale contatori.

Si ricorda che il manufatto dovrà comunque essere conforme alle disposizioni dell'ente distributore e alle seguenti prescrizioni legislative:

- Legge n. 1086 del 5 novembre 1971
- Circolare M.LL.PP. n. 20244 del 30 giugno 1980 (parte C)
- Circolare C.S.LL.PP. n. 6090 punto 4.6
- Legge n. 64 del 2 febbraio 1974
- D.M. 24 febbraio 1986
- D.M. 3 dicembre 1987
- Circolare M.LL.PP. n. 31104 del 16 marzo 1989
- D.M. 12 febbraio 1982
- Circolare M.LL.PP. n. 22631 del 24 maggio 1982

5.1.2. IMPIANTO LUCE, FM E SPECIALI NEL FABBRICATO

All'interno dei vari locali del fabbricato tecnologico installato all'imbocco della galleria saranno eseguiti tutti gli impianti di servizio occorrenti (impianti di illuminazione ordinaria, illuminazione di emergenza, prese di servizio, impianti estrazione e condizionamento, ecc.).

5.1.3. IMPIANTO DI TERRA

All'esterno dei locali del fabbricato tecnologico della galleria dovranno essere infissi appositi dispersori di terra collegati tra di loro in parallelo con corda di rame nuda di sezione 35mmq; interconnesso con l'impianto esterno saranno gli impianti equipotenziali interni dei singoli locali che faranno capo ad una piastra collettore equipotenziale che sarà installata a parete e a cui faranno capo tutte le masse e le masse estranee presenti all'interno del locale.

A detto impianto sarà altresì interconnesso l'anello disperdente previsto lungo l'intera galleria costituito da corda di rame nuda della sezione di 50mmq.

5.2. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRECTI

5.2.1. 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 IP2X;
- 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.

5.2.2. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRECTI

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'edificio dei conduttori di protezione, delle masse estranee (ad esempio: le delle tubazioni metalliche entranti nel fabbricato) tramite collegamenti equipotenziali principali e supplementari.

Una volta eseguito l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti dovrà essere realizzata attuando il coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

Affinché detto coordinamento sia efficiente dovrà essere osservata la seguente relazione:

$$R_t < 50/I_d$$

dove R_t è il valore in ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli e I_d il più elevato fra i valori in ampere delle correnti differenziali nominali di intervento dei dispositivi posti a protezione dei singoli impianti utilizzatori.

5.2.3. PROTEZIONE COMBINATA I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI

In ambienti particolari, caratterizzati da elevato rischio di folgorazione (es.: piscine), si fa ricorso a sistemi di categoria 0 (bassissima tensione) tipo SELV, PELV o FELV che garantiscono una protezione combinata contro contatti diretti ed indiretti.

Si fanno in merito le seguenti prescrizioni:

- Nei circuiti SELV la tensione non sia superiore a 50 V se in alternata e 120 V se in continua. La sorgente sia costituita da un trasformatore di sicurezza conforme alle norme CEI o da sorgenti con grado di sicurezza equivalente. I circuiti e le relative masse non devono avere punti a terra e devono essere adeguatamente separati da altri circuiti (posa su condutture separate o provvedimento equivalente). Se la tensione è inferiore a 25 V in alternata o 60 V in continua non è necessario provvedere a protezioni contro i contatti diretti;
- Nei circuiti PELV a parte la necessità di prevedere un punto a terra per motivi funzionali devono essere rispettate tutte le indicazioni prescritte per i circuiti SELV;
- Nei circuiti FELV (circuiti in bassa tensione non SELV e non PELV) deve essere garantita la protezione contro i contatti diretti. In particolare, la protezione contro i contatti indiretti deve essere assicurata dalla protezione del circuito di alimentazione del primario del trasformatore.

5.3. PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI ED I CORTO CIRCUITI

La protezione contro le sovracorrenti di ogni conduttura deve essere garantita da dispositivi automatici che interrompano automaticamente l'alimentazione quando si producano sovraccarichi o cortocircuiti (a meno che la sorgente di alimentazione non sia in grado di fornire correnti superiori alla portata della conduttura).

Tutte le protezioni di massima corrente ed eventuali interruttori non automatici di sezionamento dovranno essere coordinate tra loro.

Inoltre i vari dispositivi di interruzione dovranno risultare, per quanto possibile, selettivi fra loro in modo tale da limitare il disservizio all'utente in caso di guasto.

I calcoli di verifica delle protezioni, del loro coordinamento e selettività dovranno essere presentati alla D.L. prima dell'inizio dei lavori.

5.3.1. PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI

Per la protezione contro i sovraccarichi, la corrente nominale del dispositivo automatico deve essere compresa tra la corrente di impiego del circuito e la portata del cavo; la corrente di sicuro intervento del dispositivo automatico non deve essere superiore a 1.45 volte la portata del cavo. I dispositivi di protezione contro i sovraccarichi possono essere installati lungo la conduttura se a monte non vi sono prese e derivazioni o se non attraversa luoghi a maggior rischio di incendio ed esplosione e se sono rispettate le condizioni appena descritte per tutta la conduttura (a monte ed a valle).

La protezione contro i sovraccarichi deve essere omessa quando l'apertura intempestiva del circuito può essere causa di pericolo (vedi Norma CEI 64-8).

5.3.2. 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.

5.4. QUADRI DI BASSA TENSIONE

5.4.1. STRUTTURA GENERALE DEL QUADRO E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

La struttura del quadro sarà realizzata con montanti funzionali (predisposti per fissaggio pannelli, cerniere porte, ancoraggi per eventuali affiancamenti, ecc.) in profilati di acciaio e pannelli di chiusura. Le parti metalliche costituenti e le relative pannellature dovranno avere spessore non inferiore a 20/10 di mm.

La carpenteria nel complesso dovrà essere opportunamente trattata, internamente ed esternamente, contro la corrosione mediante cicli di verniciatura esenti da ossidi di metalli pesanti di colore RAL7030. Tutte le pannellature dovranno essere bordate e fissate alla struttura con viti a brugola incassate.

Quelle costituenti le portine anteriori dovranno muoversi su cerniere non visibili all'esterno; il quadro sarà dotato di pannello con porta trasparente, la tenuta dovrà essere affidata a guarnizioni in gomma antinvecchiante e la chiusura a serratura con chiave tipo Yale o ad impronta, incassata quadra o triangolare.

Le portine dovranno essere inoltre opportunamente asolate per la fuoriuscita delle leve di comando degli interruttori di potenza installati all'interno della carpenteria; tutte le asole dovranno essere rifinite con idonee cornicette coprifilo. Le portine anteriori dovranno poter essere facilmente smontabili.

La carpenteria sarà dimensionata affinché la temperatura di esercizio assicuri una adeguata dissipazione per convezione ed irraggiamento del calore prodotto dalle perdite, in relazione alle condizioni ambientali di installazione, determinate dalle indicazioni di progetto.

Tutti i componenti elettrici di manovra/protezione/misurazione saranno facilmente accessibili dal fronte, mediante pannelli di altezza standard avvitati o incernierati.

Ciascun pannello frontale, sarà predisposto di adeguate asole per consentire il passaggio delle apparecchiature. Il fissaggio degli elementi costituenti la struttura metallica portante, nonché le parti funzionali, avverrà a mezzo di opportuna viteria, cerniere ed altri sistemi di fissaggio, in grado di mantenere la continuità metallica tra le parti.

Dato che il quadro comprende più sezioni aventi fonti di alimentazione distinte, dette sezioni saranno segregate tra loro, mediante l'uso di idonee barriere e diaframmi, di modo che sia possibile svolgere operazioni sui conduttori attivi di una sezione, senza disalimentare le altre e senza correre il rischio di venire a contatto con i loro conduttori attivi.

Nel dimensionamento del quadro si terrà conto di eventuali ampliamenti, pertanto si dovrà considerare uno spazio libero disponibile del 20 %.

5.4.2. APPARECCHIATURE

Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide (se modulari) o su apposite piastre di base (predisposte di tutte le forature e posizioni di montaggio necessarie all'installazione delle apparecchiature stesse), fissate su specifiche traverse di sostegno.

I componenti saranno facilmente ispezionabili per manutenzione, ampliamento e/o sostituzione. La componentistica relativa a indicazioni/visualizzazioni analogiche/digitali nonché pulsanteria, selettori e commutatori, saranno fissati sui pannelli frontali.

In particolare le apparecchiature di misura verranno posizionate nella parte frontale superiore del quadro, onde consentire una rapida ed efficace lettura dei parametri rilevati.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette serigrafate indicanti il circuito/servizio di appartenenza.

Nel quadro verrà installata la configurazione di apparecchiature/sistemi prevista nelle indicazioni di progetto. La struttura sarà idonea per ospitare le normali tipologie di apparecchiature elettriche.

Tutte le normali operazioni di esercizio saranno eseguibili dall'esterno.

Tutte le parti metalliche del quadro saranno collegate a terra (in conformità a quanto prescritto dalla norma CEI EN 61439-1).

Il quadro sarà percorso da una sbarra in rame elettrolitico solidamente imbullonata alla struttura metallica, in posizione facilmente accessibile, per effettuare i collegamenti dei conduttori dell'impianto di messa a terra e delle utenze derivate.

Tale sbarra dovrà avere una sezione non inferiore a 120 mm².

Dovendo essere prevista l'accessibilità dei quadri dalla portella frontale, verranno previste le opportune precauzioni contro i contatti accidentali quali:

- segregazione delle parti attive dei circuiti di potenza;
- segregazione di morsetti e parti attive dei circuiti ausiliari.

L'arrivo delle alimentazioni delle varie utenze verranno riportate su di una morsettiera posta sulla parte bassa del quadro utilizzando morsetti su profilato DIN di varia sezione a seconda della tipologia dei cavi in uscita.

5.4.3. STRUMENTI DI MISURA

A valle di ogni interruttore generale dovranno essere inseriti strumenti digitali in grado di eseguire le misure delle seguenti grandezze:

- Tensioni di alimentazione concatenate e di fase (V)
- Correnti assorbite da ogni fase (A)

5.4.4. COLLEGAMENTI - CIRCUITI DI POTENZA

Le sbarre principali omnibus di ciascuno dei sistemi di energia dovranno essere dimensionate termicamente secondo la tabella UNEL 01433-72 per un'intensità doppia di quella della taglia degli interruttori generali della rispettiva sezione. Le sbarre di distribuzione secondaria dovranno essere invece dimensionate termicamente per un'intensità pari a 1,5 volte a quella degli interruttori generali della rispettiva sezione.

Tutte le sbarre verranno inoltre dimensionate per sopportare le sollecitazioni dinamiche per i valori delle correnti di corto circuito previste nelle indicazioni di progetto. Le sbarre saranno in rame elettrolitico, di sezione rettangolare a spigoli arrotondati, e saranno fissate alla struttura a mezzo di appositi supporti isolanti (portabarre) che non generino, in caso di fuoco, fumi tossici.

Sia le sbarre che i supporti isolanti saranno disposti in modo tale da permettere modifiche/ampliamenti futuri. I collegamenti tra i sistemi sbarre nonché tra sbarre ed apparecchi di manovra e protezione saranno realizzati mediante adeguati connettori/collegamenti prefabbricati standard. Il conduttore di protezione, in barra di rame, dovrà essere dimensionato sulla base delle sollecitazioni dovute alle correnti di guasto (vedi CEI EN 61439-1).

Ciascuna sbarra sarà contraddistinta con adeguati contrassegni autoadesivi indicanti la fase. Nel caso si adottino conduttori per i collegamenti di potenza, gli stessi saranno in cavo unipolare, con tensione nominale coerente con le restanti parti attive del quadro, del tipo FG17.

Tutti i conduttori dei circuiti di potenza, ausiliari e di misura saranno numerati alle estremità ed si attesteranno ad apposite morsettiere del tipo componibile su guida unificata, munite di numerazione corrispondente agli schemi elettrici di progetto e opportunamente separate con diaframmi isolanti tra le varie utenze.

Salvo diversa prescrizione, la sezione minima sarà di 6 mm² del tipo FG17. Il supporto isolante dei morsetti sarà in materiale incombustibile e non igroscopico. Il serraggio dei terminali nel morsetto, sarà del tipo antivibrante con lamella di pressione interposta con la vite di serraggio.

La colorazione dei morsetti di terra sarà obbligatoriamente giallo/verde. La circolazione dei cavi di potenza ed ausiliari avverrà all'interno di apposite canaline con coperchio a scatto, o sistemi di distribuzione equivalenti.

Per quanto attiene le colorazioni, saranno obbligatoriamente adoperati il colore giallo/verde per i conduttori di protezione, azzurro per i conduttori di neutro e tre colori distinti per le tre fasi, comunque scelti tra quelli previsti dalle norme.

5.4.5. COLLEGAMENTI - CIRCUITI AUSILIARI

Tutti i circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili di tipo FG17 con le seguenti sezioni minime:

- Circuiti di comando e segnalazione: 2,5 mm²
- Circuiti di misura voltmetrica: 1,5 mm²
- Circuiti di misura amperometrica: 2,5 mm²

Saranno previste delle canalette di collegamento in materiale termoplastico autoestinguente per la posa dei cablaggi. Le terminazioni dei conduttori saranno provviste di adatti capicorda, a spina, a forcilla e/o ad occhiello, opportunamente isolati. Ciascun conduttore sarà completo di numerazione, corrispondente con quanto riportato in morsettiere, nonché sullo schema funzionale. I conduttori appartenenti a circuiti diversi saranno identificabili differenziando i colori delle guaine stesse, o a mezzo di contrassegni/collarini adesivi o a pressione, brevettati.

5.4.6. MORSETTIERE

I quadri dovranno essere corredati di morsetti adatti alla connessione dei cavi di potenza oltre che di morsetti di sezione 4 mm² per le uscite dei comandi a distanza e delle segnalazioni. In futuro dovranno comunque essere facilmente sostituibili con altri morsetti di maggior sezione nell'eventualità di una variazione dei tipi di cavi da collegare. Le morsettiere saranno poste sulla parte bassa del quadro.

Tutti i contatti ausiliari dei dispositivi di protezione, sezionamento e manovra dovranno essere riportati in morsettiere per renderli disponibili all'acquisizione da parte del sistema SCC del segnalamento.

5.4.7. RISPONDEZZA A NORME TECNICHE E LEGGI ANTINFORTUNISTICHE

Per quanto non espressamente precisato nel presente Capitolato, i quadri dovranno essere rispondenti alle specifiche norme vigenti all'atto della fornitura e dovranno soddisfare le seguenti caratteristiche:

- Impiego di materiali isolanti ad alto grado di auto estinguibilità e completa segregazione metallica tra i singoli scomparti, per impedire il diffondersi di incendi
- Messa a terra franca di tutta la struttura del quadro e dei componenti estraibili per tutta la corsa di sezionamento od inserzione
- Protezioni IP20 dopo la traslazione degli interruttori estraibili o sezionabili
- Isolamento in aria di tutte le parti in tensione
- Blocchi meccanici ed elettromeccanici in conformità allo schema di progetto
- Accessibilità agli apparecchi ed ai circuiti senza pericolo di contatti con i componenti in tensione
- Accurata scelta dei materiali isolanti impiegati in base a caratteristiche di bassa emissione di fumi

Gli scomparti dovranno essere forniti completamente montati e provati in tutti i loro componenti ed allestimenti definitivi, con prove di officina eseguite in presenza della Direzione Lavori.

5.4.8. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE: COMPOSIZIONE E SUDDIVISIONE DEL QUADRO

I quadri saranno costituiti da scomparti affiancati e saranno completamente chiusi e bullonati tra loro.

La modularità degli scomparti e dei vari componenti dovrà consentire eventuali futuri ampliamenti sui due fianchi.

I vari scomparti dovranno essere completamente segregati fra di loro e saranno a loro volta compartimentati in celle elementari metallicamente segregate le une dalle altre come indicato negli elaborati di progetto.

5.4.9. CARATTERISTICHE PRINCIPALI

Struttura metallica

Ogni scomparto dovrà essere una unità indipendente, costituita da una struttura autoportante in lamiera di acciaio, spessore 20-30/10 mm, composta da elementi normalizzati, provvisti di forature modulari, assiemati tra loro mediante punti elettrici e viti speciali che ne assicurano robustezza e continuità elettrica.

Su tale struttura, ove previsto progettualmente, dovranno essere applicate le chiusure laterali e posteriori in lamiera, le portelle anteriori, i setti di compartimentazione e segregazione, i supporti metallici per i diversi apparecchi.

Lo spessore minimo della lamiera d'acciaio per tali elementi non dovrà essere inferiore a 20/10 di mm, riscontrato prima dei trattamenti protettivi.

Gli scomparti dovranno essere suddivisi nelle seguenti zone:

- Zona anteriore riservata alle celle degli apparecchi di potenza, agli strumenti di misura e/o protezioni e ai servizi ausiliari; tale zona è suddivisa da celle individuali, chiuse metallicamente su tutti i lati con dimensioni modulari in funzione delle apparecchiature da alloggiare
- Prima zona posteriore, contenente le sbarre di derivazione e le connessioni in sbarra degli interruttori di grande portata

- Seconda zona posteriore, riservata alle connessioni di potenza degli interruttori che sono normalmente realizzate in cavo

La zona anteriore che alloggia la sezione delle apparecchiature a conformazione modulare dovrà essere dotata di doppio frontale con pannellatura in vetro trasparente stratificato.

Interruttori

Gli interruttori generali di macchina dovranno essere di tipo scatolato o di tipo aperto in base alla potenza nominale del trasformatore. Il potere d'interruzione dovrà essere adeguato al valore di potenza massima prevista sulla distribuzione in bassa tensione.

Gli interruttori d'utenza dei circuiti esterni potranno essere di tipo scatolato e/o modulari in esecuzione fissa. Gli interruttori che alimentano i circuiti di cabina dovranno essere di tipo modulare in esecuzione fissa.

Gli interruttori suddetti dovranno essere opportunamente coordinati tra di loro in modo da garantire la selettività, la protezione dei circuiti e tarati secondo quanto indicato negli schemi di progetto.

Il potere di interruzione degli interruttori automatici dovrà essere almeno uguale alla corrente di corto circuito trifase calcolata sulle sbarre del quadro di b.t.

Eccezioni: in alcuni casi il potere di interruzione dell'interruttore automatico potrà essere inferiore alla corrente di corto circuito suddetta, se a monte esiste un dispositivo:

- che abbia un potere di interruzione corrispondente alla corrente di corto circuito sopra determinato (filiazione);
- che limiti l'energia specifica passante (Ft) a un valore inferiore a quello ammissibile dall'interruttore automatico e dai conduttori protetti.

Sbarre principali e derivazioni

Le sbarre principali e le derivazioni dovranno essere in piatto elettrolitico di rame nudo (ETP UN1 5649-71) a spigoli arrotondati, opportunamente dimensionate e ammarate per sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche conseguenti alle correnti di corto circuito.

Isolamento e supporti sbarre

L'isolamento dovrà essere completamente realizzato in aria; i supporti sbarre dovranno essere realizzati mediante elementi componibili stampati in materiale isolante autoestinguento con elevata resistenza meccanica e caratteristiche antitraccia.

Segregazioni

La forma di segregazione dovrà essere quella prevista dagli elaborati di progetto.

Aerazione

Per il raffreddamento della zona sbarre si dovranno prevedere delle feritoie sul pannello frontale in basso e nella parte inferiore del pannello posteriore di chiusura.

Per lo sfogo dell'aria calda si dovranno prevedere apposite feritoie sul tetto.

L'Appaltatore, prima dell'allestimento in sede d'approvazione materiali da parte della Direzione Lavori, dovrà sottoporre ad approvazione il dimensionamento delle capacità di smaltimento della carpenteria in relazione agli autoconsumi interni delle apparecchiature previste in sede di progetto costruttivo.

Circuiti ausiliari e cablaggi

Le apparecchiature ausiliarie dovranno essere disposte in celle separate metallicamente dalle celle interruttori.

Dovrà essere sempre possibile accedere alle apparecchiature ausiliarie con il quadro in tensione. Il cablaggio interno dovrà essere realizzato con cavi di tipo flessibile non propaganti l'incendio tipo FS17 e/o FG17 (a seconda del settore ordinario o sotto UPS di sicurezza), di sezione non inferiore a 1,5 mm² per i circuiti ausiliari e 2,5 mm² per i circuiti di potenza.

Tutte le connessioni dovranno essere effettuate mediante capocorda a compressione, e ciascun conduttore dovrà essere numerato con idonei contrassegni.

I conduttori dovranno essere alloggiati su apposite canalette di materiale plastico e in appositi vani all'interno degli scomparti.

Tutti i conduttori dovranno far capo a morsettiere componibili numerate. Opportune targhette, pantografate, dovranno indicare a fronte quadro, ciascuna apparecchiatura e relativa sequenza di manovra.

Tutte le indicazioni di stato e i comandi di ogni apparecchiatura dovranno essere riportati in morsettiera per poter essere utilizzati per il telecomando e il telecontrollo dal Centro Operativo.

Messa a terra

Una sbarra collettiva in rame, avente una sezione nominale di 200 mm², dovrà percorrere longitudinalmente tutto il quadro; a tale sbarra dovranno essere collegati tutti i componenti principali.

Tutti gli elementi di carpenteria dovranno essere francamente collegati fra loro per mezzo di viti speciali atte a garantire un buon contatto elettrico fra le parti.

Le porte dovranno essere collegate in modo equipotenziale alla struttura per mezzo di treccia di rame avente sezione di 16 mm².

Grado di protezione

- IP31 sull'involucro esterno
- IP20 all'interno del quadro

Accessori

Serie di accessori che dovranno essere forniti:

- Mensola di supporto leve varie e maniglie
- Golfari di sollevamento
- Vernice per ritocchi punti danneggiati
- Schemi e disegni di progetto
- Istruzioni per l'installazione, l'esercizio e la manutenzione del quadro
- Targhe d'identificazione apparecchiature
- Schema unifilare in dotazione alla carpenteria
- Cartellonistica di prevenzione antinfortunistica conforme al DPR 547 ed al D.L. 626;
- Prove di tipo
- Manuale di manutenzione ordinaria e straordinaria.

5.4.10. ELENCO DELLE PROVE

Prove di accettazione

- Prova di tensione a frequenza industriale dei circuiti di potenza
- Prova di tensione dei circuiti ausiliari
- Prova di funzionamento meccanico
- Prova dei dispositivi ausiliari
- Verifica dei cablaggi
- Controllo dell'intercambiabilità dei componenti estraibili e degli altri componenti identici fra loro per costruzione e caratteristiche.

PROGETTAZIONE ATI:

Prove di tipo

L'Appaltatore dovrà produrre copia dei certificati relativi alle prove di tipo realizzate da un laboratorio indipendente attestanti la rispondenza del quadro e delle apparecchiature alle Norme vigenti.

In particolare è richiesta dimostrazione delle seguenti prove:

- Prova per la verifica dei limiti di sovratemperatura
- Prova per la verifica delle distanze in aria e superficiali
- Prova per la verifica della tenuta di corto circuito
- Prove per la verifica della tenuta al corto circuito del circuito di protezione (CEI 17-113/1)
- Prova per la verifica dei guasti di protezione.

5.4.11. DESCRIZIONI PARTICOLARI

Gli arrivi dal trasformatore di potenza e/o dal gruppo elettrogeno saranno in cavo unipolare o in blindosbarra.

Tensioni ausiliarie, salvo particolare e diversa definizione sugli schemi di progetto:

- 230 V c.a. per comandi e protezioni
- 230 V c.a. per alimentazioni motori carica molle interruttori
- 230 V c.a. per resistenze anticondensa
- 230V c.a. o 24 V per circuiti di sgancio

5.4.12. CARATTERISTICHE SPECIFICHE DEI DIVERSI TIPI DI QUADRO BT

Si indicano di seguito alcune caratteristiche peculiari per alcuni tipi di quadri:

Caratteristiche Elettriche

- Norme: CEI 17/113;
- Tensione di isolamento: 1000 V
- Tensione di esercizio: 400/690 V
- Corrente nominale sbarre principali: 160 A
- Corrente ammissibile di breve durata per 1": 15 kA
- Frequenza: 50 Hz
- Tensione aux. comandi segnalazioni: 230-24 V
- Altitudine: <2000 m s.l.m.
- Temperatura ambiente: 35°C
- Sistema di neutro: TT

Sbarre

- Sistema: Trifase + N
- Isolamento: aria
- Materiale: rame

Caratteristiche Meccaniche

- Spessore lamiera: 20/10 mm
- Verniciatura esterna: RAL 9002 od altro a scelta della D.L.
- Verniciatura interna: RAL 1019 od altro a scelta della D.L.
- Forma di segregazione: Forma 1
- Grado di protezione esterno: IP55
- Grado di protezione a porta aperta o cassetto estratto: IP20
- Quadro con accessibilità: Fronte Retro
- Linee entranti: Cavo Alto Basso
- Linee uscenti: Cavo Alto Basso

5.5. CAVI, CONDUTTORI ED ACCESSORI

5.5.1. GENERALITÀ

Il decreto legislativo n° 106 del 16/06/2017 [adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni della direttiva BT 2014/35/UE- 2011/65/EU (RoHS 2) e Regolamento CPR UE 305/11] pubblicato sulla G.U. n° 159 del 10/07/2017, entrato in vigore il 09/08/2017, prevede che la scelta del cavo da installare venga effettuata in funzione del livello di rischio dell'ambiente di installazione. La nuova normativa CEI 64-8 variante V4 del 01/06/2017, che aggiorna gli articoli 527.1, 751.04.2.8 e 751.04.3, specifica chiaramente che tipologia di cavi si deve adottare nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio.

La tabella riporta le nuove designazioni dei cavi CPR in funzione dell'ambiente di installazione.

	LUOGHI	LIVELLO DI RISCHIO
	<ul style="list-style-type: none"> • Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane in tutto o in parte sotterranee. • Gallerie stradali di lunghezza superiore a 500 m e ferroviarie superiori a 1000 m. 	ALTO

Visto che il livello di rischio non risulta essere "ALTO" in quanto trattasi di gallerie stradali inferiori a 500 metri, e visto la sotto riportata tabella esplicativa:

I cavi sono stati classificati in 7 classi di Reazione al Fuoco identificate dalle lettera da «F» a «A» e dal pedice "ca" (cable) in funzione delle loro prestazioni crescenti.

<i>A_{ca}</i>	<i>B1_{ca}</i>	<i>B2_{ca}</i>	<i>C_{ca}</i>	<i>D_{ca}</i>	<i>E_{ca}</i>	<i>F_{ca}</i>
-----------------------	------------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Prestazioni ELEVATE **Prestazioni BASSE**

In Italia per i cavi sono stata adottate solo le classi B2ca, Cca e Eca, come previsto nella Norma CEI UNEL 35016. Oltre alla lettera che definisce la prestazione di un cavo come propagazione incendio e rilascio di calore, sono previsti dei criteri addizionali per quanto riguarda la produzione di fumo S, gocciolamento D e acidità A dei prodotti di combustione.

s3	s2	s1b	s1a
d2	d1	d0	
a3	a2	a1	

i cavi che transitano all'interno dei luoghi delle gallerie, pertanto, dovranno avere una prestazione elevata e quindi una classificazione idonea come dovrà risultare dalla sotto riportata tabella:

	CLASSE	REQUISITI PRINCIPALI	REQUISITI AGGIUNTIVI		
		PROVE AL FUOCO (1)	FUMO (2)	GOCCE (3)	ACIDITÀ (4)
	B2_{ca} - s1a, d1, a1	B2_{ca}	s1a	d1	a1
		FS ≤ 1,5m THR1200s ≤ 15 MJ Picco HRR ≤ 30 kW FIGRA ≤ 150 Ws ⁻¹ H ≤ 425mm	TSP1200s ≤ 50 m ² picco SPR ≤ 0,25 m ² /s trasmissanza ≥ 80 %	assenza di gocce/ particelle ardenti persistenti oltre i 10 s entro 1200 s	conduttività < 2,5 μS/mm e pH > 4,3
	C_{ca} - s1b, d1, a1	C_{ca}	s1b	d1	a1
		FS ≤ 2,0m THR1200s ≤ 30 MJ Picco HRR ≤ 60 kW FIGRA ≤ 300 Ws ⁻¹ H ≤ 425mm	TSP1200s ≤ 50 m ² picco SPR ≤ 0,25 m ² /s trasmissanza ≥ 60 % < 80 %	assenza di gocce/ particelle ardenti persistenti oltre i 10 s entro 1200 s	conduttività < 2,5 μS/mm e pH > 4,3
	C_{ca} - s3, d1, a3	C_{ca}	s3	d1	a3
		FS ≤ 2,0m THR1200s ≤ 30 MJ Picco HRR ≤ 60 kW FIGRA ≤ 300 Ws ⁻¹ H ≤ 425mm	no s1 o s2	assenza di gocce/ particelle ardenti persistenti oltre i 10 s entro 1200 s	no a1 o a2
	E_{ca}	E_{ca}	-	-	-
		H ≤ 425mm	Non richiesti	Non richiesti	Non richiesti

In merito ai cavi previsti all'interno della gallerie saranno impiegati cavi tipo FG18(O)M16 0,6/1kV classificazione B2ca s1a, d1, a1; per quanto riguarda, invece, i cavi in derivazione dal settore continuità assoluta e quelli relativi ad utenze ritenute sensibili (gruppo pompaggio antincendio, pressurizzazione by pass interni alla gallerie, ecc.) saranno impiegati cavi resistenti al fuoco tipo FTG18(O)M16 classificazione B2ca s1a, d1, a1, 0,6/1kV rispondente alle Norme CEI 20-45.

Per quanto riguarda, invece, i circuiti interni al fabbricato tecnologico (illuminazione, prese di servizio, ecc.), non rientrando il locale in tipologie di ambiente particolare, saranno impiegati cavi tipo FG16(O)R16 classificazione Cca s3, d1, a3.

Precisato quanto sopra, le linee di collegamento montanti e dorsali previste saranno le seguenti:

- le alimentazioni all'interno della gallerie derivate da settore rete normale saranno previste in cavo tipo FG18(O)M16 0,6/1kV classificazione B2ca s1a, d1, a1 rispondente alle Norme CEI 20-38 di adeguata sezione;
- le alimentazioni per le alimentazioni dei circuiti per e dagli UPS e per le alimentazioni delle apparecchiature di sicurezza e controllo saranno in cavo del tipo resistente al fuoco FTG18(O)M16 0,6/1kV classificazione CPR B2ca-s1a, d1, a1, rispondente alle Norme CEI 20-45 di adeguata sezione;
- le alimentazioni dell'illuminazione permanente e per quella di emergenza e per le alimentazioni dei servizi e apparecchiature di sicurezza e controllo all'interno delle gallerie derivate a valle del gruppo di continuità e per l'alimentazione degli impianti di ventilazione presenti all'interno della fornice saranno in cavo del tipo resistente al fuoco FTG18(O)M16 0,6/1kV classificazione CPR B2ca-s1a, d1, a1, rispondente alle Norme CEI 20-45 di adeguata sezione.

Per quanto riguarda, invece, i cavi da impiegare all'interno del fabbricato tecnologico di galleria (fatti salvi quelli relativi ai circuiti di sicurezza) e quelli da installare in prossimità delle rotatorie e degli svincoli saranno impiegati cavi tipo FG16(O)R16 0,6/1kV in rame, classificazione Cca s3, d1, a3.

Le linee di alimentazione da impiegare negli impianti di illuminazione degli svincoli e delle rotatorie, invece, saranno costituite da cavi in alluminio tipo ARG16(O)R16 classificazione Cca s3, d1, a3.

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 450/750V classificazione Cca s3, d1, a3 – FG17 450/750V classificazione Cca s1b, d1, a1
- Con guaina: FG16(O)R16 0,6/1 kV classificazione Cca s3, d1, a3 – FG16(O)M16 0,6/1kV classificazione Cca s1b, d1, a1 - FTG18(O)M16 0,6/1kV classificazione B2ca s1a, d1, a1.

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 quelli precedentemente elencati.

Per alcune applicazioni speciali (ad esempio circuiti di sicurezza) si prescrive l'utilizzo di cavo con guaina resistente al fuoco tipo FTG18(O)M16 0,6/1kV.

Infine è ammesso l'uso di condotti sbarre (compatte o ventilate) qualora sussistano validi motivi tecnico-economici che ne fanno preferire l'uso al posto dei cavi tradizionali.

I conduttori ed i cavi vengono posti in opera possibilmente in un solo pezzo; eventuali giunzioni sono ammesse in cassette isolate dotate di morsetti 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.

Sulle passerelle possono essere posati solamente cavi con guaina. Le condutture relative a impianti speciali di comunicazione e di sicurezza (quali impianti telefonici, TV, circuiti SELV o PELV, rivelazione incendi, antintrusione, ecc.) vanno tenute tra loro distinte.

Le condutture non devono essere posate in prossimità di tubazioni che producano calore, fumi o vapori.

Ogni conduttura, nell'attraversare pareti o solai di compartimentazione al fuoco non deve modificarne le caratteristiche in termini di REI.

Il tipo di cavo nonché la sua formazione sono definite negli altri documenti di progetto (in particolare si vedano gli schemi elettrici unifilari dei quadri di media e bassa tensione).

5.5.2. CONDUTTORI DI TERRA

Per linee di alimentazione degli utilizzatori in campo è prevista un'unica dorsale del conduttore di protezione corrente entro entrambi i cavidotti, sia dal lato corsia di sorpasso che corsia di emergenza di ciascun fornice. Tale dorsale è richiusa ad anello in cabina elettrica e collegata al sistema di dispersione generale.

Ogni circuito di alimentazione terminale prevede una derivazione, normalmente in cavo FS17 o FG17 di idonea sezione, da tale dorsale in prossimità della interruzione dei cavidotti presso le risalite dei cavi nella crena a parete in galleria.

La giunzione deve essere realizzata in modo tale da garantire la continuità metallica della dorsale principale che non deve mai essere interrotta ed evitare fenomeni di ossidazione che ne pregiudichino il corretto funzionamento.

Per le linee di alimentazione dei quadri elettrici, siano essi collocati in cabina o in galleria, ogni singola linea è provvista di conduttore di protezione, di idonea sezione direttamente connesso all'impianto di terra di cabina.

5.5.3. CAVI TIPO FG16(O)R16 0.6/1kV – CEI 20-13 – CLASSIFICAZIONE CCA S3, D1, A3

Saranno conformi costruttivamente alle norme del comitato CEI n. 20 applicabili (CEI 20-13) e provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ). Saranno essenzialmente costituiti da:

- **CONDUTTORE:** il conduttore (da 1÷4) sarà formato da conduttore a corda rotonda flessibile di rame ricotto rosso;
- **ISOLANTE:** in gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche;

- **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)
- **GUAINA:** in PVC speciale di qualità R16, colore grigio
- **APPLICAZIONE:** cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR), adatti per alimentazione e trasporto energia e/o segnali in posa fissa sia all'interno che all'esterno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi simili.
- **DEFINIZIONE DELLA SIGLA:**
 - F = corda flessibile rotonda
 - G16 = tipo di isolante (EPR)
 - O = formazione multipolare-anime cordate
 - R16 = 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.

5.5.1. CAVI TIPO FG16(O)M16 0.6/1 kV – CEI 20-38 – CLASSIFICAZIONE CCA S1B, D1, A1

Saranno conformi costruttivamente alle norme del comitato CEI n. 20 applicabili (CEI 20-13) e provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Trattasi di cavi a bassissima emissione di fumi opachi e gas tossici secondo la Norma CEI20-37.

Saranno essenzialmente costituiti da:

- **CONDUTTORE:** il conduttore (da 1÷4) sarà formato da conduttore a corda rotonda flessibile di rame ricotto rosso;
- **ISOLANTE:** in gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche;
- **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)
- **GUAINA:** Termoplastica LSOH, qualità M16

5.5.2. CAVI TIPO FG18(O)M16 0.6/1 kV – CEI 20-38 – CLASSIFICAZIONE B2CA S1A, D1, A1

Saranno conformi costruttivamente alle norme del comitato CEI n. 20 applicabili (CEI 20-13) e provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Trattasi di cavi a bassissima emissione di fumi opachi e gas tossici secondo la Norma CEI20-37.

Saranno essenzialmente costituiti da:

- **CONDUTTORE:** il conduttore (da 1÷4) sarà formato da conduttore a corda rotonda flessibile di rame ricotto rosso;
- **ISOLANTE:** in gomma HEPR ad alto modulo qualità G18 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche;
- **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)
- **GUAINA:** in PVC speciale di qualità R16, colore grigio

- **APPLICAZIONE:** cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR), adatti per alimentazione e trasporto energia e/o segnali in posa fissa sia all'interno che all'esterno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari.
- **DEFINIZIONE DELLA SIGLA:**
 - F = corda flessibile rotonda
 - G18 = tipo di isolante (EPR)
 - O = formazione multipolare-anime cordate
 - M16 = 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 della S.A. o della D.L.

5.5.3. CAVI RESISTENTI AL FUOCO TIPO FGT18(O)M16 0.6/1 kV – CEI 20-45 – CLASSIFICAZIONE B2CA S1A, D1, A1

Saranno conformi costruttivamente alle norme del comitato CEI n. 20 applicabili.

Trattasi di cavi resistenti al fuoco, secondo la Norma CEI20-36, e a bassissima emissione di fumi opachi e gas tossici secondo la Norma CEI20-37.

Saranno essenzialmente costituiti da:

- **CONDUTTORE:** il conduttore (1÷4) sarà formato da corde rigide o da fili di rame con sezione e resistenza Ohmica secondo le prescrizioni CEI
- **ISOLANTE:** per l'isolamento delle singole anime sarà impiegata una composizione base di silicone calzavetro ad elevate caratteristiche meccaniche ed elettriche. Avrà elevata resistenza all'invecchiamento termico al fenomeno delle scariche parziali e all'Azoto che consentirà una maggior temperatura di esercizio dei conduttori
- **ISOLAMENTO INTERMEDIO:** sull'insieme delle anime dei cavi multipolari, sarà predisposto un riempitivo in fibra di vetro; il tutto contenuto con nastratura in vetro
- **DISTINZIONE DEI CAVI A PIÙ 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 suddivise:
 - 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 uno speciale elastomero termoplastico di qualità M1 o reticolato M2 del tipo non propagante l'incendio e a bassa emissione di gas corrosivi, nonché ridotta emissione di gas tossici e fumi opachi come da 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 il conduttore e capocorda sia il più sicuro possibile

- DEFINIZIONE DELLA SIGLA:
 - F = a corda flessibile rotonda
 - TG18 = tipo di materiale isolante
 - O = cavo di forma rotonda
 - M16 = guaina termoplastica atossica

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

5.5.4. CAVI TIPO ARG16(O)R16 0.6/1kV – CEI 20-13 – CLASSIFICAZIONE CCA S3, D1, A3

Saranno impiegati negli impianti di illuminazione degli svincoli e delle rotatorie e saranno conformi costruttivamente alle norme del comitato CEI n. 20 applicabili (CEI 20-13) e provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ). Saranno essenzialmente costituiti da:

- CONDOTTORE: il conduttore (da 1÷4) sarà formato da conduttore a corda rotonda flessibile in alluminio;
- ISOLANTE: in gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche;
- 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)
- GUAINA: in PVC speciale di qualità R16, colore grigio
- APPLICAZIONE: cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR), adatti per alimentazione e trasporto energia e/o segnali in posa fissa sia all'interno che all'esterno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari.
- DEFINIZIONE DELLA SIGLA:
 - AR = corda flessibile rotonda in alluminio
 - G16 = tipo di isolante (EPR)
 - O = formazione multipolare-anime cordate
 - R16 = 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.

5.5.5. CAVI TIPO FS17 450/750V - CEI EN 50525 – CLASSIFICAZIONE CCA S3, D1, A3

Saranno conformi costruttivamente alle norme ANPI (Atossici non propaganti l'incendio) e alle norme del comitato CEI n. 20 applicabili e CEI EN 50525 e provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Trattasi di cavi a bassissima emissione di fumi opachi e gas tossici secondo la Norma CEI20-37.

Saranno essenzialmente costituiti da:

- **CONDUTTORE:** sarà del tipo a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;
- **ISOLANTE:** sarà del tipo in PVC di qualità S17;
- **INSTALLAZIONE:** cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni varie con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti di Costruzione (CPR), adatti per installazione fissa e protetta su o entro apparecchi di illuminazione, all'interno di apparecchiature di interruzione e comando, per tensioni fino a 1000V in corrente alternata.

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

5.5.6. CAVI TIPO FG17 450/750V – CEI 20-45 – CLASSIFICAZIONE CCA S1B, D1, A1

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

Saranno conformi costruttivamente alle norme ANPI (Atossici non propaganti l'incendio) e alle norme del comitato CEI n. 20 applicabili (CEI 20-45) e provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ). Trattasi di cavi resistenti al fuoco, secondo la Norma CEI20-36, e a bassissima emissione di fumi opachi e gas tossici secondo la Norma CEI20-37.

Saranno essenzialmente costituiti da:

- **CONDUTTORE:** sarà del tipo a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;
- **ISOLANTE:** sarà del tipo in HEPR di qualità G17 con caratteristiche di resistenza al fuoco;
- **INSTALLAZIONE:** cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni varie con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti di Costruzione (CPR), adatti per installazione fissa e protetta su o entro apparecchi di illuminazione, all'interno di apparecchiature di interruzione e comando, per tensioni fino a 1000V in corrente alternata.

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

5.5.7. CAVI ISOLATI (PER CIRCUITI DI SEGNALAZIONE, SOCCORSO E TELECONTROLLO)

Dovranno essere di tipo resistente al fuoco, con isolamento elastomerico reticolato a base poliolefenilica, adatti per tensione di esercizio fino a 1000 V, grado di isolamento 4.

Saranno di tipo multipolare nelle sezioni e tipologie indicate negli allegati elaborati grafici ed avranno conduttori di rame stagnato, rivestiti con guaina antifluoco e riempitivi speciali aventi caratteristiche tali da assicurare, in caso di incendio, un ridottissimo sviluppo di fumi opachi, la totale assenza di acido cloridrico e ridottissimo sviluppo di gas o sostanze tossiche e resistere per 3 ore sottoposti alla fiamma di 750°C.

I cavi devono essere costruiti secondo le Norme CEI 46-5, 20-22 II, 20-35, 20-36, 20-37 I-II-III e 20-38.

5.5.8. CAVI A FIBRE OTTICHE

Sono di seguito specificate le caratteristiche dei materiali e le caratteristiche costruttive necessarie alla realizzazione dei cavi a fibra ottica nelle seguenti tipologie:

- Cavo a fibre in allestimento:

Monomodali	9/125 micron
Multimodali	62,5/125 micron
- Di tipo loose con tamponamento di gelatina siliconata ad assorbimento di idrogeno, e costruito con materiale antifiama e zero alogeni;
- Con cordino centrale di rinforzo in acciaio;
- Con protezione perimetrale antiroditoro in acciaio.

Il numero ed il tipo di fibra per ciascun cavo sarà quello espressamente indicato negli elaborati di gara, ancorché ridondanti per la funzione effettivamente prevista in fase progettuale.

Cavi in fibra ottica di tipo multimodale

Dovranno essere conformi alle seguenti prestazioni:

Esecuzione armata con maglia di acciaio per installazione esterna a bassissima emissione di alogeni in caso di incendio con allestimento singola coppia o multicoppia.

- caratteristiche fisiche
 - "core diameter" 62,5 ±3 micron
 - "clad diameter" 125 ±2 micron
 - diametro esterno 250 micron
 - concentricità del rivestimento 80%
 - disallineamento del "core" 5%
 - disallineamento del "clad" 2%
 - differenza parallelismo "core/clad" 3
- caratteristiche ottiche
 - attenuazione (850 nm) 3,7 db/km
 - (1300 nm) 1,2 db/km
 - campo di impiego (850 nm) 160-400 MHz/km
 - (1300 nm) 300-1200 MHz/km
 - numerical aperture 0,275 ±0,15 nm
 - zero dispersion wave length 1320-1365 nm
 - zero dispersion slope 0,097
- indice di rifrazione di gruppo con:
 - lunghezza d'onda 850 nm 1,496
 - lunghezza d'onda 1300 nm 1,491

Cavi in fibra ottica di tipo monomodale

Esecuzione armata con maglia di acciaio per installazione esterna a bassa emissione di alogeni in caso di incendio con allestimento singola coppia o in configurazione multicoppia con allestimento sia uniforme che multiforme (fibre monomodali e multimodali).

- caratteristiche fisiche delle fibre monomodali
 - "core diameter" 9,2 micron
 - "clad diameter" 125 ±2 micron
 - diametro esterno 250 micron
 - concentricità del rivestimento 80%

- disallineamento del "core" 6%
- disallineamento del "clad" 2%
- differenza parallelismo "core/clad" 1
- caratteristiche ottiche
 - attenuazione (1300 nm) 0,4
 - numerical aperture 0,13 nm
 - zero dispersion wave length 1310 ±10 nm
 - zero dispersion slope 0,092
 - model field diameter a 1300 nm 9,3 ±0,5
- indice di rifrazione di gruppo con:
 - lunghezza d'onda 1300 mn 1,4675

Proprietà "antifiamma" e "zero alogeni"

Per quanto riguarda le proprietà del cavo "Antifiamma" e "Zero alogeni" si dovrà fare riferimento alle norme:

- CEI 20-22 (Cap. III): Norme di prova che devono accertare la proprietà di non propagazione d'incendio da parte di cavi elettrici;
- CEI 20-37: Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici "Cavi aventi ridotta emissione di fumi e di gas tossici o corrosivi".

Nonché le raccomandazioni della Standard DIN VDE 0207/24, HM4 del marzo 1989.

Prova di collaudo e test di accettazione dei cavi a fibra ottica

Tutti i cavi saranno soggetti ad una serie finale di test e prove di collaudo, in fabbrica e definiti come "Test finali di spedizione".

Dovranno essere realizzate le seguenti prove:

- Prova di percussione: l'energia d'urto che il cavo deve assorbire senza che si producano variazioni permanenti di attenuazione deve essere di almeno 30J; per valori di energia 50J non dovrà riscontrarsi alcuna rottura di fibra (rif. Racc. CCITT G652): 1 campione per lotto.
- Prova di schiacciamento: deve essere possibile sottoporre il cavo senza che si verifichino variazioni permanenti di attenuazione, ad un carico di almeno 1200 da N/100 mm; per valori di carico 2300 daN non dovrà riscontrarsi alcuna rottura di fibra (rif. IEC 794-I): 1 campione per lotto.
- Prova di tiro: il cavo, mediante i suoi elementi di trazione centrale e periferico, deve essere sottoposto a trazione con un carico di 50 daN, senza provocare allungamenti elastici delle f.o. superiori allo 0,05% e allungamenti elastici del cavo superiori allo 0,25%: 1 campione per lotto.
- Raggio di curvatura: Deve essere possibile curvare il cavo senza che si riscontrino variazioni permanenti di attenuazione fino ad un raggio di curvatura pari a 20 volte il diametro esterno del cavo: 1 campione per lotto.
- Prove climatiche: l'attenuazione delle fibre ottiche a -10°C e +40°C verificata mediante OTDR (riflettore ottico), non dovrà discostarsi dai valori misurati a temperatura ambiente, nell'arco delle tolleranze e degli errori dello strumento di misura; nel campo di temperature -20°C - +60°C gli incrementi di attenuazione dovranno comunque risultare inferiori a 0,10 dB/km (rif. Norme IEC): 1 campione per lotto fornito.

L'Appaltatore, in sede di accettazione dei materiali, dovrà produrre le prove di tipo dei cavi e la rispondenza della produzione alle prestazioni sopra indicate. In sede di fornitura le prestazioni dovranno essere confermate sulla campionatura della partita approvvigionata.

5.5.9. CAVI PER RETI TELEFONICHE E TRASMISSIONE DATI

Cavi telefonici

Dovranno essere armati di tipo non propaganti l'incendio, costituiti da conduttori in rame, rivestiti con guaina in PVC.

I conduttori avranno diametro nominale minimo pari a 0,9 mm, e le anime saranno cablate a coppie o a quarte.

Il numero di coppie sarà come indicato nei disegni allegati. I cavi dovranno essere costruiti secondo le Norme CEI 46-5, 20-22 II.

Cavi per trasmissione dati

Dovranno essere ad una o più coppie secondo gli schemi e le modalità di collegamento proprie delle apparecchiature approvvigionate. I cavi dovranno essere almeno di categoria 6, isolati acusticamente e dovranno avere bassa capacità, schermatura globale interna e schermatura di superficie del tipo a calza con schermatura della superficie superiore al 65%.

I conduttori dovranno essere a trefoli 24 AWG (7x32); dovranno avere rivestimento esterno in PVC cromo; impedenza nominale 100 ohm, capacità nominale 40 pF/m.

I conduttori dovranno essere in rame stagnato con smalto isolante, dovranno avere la schermatura interna di tipo chiuso in alluminio e poliestere ed essere corredati dei connettori di collegamento terminale alle apparecchiature per collegamenti RS 232/V.24 e RS 422.

5.5.10. SISTEMI DI POSA DEI CAVI

Sono ammesse le seguenti tipologie di posa:

- Entro tubazioni direttamente interrate
- Entro tubazioni, metalliche o in PVC, in vista o incassate entro struttura: i tubi dovranno avere un diametro tale da consentire un comodo infilaggio e sfilaggio dei conduttori
- Entro canalizzazioni in vista di tipo metallico, in vetroresina o in PVC: i cavi dovranno essere disposti in modo ordinato, senza incroci. I cavi andranno legati alle canalizzazioni mediante apposite fascette con regolarità ed in corrispondenza di curve, diramazioni, cambiamenti di quota
- In cunicoli ricavati nel pavimento: i cavi vanno adagiati sul fondo del cunicolo

In ogni caso dovranno essere rispettati i raggi minimi di curvatura prescritti dal costruttore.

A stendimento avvenuto, i cavi devono essere lasciati con le estremità accuratamente fasciate dai nastri di gomma e polivinilici adesivi, sino a giunzioni e terminazioni in cassetta o armadi, ultimate, conformemente alle disposizioni di impiego.

Particolare attenzione va alla posa di conduttori entro tubazioni per evitare la formazione di eliche che ne impedirebbero lo sfilamento successivo.

Le derivazioni dalla dorsale verso l'utenza terminale può essere realizzata solo in corrispondenza di idonee scatole di derivazione con l'uso di morsetti aventi sezione adeguata.

Le linee dorsali dovranno mantenere la stessa sezione lungo tutto il loro sviluppo, salvo diversa ed esplicita indicazione.

Ogni cavo (anche quelli relativi agli impianti speciali) deve essere identificabile, tramite apposita marcatura (fascette o anelli), non solo alle sue estremità ma anche in corrispondenza di ciascuna scatole di derivazione e/o di transito.

Tale marcatura dovrà identificare il circuito e l'eventuale fase di appartenenza e dovrà corrispondere agli schemi costruttivi forniti.

Il collegamento terminale sarà costituito da terminazioni adeguate al cavo ed all'apparecchio da connettere.

Non sono concessi aggiustamenti apportati al conduttore o ai capicorda per consentire il loro reciproco adattamento.

I cavi, in corrispondenza delle connessioni terminali, dovranno essere fissati alla struttura portante o alla cassetta tramite pressacavo. Ciò al fine di impedire sollecitazioni, di qualsiasi natura, sui morsetti della connessione.

5.5.11. ATTRAVERSAMENTO SUPERFICI DI COMPARTIMENTAZIONE

Qualora una conduttura elettrica attraversi elementi costruttivi di un compartimento antincendio (pavimenti, muri, solai, pareti) aventi una resistenza al fuoco specificata, occorre ripristinare la resistenza al fuoco che l'elemento possedeva in assenza della conduttura.

Occorre quindi otturare sia il foro di passaggio nel muro rimasto libero sia la sezione rimasta vuota all'interno della conduttura stessa.

Non è necessario otturare l'interno del tubo protettivo se questo è conforme alla prova di resistenza alla propagazione della fiamma secondo la norma CEI 23-39, ha un diametro interno non superiore a 30 mm e grado di protezione almeno IP33, inclusa la sua estremità se penetra in un ambiente chiuso.

Entrambe le otturazioni possono essere realizzate mediante barriere tagliafiamma e devono comunque avere una resistenza al fuoco almeno uguale a quella dell'elemento costruttivo del compartimento antincendio

Prodotti per barriera tagliafuoco

Il sistema di tamponamento dei passaggi cavi mediante componenti vari sarà formato da:

- Pannello in fibre universali da sagomare sul foro interessato
- Fibra ceramica per tamponamento di tutti gli interstizi esistenti tra cavo e cavo o tra pannello e parete
- Mastice di sigillatura a basso contenuto di acqua ed elevata percentuale di materiali solidi. Può essere applicato a spatola come una comune malta cementizia
- Supporti metallici per la realizzazione della barriera

Tutti i materiali per tale esecuzione dovranno essere provvisti di certificazione di collaudo e dovranno essere di tipo approvato secondo quanto previsto dalle normative vigenti, nonché fornito, su richiesta, al Committente o alla D.L.

Setti tagliafuoco di tipo componibile

Trattasi di passacavi multipli resistenti al fuoco di tipo ad inserti componibili modulari composti da:

- Telaio in profilato acciaio zincato da installare o annegare alla struttura muraria in maniera che risulti facilitato successivamente il montaggio delle guarnizioni
- Guarnizioni in materiale antifiamma resistente ad una temperatura non inferiore a 750°C. Saranno nel numero e nel tipo secondo le esigenze (cavi unipolari o multipolari) e comunque di dimensioni tali da non procurare danni durante la compressione
- Blocchi di riempimento che saranno anch'essi nel numero e nel tipo secondo le esigenze e comunque tali da formare una struttura piena senza fessurazioni
- Piastra di compressione necessaria al termine dell'assemblaggio onde, tramite apposito bullone, riempire eventuali spazi vuoti

Tale passacavo dovrà essere provvisto di certificazione di collaudo e dovrà essere di tipo approvato secondo quanto previsto dalle normative vigenti, nonché fornito, su richiesta, al Committente o alla D.L.

5.6. CAVIDOTTI ED ACCESSORI

5.6.1. TUBAZIONI

I tubi protettivi flessibili o rigidi in materiale isolante posati sotto i pavimenti devono essere di tipo pesante. I tubi di tipo leggero possono essere utilizzati sottotraccia a parete o a soffitto oppure posati nel controsoffitto. Per la posa in vista fino a 2.5 m di altezza si devono utilizzare tubi pesanti. I tubi flessibili in PVC devono essere conformi alle norme CEI 23-14. Si devono utilizzare tubi metallici in acciaio (con o senza saldature) quando siano prevedibili violenti urti.

Per impianti da realizzare in luoghi con pericolo di esplosione saranno utilizzate tubazioni metalliche idonee senza saldature.

Per evitare fenomeni di accoppiamento induttivo, tutti i conduttori unipolari relativi allo stesso circuito devono appartenere al medesimo tubo. I tubi protettivi metallici ed i loro accessori devono essere conformi alla norma CEI EN 50086-1 - Class. CEI 23-39. Il raggio di curvatura dei tubi non deve essere inferiore a 3 volte il diametro esterno dei tubi stessi.

Sui disegni di progetto devono essere riportati, in corrispondenza ai tracciati dei percorsi indicati per le varie linee, il tipo e le dimensioni delle tubazioni protettive previste. La posa dovrà essere eseguita in modo ordinato secondo percorsi orizzontali o verticali, paralleli o perpendicolari a pareti e/o soffitti, senza tratti obliqui ed evitando incroci o accavallamenti non necessari. Dovranno essere evitate le giunzioni su tubi di tipo corrugato o di tipo flessibile o di diametro diverso. Per le giunzioni fra tubazioni rigide e tubazioni flessibili dovranno essere impiegati gli adatti raccordi previsti allo scopo dal costruttore del tubo flessibile. Il serraggio con clips strette con viti è ammesso solo sul lato tubo rigido e se non viene abbassato il grado di protezione previsto per l'impianto. In mancanza di indicazioni o prescrizioni diverse sulle tavole di progetto, nei locali umidi o bagnati o all'esterno le tubazioni saranno in materiale isolante e tutti gli accessori per la messa in opera, quali staffe e morsetti di fissaggio, dovranno essere in materiale plastico o in acciaio inossidabile.

All'interno di detti locali le varie parti costituenti i cavidotti (tratti rettilinei, curve etc.) dovranno essere collegate fra loro mediante bulloni in nylon o in acciaio inossidabile.

Nei tratti in vista e nei controsoffitti i tubi dovranno essere fissati con appositi sostegni con interdistanza massima di 1 m ed in corrispondenza di curve e derivazioni.

Negli impianti in vista (con grado di protezione IP55 salvo diversa indicazione) l'ingresso di tubi in cassette, contenitori e canalette dovrà avvenire tramite adatto pressatubo senza abbassare il grado di prestazione previsto. Per consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori il rapporto fra il diametro interno del tubo protettivo ed il diametro del fascio di cavi contenuti dovrà essere almeno pari a:

- 1,3 per le linee luce, FM e simili
- 1,6 per le linee telefoniche
- 2,5 per i cavi coassiali di impianto TV

Il diametro delle tubazioni non dovrà comunque essere inferiore a quello riportato sui disegni di progetto.

Le tabelle che seguono riportano, a titolo indicativo, il diametro delle tubazioni in relazione al tipo ed al numero dei cavi da contenere.

Cavi			Sezione (mm ²)					
U ₀ /U*	Tipo	n.	1,5	2,5	4	6	10	
450/750 V	Cavo unipolare pvc (senza guaina) FS17 FG17	1	20	20	20	20	20	
		2	20	20	20	25	32	
		3	20	20	25	32	32	
		4	20	20	25	32	32	
		5	20	25	25	32	40	
		6	20	25	32	32	40	
		7	20	25	32	32	40	
		8	25	32	32	40	50	
		9	25	32	32	50	50	
0,6/1 kV	Cavo unipolare pvc o gomma (con guaina) FG16(O)R16 FG18(O)M16 FGT18(O)M16	1	25	25	25	25	32	
		2	40	40	50	50	50	
		3	50	50	50	63	63	
		4	50	50	63	63	–	
		5	63	63	63	63	–	
		6	63	63	63	–	–	
		7	63	63	63	–	–	
		8	–	–	–	–	–	
		9	–	–	–	–	–	
	Cavo unipolare pvc o gomma FG16(O)R16 FG18(O)M16 FGT18(O)M16	Bipolare	1	25	32	32	32	40
			2	50	50	63	63	–
			3	63	63	63	–	–
		Tripolare	1	25	32	32	32	40
			2	50	50	63	63	–
			3	63	63	63	–	–
		Quadripolare	1	32	32	32	40	40
			2	50	63	63	–	–
			3	63	63	–	–	–

Grandezza minima (mm) dei tubi FLESSIBILI in PVC, in relazione alla sezione e al numero dei cavi

Cavi			Sezione (mm ²)					
U ₀ /U*	Tipo	n.	1,5	2,5	4	6	10	
450/750 V	Cavo unipolare pvc (senza guaina) FS17 FG17	1	20	20	20	20	20	
		2	20	20	20	20	32	
		3	20	20	20	25	32	
		4	20	20	20	25	32	
		5	20	20	20	32	32	
		6	20	20	25	32	40	
		7	20	20	25	32	40	
		8	25	25	32	40	50	
		9	25	25	32	40	50	
0,6/1 kV	Cavo unipolare pvc o gomma (con guaina) FG16(O)R16 FG18(O)M16 FGT18(O)M16	1	20	20	20	25	50	
		2	40	40	40	40	50	
		3	40	50	50	50	–	
		4	50	50	50	50	–	
		5	50	50	–	–	–	
		6	–	–	–	–	–	
		7	–	–	–	–	–	
		8	–	–	–	–	–	
		9	–	–	–	–	–	
	Cavo unipolare pvc o gomma FG16(O)R16 FG18(O)M16 FGT18(O)M16	Bipolare	1	25	25	25	32	32
			2	40	50	50	–	–
			3	50	50	–	–	–
		Tripolare	1	25	25	25	32	32
			2	50	50	50	–	–
			3	50	–	–	–	–
		Quadripolare	1	25	25	32	32	40
			2	50	50	–	–	–
			3	–	–	–	–	–

Grandezza minima (mm) dei tubi RIGIDI in PVC, in relazione alla sezione e al numero dei cavi

Sempre allo scopo di facilitare l'infilaggio non dovranno essere eseguite più di due curve, o comunque curve per più di 180° sulle tubazioni protettive senza l'interposizione di una cassetta di transito. Analogamente nei tratti rettilinei non dovrà essere superata la lunghezza di 10 m senza l'interposizione di una cassetta rompitratta.

Le tubazioni interrate dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche costruttive e di posa (salvo diversa prescrizione di progetto o indicazione della D.L.):

- Essere di materiale termoplastico (PVC) e dotate di sufficiente resistenza allo schiacciamento pari ad almeno 450N
- Avere i giunti di tipo a bicchiere sigillati con apposito collante, o di tipo filettato per evitare lo sfilamento e le infiltrazioni di acqua
- Essere posate a non meno di 0,7 m di profondità, avendo cura di stendere sul fondo dello scavo e sopra il tubo, una volta posato, uno strato di sabbia di circa 10 cm di spessore; i tratti interrati, ove sia prevedibile il transito di automezzi, dovranno essere protetti con copponi di calcestruzzo vibrato o con massetto di cemento

- Sopra il cavidotto andrà posato un nastro avvisatore in polietilene con dicitura e colore definiti in sede di D.L.
- Dovranno, in corrispondenza ai cambiamenti di direzione e comunque ad intervalli non superiori a 25 m nei tratti rettilinei, attestarsi a pozzetti di ispezione completi di contrassegno di identificazione (scritta con vernice resistente o targhette fissate tramite tasselli ad espansione)
- I tratti rettilinei orizzontali dovranno essere posati con pendenza verso un pozzetto per evitare il ristagno dell'acqua
- Il tratto entrante nel fabbricato deve essere posato con pendenza verso l'esterno, per evitare l'ingresso di acqua
- Dopo aver infilato i cavi, le estremità all'interno e/o all'esterno del fabbricato dovranno essere chiuse con un tappo e sigillate o con un passacavo stagno secondo quanto indicato sui disegni
- Tutti i pozzetti dovranno essere senza fondo, o comunque con fori adeguati ad evitare il ristagno dell'acqua
- Prima della chiusura di tracce o scavi, e di eventuali controsoffitti e/o pavimenti sopraelevati, dovrà essere avvisato con sufficiente anticipo il D.L., in modo da consentire un esame a vista delle modalità con cui è stata effettuata la posa delle tubazioni

Nello stesso tubo non dovranno esserci conduttori riguardanti servizi diversi anche se alla medesima tensione di esercizio.

I tubi posati per riserva dovranno comunque essere dotati di opportuni fili-pilota in materiale non soggetto a ruggine e dovranno essere chiusi con tappi filettati e lasciati tappati anche dopo la fine dei lavori.

5.6.2. CANALIZZAZIONI

Le dimensioni delle canalette portacavi non dovranno essere inferiori a quelle riportate sui disegni e, salvo diversa indicazione o in assenza di dimensione, le canalette dovranno essere dimensionate per portare i cavi su al massimo 2 strati.

In ogni caso dovrà essere garantita una riserva di spazio pari al 50% della sezione totale utile della canalizzazione.

Se uno stesso canale è occupato da circuiti a tensione diversa deve essere munito di setti separatori; in alternativa, si può posare all'interno del canale un secondo canale di dimensioni ridotte oppure un tubo protettivo o infine si può utilizzare lo stesso livello di isolamento (commisurato alla massima tensione presente) per tutti i conduttori.

Prima della chiusura di controsoffitti e/o pavimenti sopraelevati, dovrà essere avvisato con sufficiente anticipo il D.L., in modo da consentire un esame a vista delle modalità con cui è stata effettuata la posa delle canalizzazioni.

Dove si prevede l'installazione di più canalizzazioni, sovrapposte o affiancate, nella loro posa in opera si dovrà considerare un'interdistanza tale da consentire la futura posa di nuovi conduttori ed eventuali lavori di manutenzione. Salvo diverse indicazioni, tra due canalette sovrapposte si dovrà lasciare una distanza non inferiore a 200 mm.

- Il collegamento tra due elementi costituenti la canalizzazione dovrà essere realizzata tramite appositi giunti e non saldature
- I canali dovranno essere opportunamente contrassegnati con passo regolare non superiore a 15m mediante etichette (metalliche o plastiche) da fissare sul fondo o sul bordo del canale. Tali etichette, aventi dimensioni minime 100x300 mm, dovranno avere colorazione tale da rispettare la seguente codifica:
 - rosso: rete MT

- azzurro: rete bt (normale e privilegiata)
- giallo: impianti speciali di comunicazione (trasmissione dati, citofonico, diffusione sonora,...)
- arancio: impianti speciali di sicurezza (rivelazione fumi, antintrusione, controllo accessi,..)
- nero: impianti speciali in genere
- verde: impianti di sicurezza (esempio: illuminazione di sicurezza)
- bianco: alimentazione da gruppo elettrogeno (fino al dispositivo, o quadro, di commutazione rete-gruppo)

Di tale codifica, si dovranno fornire tabelle esplicative da collocare in maniera visibile all'interno dei locali tecnici dedicati ai quadri elettrici e/o nelle tasche porta schemi previste all'interno dei quadri stessi.

Tutte le variazioni dei percorsi (relativi a tubazioni e a canalizzazioni) rispetto a quelli di progetto dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L., ed essere riportate sui disegni da consegnare alla Committente al termine dei lavori stessi.

Canali, passerelle, tubi protettivi, se metallici, sono considerate masse e vanno pertanto collegati a terra. Non sono considerati masse e non è pertanto necessario il loro collegamento a terra se contengono solamente cavi multipolari o cavi unipolari con guaina (cavi a doppio isolamento). In tal caso comunque, il collegamento a terra non è vietato.

5.6.3. TUBO RIGIDO IN PVC SERIE PESANTE

Sarà della serie pesante con grado di compressione minimo di 750 N conforme alle tabelle CEI-UNEL 37118 e provvisto di marchio italiano di qualità.

Potrà essere impiegato per la posa a pavimento (annegato nel massetto e ricoperto da almeno 15 mm di malta di cemento) oppure in vista (a parete, a soffitto, nel controsoffitto o sotto il pavimento sopraelevato).

Non è ammessa la posa interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) o in vista in posizioni dove possa essere soggetto a urti, danneggiamenti etc., (ad es. ad un'altezza dal pavimento finito inferiore a 1.5 m).

Le giunzioni e i cambiamenti di direzione dei tubi potranno essere ottenuti sia impiegando rispettivamente manicotti e curve con estremità a bicchiere conformi alle citate norme e tabelle.

Sarà anche possibile eseguire i manicotti e le curve a caldo sul posto di posa.

Nel caso sia adottato il secondo metodo le giunzioni dovranno essere eseguite in modo che le estremità siano sovrapposte per un tratto pari a circa 1-2 volte il diametro nominale del tubo e le curve in modo che il raggio di curvatura sia compreso fra 3 e 6 volte il diametro nominale del tubo.

Tubazioni e accessori avranno marchio IMQ.

Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non dovrà essere superiore a 1 m, in ogni caso i tubi devono essere fissati in prossimità di ogni giunzione e sia prima che dopo ogni cambiamento di direzione.

In questo tipo di posa, per il fissaggio saranno impiegati collari singoli in acciaio zincato e passivato con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese imperdibili; oppure saranno impiegati collari c.s.d. in materiale isolante, oppure morsetti in materiale isolante sempre serrati con viti (i tipi con serraggio a scatto sono ammessi all'interno di controsoffitti, sotto pavimenti sopraelevati, in cunicoli o analoghi luoghi protetti).

Collari e morsetti dovranno essere ancorati a parete o a soffitto mediante chiodi a sparo o viti e tasselli in plastica.

Nei locali umidi o bagnati e all'esterno, degli accessori di fissaggio descritti potranno essere impiegati solo quelli in materiale isolante, le viti dovranno essere in acciaio nichelato o cadmiato o in ottone.

Nei casi in cui siano necessarie tubazioni di diametro maggiore a quelli contemplati dalle citate norme CEI 23/8/73, potranno essere impiegati tubi in PVC del tipo con giunti a bicchiere con spessore non inferiore a 3 mm per i quali siano stati eseguiti, a cura del costruttore, le prove previste dalle norme CEI 23/8/73 (resistenza allo schiacciamento, all'urto, alla fiamma, agli agenti chimici e di isolamento) oppure tubi in PVC conformi alle norme UNI 7441-75-PN10. Per la posa interrata dovranno essere impiegati tubi in PVC conformi alle norme UNI 7441-75- PN16.

5.6.4. TUBO RIGIDO IN PVC FILETTABILE

Sarà in materiale autoestinguento con estremità filettate e spessori non inferiori ai seguenti valori (in mm) 2.2-2.3-2.5-2.8-3.0-3.6 rispettivamente per le grandezze (diam. est.) 16-20-25-32-40-50 con una resistenza allo schiacciamento pari ad almeno 750 N misurata secondo le modalità previste dalle norme CEI.

Per grandezze superiori (diametri esterni maggiori di 50 mm) si dovrà ricorrere a tubi della "serie filettata gas"- PN 6.

Le giunzioni saranno ottenute con manicotti filettati. I cambiamenti di direzione potranno essere ottenuti sia con curve ampie con estremità filettate internamente sia per piegatura a caldo.

Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non dovrà essere superiore a 1 m. I tubi dovranno comunque essere fissati in prossimità di ogni giunzione e sia prima che dopo ogni cambiamento di direzione.

Per il fissaggio in vista saranno impiegati collari singoli in acciaio zincato e passivato con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese imperdibili; oppure collari o morsetti in materiale isolante serrati con viti (i tipi con serraggio a scatto sono ammessi all'interno di controsoffitti, sotto pavimento sopraelevato, in cunicoli o analoghi luoghi protetti).

Collari e morsetti dovranno essere ancorati a parete o a soffitto mediante chiodi a sparo o viti e tasselli in plastica.

Nei locali umidi o bagnati all'esterno, degli accessori descritti potranno essere impiegati solamente quelli in materiale isolante.

Le viti dovranno essere in acciaio cadmiato o nichelato o in ottone.

5.6.5. TUBO CORRUGATO IN PVC SERIE PESANTE

Sarà conforme alle norme e alle tabelle CEI-UNEL (serie pesante) in materiale autoestinguento, provvisto di marchio italiano di qualità.

Sarà impiegato esclusivamente per la posa sottotraccia a parete o a soffitto curando che in tutti i punti risulti ricoperto da almeno 20 mm di intonaco oppure entro pareti prefabbricate del tipo a sandwich.

Non potrà essere impiegato nella posa in vista o a pavimento, o interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) e così pure non potranno essere eseguite giunzioni se non in corrispondenza di scatole o di cassette di derivazione.

I cambiamenti di direzione dovranno essere eseguiti con curve ampie (raggio di curvatura compreso fra 3 e 6 volte il diametro nominale del tubo).

Avrà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 750 N secondo quanto previsto dalle norme CEI 23.25/89.

5.6.6. GUAINA FLESSIBILE CON SPIRALE RIGIDA IN PVC

Sarà in materiale autoestinguento e costituito da un tubo in plastica morbida, internamente liscio rinforzato da una spirale di sostegno in PVC.

La spirale dovrà avere caratteristiche (passo dell'elica, rigidità etc.) tali da garantire l'inalterabilità della sezione anche per il raggio minimo di curvatura ($r_{\min} = 2 \times \text{diam.int.}$) ed il ritorno alla sezione originale in caso di schiacciamento.

Il campo di temperatura di impiego dovrà estendersi da -15°C a $+70^{\circ}\text{C}$. Per il collegamento a tubi di altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori etc., dovranno essere impiegati esclusivamente raccordi previsti allo scopo dal costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), anello di tenuta, ghiera filettata di serraggio, controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati.

Le estremità dei tubi flessibili non dovranno essere bloccate con raccordi del tipo a clips serrate con viti.

Non è ammesso l'impiego di questo tipo di tubo all'interno dei locali con pericolo di esplosione o incendio.

Avrà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 350 N secondo quanto prescritto nelle norme CEI

5.6.7. GUAINA FLESSIBILE CON SPIRALE IN ACCIAIO ZINCATO

Sarà costituito da un tubo flessibile a spirale in acciaio zincato a doppia aggraffatura con rivestimento esterno in guaina morbida di PVC autoestinguento con campo di temperatura di impiego da -15°C a $+80^{\circ}\text{C}$.

La guaina esterna dovrà presentare internamente delle nervature elicoidali in corrispondenza all'interconnessione fra le spire del tubo flessibile e ciò allo scopo di assicurare una perfetta aderenza ed evitare che si abbiano a verificare scorrimenti reciproci.

Per il collegamento a tubi di altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori etc., dovranno essere impiegati esclusivamente i raccordi metallici previsti allo scopo del costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), manicotto con filettatura stampata per protezione delle estremità taglienti e per la messa a terra, guarnizione conica, ghiera di serraggio e controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati.

In ogni caso non è ammesso bloccare le estremità del tubo flessibile con raccordi del tipo a clips serrate con viti.

5.6.8. TUBO IN PVC CON GIUNTI A BICCHIERE

Tubo rigido (non plastificato per scarichi) tipo 302 secondo norme UNI 7443/75.

La raccorderia dovrà essere tutta conforme alle norme UNI 7444/75 del tipo a bicchiere, da incollare con appositi collanti che realizzino una saldatura chimica fra le parti.

L'incollaggio dovrà avvenire seguendo le istruzioni del fabbricante e ponendo particolare attenzione nell'evitare la formazione di miscele esplosive con i solventi.

Lungo le tratte di tubazioni diritte e orizzontali, ogni 20 metri al massimo, saranno installati dei pozzetti in cemento con chiusino pure in cemento, se entro le zone destinate a verde, o in ghisa se zone carrabili, cortili o pavimentate.

5.6.9. TUBO IN ACCIAIO ZINCATO LEGGERO

Sarà in acciaio trafilato con sezione perfettamente circolare zincato a fuoco e filettabile.

Avrà le stesse caratteristiche dimensionali (diametro esterno e spessore) del tubo di acciaio smaltato.

Sarà impiegato per la sola posa in vista all'interno (a parete, a soffitto, nel controsoffitto o sotto pavimento sopraelevato). Nel caso di impiego per l'esecuzione di impianti "stagni" (grado di protezione non inferiore a IP 44) dovranno essere impiegati i seguenti accessori in acciaio zincato: per le giunzioni manicotti filettati o raccordi in tre pezzi; per i cambiamenti di direzione curve ampie con estremità filettate o curve ispezionabili stagne (oppure potrà essere adottato il sistema della piegatura diretta evitando però che si abbiano strozzature, diminuzioni della sezione e danneggiamenti della zincatura); per i collegamenti a canalette o contenitori ghiera e controghiera.

Nel caso di impiego in impianti in cui non sia richiesta l'esecuzione stagna potranno essere impiegati manicotti, curve e raccordi in lega leggera di tipo apribile, serrati sul tubo con cavallotti e viti.

Dovrà in ogni caso essere garantita la continuità elettrica fra le varie parti, ed essere effettuata la messa a terra alle estremità.

5.6.10. TUBAZIONI IN ACCIAIO INOX

Devono essere di tipo conduit in acciaio inox, con le pareti interne completamente lisce e prive di qualsiasi asperità, per facilitare l'infilaggio dei cavi elettrici evitandone le possibili abrasioni.

Sono di tipo filettabile e fornite complete di manicotto.

5.6.11. TUBO IN ACCIAIO ZINCATO PESANTE

Sarà conforme alle Norme UNI 3924 (Mannesmann) senza saldatura zincato a fuoco internamente liscio con estremità filettate. Potrà essere impiegato per la posa in vista (a parete, a soffitto, nel controsoffitto, o sotto pavimento sopraelevato) sia all'interno che all'esterno.

E' ammessa la posa interrata purché il tubo sia protetto inferiormente e superiormente con almeno 10 cm di calcestruzzo oppure rivestito con tela iutata e catramata.

Le giunzioni potranno essere ottenute impiegando manicotti filettati in acciaio zincato.

Analogamente i cambiamenti di direzione saranno ottenuti con curve ampie con estremità filettate; fino al diametro di 1"1/4 potranno essere ottenuti anche per piegatura diretta evitando però che si abbiano strozzature, diminuzioni della sezione e danneggiamenti della zincatura.

Nel caso di impiego all'esterno di luoghi con pericolo di esplosione ed incendio potranno essere impiegati anche manicotti, curve e raccordi in lega leggera del tipo apribile serrati sul tubo con cavallotti e viti.

Su tutti i tagli eseguiti dovranno essere accuratamente eliminate sbavature o spigoli taglienti che possano danneggiare i cavi.

5.6.12. CAVIDOTTO IN PVC/PE CORRUGATO PER POSA INTERRATA

Sarà della serie pesante con grado di compressione minima di 450N conforme alla norma CEI 23-81: 2005 + Variante V1 2011.

Sarà in materiale autoestinguente provvisto di marchio IMQ.

Sarà impiegato esclusivamente per la posa interrata curando che in tutti i punti risulti ricoperto da almeno 70 cm lungo le tratte e 40 cm in prossimità dei pozzetti.

Lungo le tratte, almeno ogni 25-35m, saranno installati dei pozzetti in cemento con chiusino pure in cemento se entro le zone a verde; in ghisa se zone carrabili, cortili o pavimentate.

Sarà dotato di cavetto interno in acciaio zincato.

5.6.13. CANALE O PASSERELLA IN ACCIAIO ZINCATO

Sarà ottenuta da lamiera di acciaio protetta con zincatura a fuoco sendzimir oppure, se indicato nel computo metrico o nella specifica, con zincatura a fuoco per immersione dopo le lavorazioni foratura e piegatura.

Sarà di tipo I. I fianchi dovranno avere un'altezza di almeno 50 mm e lo spessore non dovrà essere inferiore a 1,5 mm.

Per la sospensione saranno impiegate, per quanto possibile, mensole ancorate sia a profilati fissati a soffitto, sia con tasselli direttamente a parete in modo da avere sempre un lato libero.

La distanza fra due sostegni non dovrà essere superiore a 2 m e comunque tale che la freccia d'inflessione non risulti superiore a 5 mm.

La distanza della canaletta dal soffitto o da un'altra sovrapposta dovrà essere di almeno 200 mm.

Il collegamento fra due tratti dovrà avvenire mediante giunti di tipo telescopico o ad incastro in modo da ottenere la perfetta continuità del piano di scorrimento dei cavi ed evitarne l'abrasione durante la posa oppure impiegando giunti ad angolo di tipo esterni e piastre coprigiunto interne.

Per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza, ecc., dovranno essere impiegati gli accessori allo scopo previsti dal costruttore in modo da ridurre al minimo, e per dimostrata necessità, gli interventi quali tagli, piegature, etc..

In ogni caso gli spigoli che possono danneggiare i cavi dovranno essere protetti con piastre terminali coprifilo.

Per il collegamento delle varie parti dovranno essere impiegati non meno di quattro bulloni in acciaio zincato o cadmiato di tipo con testa tonda e larga posta all'interno della canaletta e muniti di rondella.

Nel caso fosse necessario il coperchio, questo verrà indicato di volta in volta nel computo metrico estimativo o nella specifica dei materiali e dovrà essere asportabile per tutta la lunghezza anche in corrispondenza degli attraversamenti di pareti.

Per la canaletta zincata per immersione dopo le lavorazioni dovrà essere ripristinata la protezione nei punti in cui dovesse essere indispensabile intervenire con tagli, brusche piegature, fori, etc., oltre ovviamente alla zincatura per immersione potranno essere impiegate vernici catodiche rispetto allo zinco, quali minio o cromato di Pb.

5.6.14. CANALE O PASSERELLA IN ACCIAIO ZINCATO CON COPERCHIO

Vale, in generale, quanto descritto per la canaletta di tipo aperto.

La canaletta sarà dotata di coperchio fissato o a scatto o mediante moschettoni e asportabile per tutta la lunghezza anche in corrispondenza agli attraversamenti di pareti.

Di volta in volta risulta precisato sui disegni o nel computo metrico il grado di protezione richiesto.

Particolare cura dovrà essere posta affinché non risulti abbassato in corrispondenza di giunzioni, collegamenti con tubi eventualmente derivanti dalla canaletta, cassette di derivazione, contenitori, etc.

5.6.15. CANALE O PASSERELLA IN ACCIAIO INOX

Le passerelle dovranno essere di tipo con bordo rinforzato e arrotondato, in acciaio inox AISI 304 e 316 L.

Le passerelle saranno fornite complete di staffe, giunti, pezzi speciali e mensole di sostegno di tipo regolabile in altezza costruite con lamiera di acciaio inox AISI 304 e 316 L con spessore adeguato all'entità dei pesi installati all'interno del canale.

La distanza fra due sostegni non dovrà essere superiore a 1,5 m: in ogni caso comunque i sistemi d'assemblaggio ed i loro accessori dovranno essere forniti completi di bulloneria in numero totale da soddisfare, con il massimo carico ammissibile, la seguente formula:

$$f < D/300$$

dove:

f = freccia

D = interdistanza tra due punti di fissaggio consecutivi

Il sistema di fissaggio alla volta della galleria dovrà essere dimensionato per un carico pulsante che, oltre al fenomeno della trazione, considerata anche la presenza delle vibrazioni dovute ai mezzi in transito.

Il dimensionamento dei tasselli dovrà essere fatto in base al peso della struttura del sistema di cavidotto attrezzato, delle linee in cavo e delle apparecchiature corredate degli accessori di dotazione, maggiorato di un coefficiente di sicurezza non inferiore a 2.

La distanza della canaletta dal soffitto o da un'altra sovrapposta dovrà essere di almeno 200 mm.

Il collegamento fra due tratti dovrà avvenire mediante giunti di tipo telescopico o ad incastro in modo da ottenere la perfetta continuità del piano di scorrimento dei cavi ed evitarne l'abrasione durante la posa oppure impiegando giunti ad angolo di tipo esterni e piastre coprigiunto interne.

Per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza, ecc., dovranno essere impiegati gli accessori allo scopo previsti dal costruttore in modo da ridurre al minimo, e per dimostrata necessità, gli interventi quali tagli, piegature, etc..

In ogni caso gli spigoli che possono danneggiare i cavi dovranno essere protetti con piastre terminali coprifilo.

Per il collegamento delle varie parti dovranno essere impiegati non meno di quattro bulloni in acciaio inox di tipo con testa tonda e larga posta all'interno della canaletta e muniti di rondella.

Nel caso fosse necessario il coperchio, questo verrà indicato di volta in volta nel computo metrico estimativo o nella specifica dei materiali e dovrà essere asportabile per tutta la lunghezza anche in corrispondenza degli attraversamenti di pareti.

5.6.16. CANALE O PASSERELLA IN ACCIAIO INOX CON COPERCHIO

Vale, in generale, quanto descritto per la canaletta di tipo aperto.

La canaletta sarà dotata di coperchio fissato o a scatto o mediante moschettoni e asportabile per tutta la lunghezza anche in corrispondenza agli attraversamenti di pareti.

Di volta in volta risulta precisato sui disegni o nel computo metrico il grado di protezione richiesto.

Particolare cura dovrà essere posta affinché non risulti abbassato in corrispondenza di giunzioni, collegamenti con tubi eventualmente derivantesi dalla canaletta, cassette di derivazione, contenitori, etc.

5.7. CASSETTE DI DERIVAZIONE

5.7.1. GENERALITÀ

I coperchi delle cassette devono essere fissati con viti antiperdenti.

I cavi e le giunzioni posti all'interno delle cassette non devono occupare più del 50% del volume interno della cassetta.

Le connessioni (giunzioni e derivazioni) vanno eseguite con appositi morsetti senza ridurre la sezione dei conduttori e senza lasciare parti conduttrici scoperte (inaccessibilità al dito di prova e quindi grado di protezione almeno IPXXB).

Le giunzioni effettuate tramite attorcigliamento e nastratura non sono ammesse.

Non devono essere effettuate giunzioni e derivazioni entro tubi.

Possono invece essere effettuate giunzioni nei canali, solo nel caso di collegamenti aventi lunghezza maggiore della pezzatura di fabbrica, purché le parti attive siano inaccessibili al dito di prova e purché i cavi uniti abbiano lo stesso colore.

Non devono inoltre essere realizzate giunzioni entro le scatole porta-apparecchi.

E' ammesso l'entra esci sui morsetti di prese purché esistano doppi morsetti o morsetti dimensionati per ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare senza ridurre la sezione.

Le cassette di giunzione installate all'esterno devono avere grado di protezione almeno IP44 e devono essere poste ad almeno 200 mm dal suolo.

Per evitare pericolosi fenomeni di condensa, le tubazioni interrato devono essere sigillate prima di essere allacciate a quadri o cassette.

Le derivazioni potranno, su esplicita richiesta, essere effettuate all'esterno di cassette a mezzo di morsetti a perforazione dell'isolante, ovvero con morsetti a guscio.

Per ogni tipologia di morsettiera la tensione di isolamento dovrà comunque essere coerente con quelle dei cavi che vi saranno attestati.

Nella stessa cassetta potranno attestarsi, salvo deroghe, solamente cavi appartenenti allo stesso servizio (luce, FM, speciali).

Tra due cassette di transito non devono esserci più di una curva o comunque curve con angoli $\geq 90^\circ$.

Nei tracciati rettilinei le cassette andranno poste con interdistanza massima pari a 5 m.

Salvo diversa indicazione degli altri elaborati di progetto, o diversa indicazione della DL, per ogni locale (o coppia di locali adiacenti o affacciati) dovrà essere installata una cassetta di derivazione collocata lungo lo sviluppo del collegamento dorsale.

Tutte le cassette di derivazione dovranno essere contrassegnate in modo chiaro con le sigle riportate più oltre.

La siglatura dovrà essere fatta impiegando timbri di tipo componibile costituiti da caratteri di almeno 10 mm di altezza ed impiegando inchiostro di tipo indelebile.

Le sigle dovranno essere poste sulla superficie interna del coperchio di ciascuna cassetta solamente nel caso di cassette installate su pareti o superfici che sicuramente saranno tinteggiate.

Per le altre, le sigle dovranno essere poste sulla superficie esterna.

Cassette destinate a impianti e/o servizi diversi dovranno riportare le sigle di tutti gli impianti.

Le sigle da utilizzare sono le seguenti:

- Illuminazione normale: L(N)
- Illuminazione privilegiata: L(P)
- Illuminazione di sicurezza: L(S)
- Illuminazione in genere: L
- Circuiti FM normale: FM(N)
- Circuiti FM privilegiata: FM(P)
- Forza motrice in genere: FM
- Circuiti di potenza a tensione nominale diversa (es. 12 V c.a. oppure 24 V c.c.): 12ca (24cc)
- Impianti speciali di sicurezza (rivelazione fumi, antintrusione, TVCC, radio, controllo accessi,..): SPS
- Impianti speciali di comunicazione (trasmissione dati, TV, citofonico, diffusione sonora,...): SPC
- Impianti speciali in genere: SP

5.7.2. CASSETTE DI DERIVAZIONE IN ACCIAIO INOX

Dovranno essere costruite in acciaio inox AISI 304 e 316 L o in fusione, avere grado di protezione IP 65, elevata resistenza al calore, equipotenzializzate con l'impianto di terra se necessario.

Qualora siano dotate di morsettiera di derivazione questa dovrà essere in porcellana con sedi di serraggio adeguate alla sezione dei cavi di linea.

5.7.3. CASSETTE DI DERIVAZIONE RESISTENTI AL FUOCO

Dovranno essere costruite in fusione FT15 rivestita di cromato di Zn, avere grado di protezione IP 66, elevata resistenza al calore (920° C per 20 min.), equipotenzializzate con l'impianto di terra se necessario.

Qualora siano dotate di morsettiera di derivazione questa dovrà essere in porcellana con sedi di serraggio adeguate alla sezione dei cavi di linea.

In particolare le cassette per gli impianti di ventilazione dovranno essere adatte per una tensione di esercizio di 690 V.

5.7.4. CASSETTE DI DERIVAZIONE DA INCASSO O DA SEMINCASSO IN PVC

Saranno in materiale isolante autoestinguente, e dotate di coperchio in bachelite fissato con viti. Le viti dovranno essere rese impermeabili, essere in acciaio inossidabile o in ottone o comunque con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zincocromatura etc.).

Non sono ammesse viti di tipo autofilettante.

Saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che risultino allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali.

Tutte le parti di malta eventualmente entrate dovranno essere asportate con cura prima dell'infilaggio dei conduttori.

Setti di separazione fissi dovranno essere previsti in quelle cassette cui fanno capo impianti con tensioni nominali diverse.

In nessun caso, salvo deroghe ed accorgimenti da definire, le cassette destinate all'impianto telefonico, interfonico, trasmissione dati, TV potranno essere utilizzate per qualche altro tipo di impianto.

Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori dovranno essere eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese interruttori etc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive.

Per quanto possibile, si dovrà cercare di unificare i tipi e dimensioni.

Tutte le tubazioni protettive dovranno entrare dai fianchi o dal fondo delle cassette.

L'ingresso dovrà avvenire esclusivamente attraverso gli indebolimenti sfondabili previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti.

Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non dovrà, pertanto essere superiore a quello degli indebolimenti stessi.

Le tubazioni dovranno sporgere all'interno della cassetta per circa 0.5 cm, le parti più sporgenti dovranno essere tagliate prima dell'infilaggio dei cavi e dovranno essere opportunamente protette in modo da non essere riempite durante la fase di intonacatura delle pareti.

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato. Il serraggio dei conduttori dovrà essere a vite con l'interposizione di una piastrina metallica.

Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a cappuccio.

5.7.5. CASSETTE DI DERIVAZIONE STAGNE DA ESTERNO IN PVC

Saranno di costruzione robusta con grado di protezione IP adeguato alla loro ubicazione.

Saranno in materiale isolante a base di PVC autoestinguente.

Nei locali umidi o bagnati è ammesso solo l'impiego del tipo di materiale isolante.

Saranno dotate di coperchio fissato con viti o con in sistema a 1/4 di giro o equivalente.

Le viti dovranno essere rese impermeabili, essere in acciaio inossidabile o in ottone o comunque con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zincocromatura etc.).

Non sono ammesse viti di tipo autofilettante.

Saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che risultino allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali.

Dovranno essere fissate a parete o soffitto con non meno di due viti.

Per quanto possibile, si dovrà cercare di unificare i tipi e dimensioni.

Tutte le tubazioni protettive dovranno entrare dai fianchi delle cassette.

L'ingresso dovrà avvenire esclusivamente attraverso i fori previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti.

Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non dovrà, pertanto essere superiore a quello di fori stessi.

In tali cassette il taglio dei passatubi in plastica morbida dovrà avvenire in modo che ne risulti un foro circolare e non sia abbassato il grado di protezione.

Tali passatubi dovranno essere asportati per introdurre tubazioni di diametro superiore a quello previsto dal costruttore.

Le tubazioni dovranno sporgere all'interno della cassetta per circa 0.5 cm, le parti più sporgenti dovranno essere tagliate prima dell'infilaggio dei cavi.

Setti di separazione fissi dovranno essere previsti in quelle cassette cui fanno capo impianti con tensioni nominali diverse.

In nessun caso, salvo deroghe ed accorgimenti da definire, le cassette destinate all'impianto telefonico, interfonico, trasmissione dati, TV potranno essere utilizzate per qualche altro tipo di impianto.

Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori dovranno essere eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese interruttori etc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive.

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato.

Il serraggio dei conduttori dovrà essere a vite con l'interposizione di una piastrina metallica.

Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastature o con morsetti a cappuccio.

5.7.6. CASSETTE DI DERIVAZIONE METALLICHE

Saranno di costruzione robusta con grado di protezione IP adeguato alla loro ubicazione.

Saranno dotate di coperchio fissato con viti o con in sistema a 1/4 di giro o equivalente.

Le viti dovranno essere rese imperdibili, essere in acciaio inossidabile o in ottone o comunque con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zincocromatura etc.).

Non sono ammesse viti di tipo autofilettante.

Saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che risultino allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali.

Dovranno essere fissate a parete o soffitto con non meno di due viti.

Per quanto possibile, si dovrà cercare di unificare i tipi e dimensioni.

Tutte le tubazioni protettive dovranno entrare dai fianchi delle cassette.

L'ingresso dovrà avvenire esclusivamente attraverso i fori previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti.

Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non dovrà, pertanto essere superiore a quello di fori stessi. In tali cassette il taglio dei passatubi in plastica morbida dovrà avvenire in modo che ne risulti un foro circolare e non sia abbassato il grado di protezione.

Tali passatubi dovranno essere asportati per introdurre tubazioni di diametro superiore a quello previsto dal costruttore.

Dovranno essere fornite dal costruttore con i fori adeguati all'installazione, complete di morsetto di messa a terra adeguato al collegamento di un conduttore pari al maggiore dei conduttori di fase che vi fanno capo, con un minimo di 6 mm²

Setti di separazione fissi dovranno essere previsti in quelle cassette cui fanno capo impianti con tensioni nominali diverse.

In nessun caso, salvo deroghe ed accorgimenti da definire, le cassette destinate all'impianto telefonico, interfonico, trasmissione dati, TV potranno essere utilizzate per qualche altro tipo di impianto.

Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori dovranno essere eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese interruttori etc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive.

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato. Il serraggio dei conduttori dovrà essere a vite con l'interposizione di una piastrina metallica.

Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a cappuccio.

5.8. IMPIANTI TERMINALI

5.8.1. GENERALITÀ

Si riportano innanzitutto le seguenti note di carattere generale.

Il telaio sarà realizzato in materiale plastico autoestinguente con possibilità di installare da 1 a N elementi componibili.

Sarà realizzato in modo da isolare completamente le parti attive ed i cavi di collegamento degli elementi.

Avrà struttura meccanica robusta e atta al bloccaggio rapido degli apparecchi.

Sarà infine fissata alla cassetta incassata tramite due viti entro fori asolati onde eliminare eventuali difetti di posa della scatola incassata.

La placca sarà fissata al telaio mediante sistema a scatto.

Per l'estrazione successiva della stessa dovrà essere impiegato un cacciavite inserito negli appositi incastri come prescritto dalle raccomandazioni CEI.

Sarà in materiale termoplastico (bianco o colorato) o metallico secondo le specifiche e recherà il numero di fori pari a quelli del telaio.

La scatola di contenimento sarà in materiale termoplastico di dimensioni adeguate al telaio e ai frutti da installare. Incassata nelle pareti al grezzo prima dell'intonaco in modo che alla fine risulti a filo finitura.

Per realizzare un impianto impropriamente definito "stagno" si dovranno adottare tutti gli accessori opportuni in modo da ottenere, per le apparecchiature, il grado di isolamento richiesto.

Dovranno essere impiegate placche fornite di membrana e guarnizione di tenuta per gli organi di comando e placche con coperchio a molla e guarnizione per tutti gli altri elementi componibili (es. prese).

Il grado di protezione non dovrà essere inferiore a IP44 e comunque rispondere a quanto previsto dalle normative vigenti.

Le prese a spina per uso domestico e similare (monofasi) possono essere utilizzate dove non ne è previsto un uso gravoso con forti urti e vibrazioni.

Le prese a spina installate in ambienti soggetti a spruzzi d'acqua devono avere almeno un grado di protezione IP44.

Le prese a spina soggette a getti d'acqua devono avere almeno un grado di protezione IP55.

L'asse di inserzione delle prese a spina deve risultare orizzontale e ad almeno 175 mm dal piano di calpestio se a parete, 70 mm se da canalizzazione o zoccoli e 40 mm se da torrette o calotte sporgenti da pavimento.

In quest'ultimo caso è necessario che il fissaggio delle torrette a pavimento assicuri almeno il grado di protezione IP52.

Le prese a spina installate in punti dove la corrente di cortocircuito supera i 5 kA devono essere abbinate ad interruttore interbloccato con la presa a spina stessa.

La corrente nominale dell'interruttore automatico posto a protezione del circuito prese a spina non deve superare la corrente nominale di ognuna delle prese a spina servite (16A per prese a spina bipasso 10/16 A).

Per l'alimentazione di utenze in continuità assoluta o di particolari utilizzatori (ad esempio lavabiancheria e lavastoviglie) spesso dotati di spine di tipo schuko devono essere installate prese tipo P30 con terra laterale e centrale adatte a ricevere prese sia tipo schuko che prese a poli allineati.

Le prese sotto continuità assoluta dovranno essere chiaramente individuabili e distinte dalle prese sotto la rete normale (ad esempio ricorrendo all'uso di prese aventi colorazione diversa).

Le prese a spina di tipo industriale (prese CEE) devono essere utilizzate in tutti i casi in cui siano richieste prese a spina monofasi con corrente nominale superiore a 16 A oppure prese a spina trifasi oppure ancora in tutti i casi in cui le prese siano soggette ad un utilizzo gravoso in termini di urti o vibrazioni.

Nel collegare le prese a spina di tipo industriale si dovrà mantenere costante il senso ciclico delle fasi ad evitare che il motore di un utilizzatore alimentato da prese diverse possa invertire il senso di marcia.

Le prese a spina devono essere protette da un interruttore automatico o da fusibile con corrente nominale non superiore alla corrente nominale delle prese stesse: tale protezione può essere singola o comune a più prese.

Per quanto concerne i conduttori relativi agli impianti terminali essi si dovranno scegliere in modo tale da soddisfare le condizioni prescritte dalla Normativa vigente in relazione alla protezione da sovraccarico e da corto circuito.

Inoltre non si dovranno superare i limiti massimi ammessi per la caduta di tensione. In ogni caso le sezioni minime dei conduttori per l'alimentazione terminale dovranno essere superiori a quelle indicate nella seguente tabella:

Utenza	Cavi in PVC	Cavi in Gomma
Alimentazione di singolo punto luce	1,5 mm ²	1,5 mm ²
Alimentazione di più punti luce	2,5 mm ²	2,5 mm ²
Alimentazione di singoli punti presa da 16A	2,5 mm ²	2,5 mm ²
Alimentazione di più punti presa da 16A	6 mm ²	4 mm ²
Alimentazione di singoli punti presa fino a 32A	6 mm ²	4 mm ²
Alimentazione di più punti presa fino a 32A	10 mm ²	6 mm ²

Modalità di alimentazione terminale

5.8.2. PULSANTE DI SICUREZZA IN CASSETTA CON VETRO FRANGIBILE

Detta apparecchiatura risulta già essere presente all'interno delle relative cabine e sarà integralmente riutilizzato previa verifica della corretta installazione e funzionalità.

5.8.3. PRESE A SPINA PER USI INDUSTRIALI

Saranno costruttivamente conformi e rispondenti a quanto prescritto dalle Norme CEI 23-12/1-2000, 23-12/2-2000 e successive varianti.

Caratteristiche generali:

- Tipo CEE 17
- Tensione nominale max.: 750 V
- Frequenza nominale: 50/60 Hz
- Corrente nominale max: 200 A
- Esecuzione: IP 54
- Involucro in alluminio verniciato o materiale plastico a base di PVC

Saranno distinte per tipologia ed esigenze impiantistiche secondo quanto riportato sulle tavole di progetto e così suddivise:

- presa 2P+T/6h: presa industriale 2x16/32/63+T - 230 V in esecuzione IP54 con coperchio a molla. Alveoli ϕ 4,8 mm ad una sola parte attiva con polo di terra in posizione 6h. In materiale termoplastico isolante autoestinguente composta da due elementi:
 - cassetta in materiale s.d. con recante sulla parte inferiore e superiore i fori per l'innesto delle tubazioni e pressatubi
 - elemento presa in materiale s.d. con guarnizione per il montaggio sulla cassetta descritta al punto 1 e viti di fissaggio. Colorazione blu di identificazione
- presa 2P+T+I/6h: presa industriale 2x16/32/63+T - 230 V in esecuzione IP54 con coperchio a molla. Alveoli ϕ 4,8 mm ad una sola parte attiva con polo di terra in posizione 6h. In materiale termoplastico isolante autoestinguente composta da due elementi:
 - cassetta in materiale s.d. con recante sulla parte inferiore e superiore i fori per l'innesto delle tubazioni e pressatubi
 - elemento presa in materiale s.d. con guarnizione per il montaggio sulla cassetta descritta al punto e viti di fissaggio. Colorazione blu di identificazione. Un blocco meccanico (I) in accordo con le prescrizioni di sicurezza dovrà consentire l'azionamento dell'interruttore solo a spina inserita ed impedirà la sua estrazione ad interruttore chiuso. Interruttore e presa saranno solidali cioè montati entrambi sul coperchio che potrà essere asportato sono ad interruttore aperto
- presa 3P+N+T+I/6h: presa industriale 3x16/32/63+N+T - 230/400V in esecuzione IP54 con coperchio a molla. Alveoli ϕ 4,8 mm con polo di terra in posizione 6h. In materiale termoplastico isolante autoestinguente composta da due elementi:
 - cassetta in materiale s.d. con recante sulla parte inferiore e superiore i fori per l'innesto delle tubazioni e pressatubi
 - elemento presa in materiale s.d. con guarnizione per il montaggio sulla cassetta descritta al punto i e viti di fissaggio. Colorazione rosso di identificazione. Un blocco meccanico (I) in accordo con le prescrizioni di sicurezza dovrà consentire l'azionamento dell'interruttore solo a spina inserita ed impedirà la sua estrazione ad interruttore chiuso. Interruttore e presa saranno solidali cioè montati entrambi sul coperchio che potrà essere asportato sono ad interruttore aperto
- presa 2P+T+I+F/6h: presa industriale 2x16/32/63A+T - 230 V in esecuzione IP54 con coperchio a molla. Alveoli ϕ 4,8 mm ad una sola parte attiva con polo di terra in posizione 6h. In materiale termoplastico isolante autoestinguente composta da tre elementi:
 - cassetta in materiale s.d. con recante sulla parte inferiore e superiore i fori per l'innesto delle tubazioni e pressatubi
 - elemento presa in materiale s.d. con guarnizione per il montaggio sulla cassetta descritta al punto 1 e viti di fissaggio. Colorazione blu di identificazione. Un blocco meccanico (I) in accordo con le prescrizioni di sicurezza dovrà consentire l'azionamento dell'interruttore solo a spina inserita ed impedirà la sua estrazione ad interruttore chiuso. Interruttore e presa saranno montati entrambi sullo stesso contenitore il cui coperchio potrà essere aperto solo ad interruttore aperto. Tale operazione consentirà l'accesso ai fusibili
 - base tripolare per fusibili completa con tappi a vite di tipo ceramico. Sarà montata all'interno del contenitore e l'accessibilità avverrà secondo le modalità descritte al punto 2. Sarà completa di fusibili con valore di corrente pari al valore nominale della portata della presa di corrente

- presa 3P+N+T+I+F/6h: presa industriale 3x16/32/63A+T - 230/400V in esecuzione IP54 con coperchio a molla. Alveoli ϕ 4,8 mm con polo di terra in posizione 6h. In materiale termoplastico isolante autoestinguente composta da tre elementi:
 - cassetta in materiale s.d. con recante sulla parte inferiore e superiore i fori per l'innesto delle tubazioni e pressatubi
 - elemento presa in materiale s.d. con guarnizione per il montaggio sulla cassetta descritta al punto 1 e viti di fissaggio. Colorazione rosso di identificazione. Un blocco meccanico(I) in accordo con le prescrizioni di sicurezza dovrà consentire l'azionamento dell'interruttore solo a spina inserita ed impedirà la sua estrazione ad interruttore chiuso. Interruttore e presa saranno montati entrambi sullo stesso contenitore il cui coperchio potrà essere aperto solo ad interruttore aperto. Tale operazione consentirà l'accesso ai fusibili
 - base tripolare per fusibili completa con tappi a vite di tipo ceramico. Sarà montata all'interno del contenitore e l'accessibilità avverrà secondo le modalità descritte al punto 2. Sarà completa di fusibili con valore di corrente pari al valore nominale della portata della presa di corrente
- presa 2P+I+F/12h: presa industriale 2x16A+T - 24 V in esecuzione IP54 con coperchio a molla. Alveoli ϕ 4,8 mm ad una sola parte attiva con polo di terra in posizione 6h. In materiale termoplastico isolante autoestinguente composta da quattro elementi:
 - cassetta in materiale s.d. con recante sulla parte inferiore e superiore i fori per l'innesto delle tubazioni e pressatubi, completo di trasformatore di sicurezza da 100VA 230/24V
 - elemento presa in materiale s.d. con guarnizione per il montaggio sulla cassetta descritta al punto 1 e viti di fissaggio. Colorazione viola di identificazione. Un blocco meccanico (I) in accordo con le prescrizioni di sicurezza dovrà consentire l'azionamento dell'interruttore solo a spina inserita ed impedirà la sua estrazione ad interruttore chiuso. Interruttore e presa saranno montati entrambi sullo stesso contenitore il cui coperchio potrà essere aperto solo ad interruttore aperto. Tale operazione consentirà l'accesso ai fusibili
 - base per fusibili completa con tappi a vite di tipo ceramico. Sarà montata all'interno del contenitore e l'accessibilità avverrà secondo le modalità descritte al punto 4 (a valle del trasformatore). Sarà completa di fusibili con valore di corrente pari al valore nominale della portata della presa di corrente
 - trasformatore monofase in aria montato anch'esso all'interno del contenitore con le seguenti caratteristiche:
 - potenza nominale: 100 VA
 - tensione primario: 230 Vca
 - tensione secondario: 24 Vca
 - frequenza nominale: 50 Hz
 - classe di isolamento: E
 - classe di protezione: I
 - tensione di isolamento: min. 4 kV

5.8.4. PUNTO ALIMENTAZIONE MONOFASE IN ESECUZIONE IP55

Sarà così composto:

- punto frutto:
 - n. 1 frutto "uscita cavo"
 - n. 1 telaio in materiale termoplastico
 - n. 1 placca di copertura provvista di guarnizione di tenuta sulla parte interna, sportello apribile dotato di membrana trasparente (grado di protezione IP55)
 - n. 1 scatola di contenimento in vista in acciaio INOX AISI304(IP55)
- punto "uscita cavo":
 - Quota parte cassette di derivazione in vista in acciaio INOX AISI304 (IP55)
 - Tubo in acciaio INOX AISI304 ϕ adeguato fino alla lunghezza di m 10
 - Eventuali tratti di raccordo con guaina in PVC armata internamente in metallo;
 - Raccorderie ed accessori occorrenti;
 - Quota parte per cassette di derivazione in acciaio INOX AISI304 (IP55);
 - n. 3 morsetti componibili

Nella stessa tubazione potranno transitare più linee in cavo, purché la sezione della conduttura sia adeguata e le tensioni di esercizio siano compatibili.

Il collegamento terminale tra la tubazione metallica o la cassetta e l'utenza (ad esempio motore) dovrà essere realizzato con guaina (in plastica o metallica) flessibile, collegata mediante appositi raccordi, sia dalla parte della tubazione o cassetta sia dalla parte dell'utenza.

Il tipo di guaina da impiegare e dei relativi raccordi dipenderà dal tipo di impianto (normale, "stagno", antideflagrante).

Per ogni utilizzatore si dovrà avere la possibilità di verificare visivamente l'interruzione dell'alimentazione.

5.8.5. PUNTO ALIMENTAZIONE TRIFASE IN ESECUZIONE IP55

Sarà così composto:

- punto frutto:
 - n. 1 frutto "uscita cavo"
 - n. 1 telaio in materiale termoplastico
 - n. 1 placca di copertura provvista di guarnizione di tenuta sulla parte interna, sportello apribile dotato di membrana trasparente (grado di protezione IP55)
 - n. 1 scatola di contenimento in vista in acciaio INOX AISI304(IP55)
- punto "uscita cavo":
 - Quota parte cassette di derivazione in vista in acciaio INOX AISI304 (IP55)
 - Tubo in acciaio INOX AISI304 ϕ adeguato fino alla lunghezza di m 10
 - Eventuali tratti di raccordo con guaina in PVC armata internamente in metallo;
 - Raccorderie ed accessori occorrenti;
 - Quota parte per cassette di derivazione in acciaio INOX AISI304 (IP55);
 - n. 5 morsetti componibili

Per quanto concerne l'interconnessione con i motori di ventilazione interni alle gallerie si rimanda a quanto indicato all'interno del capitolo specifico.

Nella stessa tubazione potranno transitare più linee in cavo, purché la sezione della conduttura sia adeguata e le tensioni di esercizio siano compatibili.

Il collegamento terminale tra la tubazione metallica o la cassetta e l'utenza (ad esempio motore) dovrà essere realizzato con guaina (in plastica o metallica) flessibile, collegata mediante appositi raccordi, sia dalla parte della tubazione o cassetta sia dalla parte dell'utenza.

Il tipo di guaina da impiegare e dei relativi raccordi dipenderà dal tipo di impianto (normale, "stagno", antideflagrante).

Per ogni utilizzatore si dovrà avere la possibilità di verificare visivamente l'interruzione dell'alimentazione.

5.9. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

5.9.1. ILLUMINAZIONE DI INTERNI

Gli impianti di illuminazione interni ordinari saranno eseguiti con plafoniere aventi corpo in materiale autoestinguente stagno con schermo in policarbonato trasparente; le lampade saranno costituite da lampade fluorescenti complete di fusibile di protezione, reattore elettronico a basse perdite, condensatori di rifasamento e quant'altro occorrente. Detti corpi illuminanti saranno impiegati anche per l'illuminazione esterna del fabbricato che sarà installato sopra le porte di accesso dei vari locali come riportato negli elaborati di progetto.

Dovranno avere le seguenti caratteristiche costruttive:

- CORPO: in policarbonato autoestinguente ad elevata resistenza meccanica;
- TELAIO: in policarbonato autoestinguente ad elevata resistenza meccanica;
- GANCI: in policarbonato;
- RIFLETTORE: in alluminio speculare 99.85, di grandi dimensioni per un elevato rendimento;
- DIFFUSORE: policarbonato trasparente autoestinguente;
- GUARNIZIONI: Tutte le guarnizioni sono imperdibili e realizzate in gomma siliconica resistente alle basse e alle alte temperature;
- PRESSACAVO: In PVC resistente agli impatti, per ambienti con pericolo di esplosione secondo la CEI EN 50014 con temperatura di lavoro compresa tra -30°C e $+90^{\circ}\text{C}$;
- REATTORE ELETTRONICO: preriscaldamento dei catodi, protezione termica e classe di efficienza energetica A2;
- CABLAGGIO INTERNO: cavo unipolare di sezione 0.5 mm^2 isolato in PVC resistente a 90°C ;
- MORSETTO ALIMENTAZIONE: Due poli + terra con massima sezione dei conduttori di $2,5\text{mm}^2$
- FUSIBILE: 4A

Gli impianti di illuminazione di emergenza, invece, saranno realizzati con corpi illuminanti in materiale isolante completi di lampada fluorescente ad alta emissione batteria interna ricaricabile in 12 ore avente autonomia 1 ora.

5.9.2. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA - GENERALITÀ

L'impianto di illuminazione esterna deve essere conforme alle norme CEI 64-7. I corpi illuminanti devono avere almeno grado di protezione IP43 o IP23 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.

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.

5.9.3. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA

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 $\geq 3\text{m}$):
 - "aperti" (senza coppa o rifrattore) vano ottico:IP23
 - "aperti" (senza coppa o rifrattore) vano ausiliari:IP23
 - "chiusi" (con coppa o rifrattore) vano ottico: IP44
 - "chiusi" (con coppa o rifrattore) vano ausiliari:IP23
- proiettori (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.

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 dell'art. 7 della Legge 18/10/1977 n. 791, 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 791/77.

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
- Semi cut-off
- Non 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.

5.9.4. APPARECCHI ILLUMINANTI PER CIRCUITI DI RINFORZO ED ILLUMINAZIONE PERMANENTE IN GALLERIA

Dovranno essere di tipo stagno con grado di protezione IP 65 adatti per contenere lampade a tecnologia LED di varia potenza con tecnologia a LED.

Dovranno avere le seguenti caratteristiche costruttive:

- corpo acciaio inox AISI 316L per tutti i proiettori di rinforzo
- corpo in alluminio estruso per proiettori a LED per illuminazione permanente
- riflettore asimmetrico, diffondente in alluminio purissimo, brillantato e ossidato anodicamente per i circuiti di rinforzo
- riflettore simmetrico, diffondente per l'illuminazione permanente
- vetro satinato trasparente antishock con guarnizione ai siliconi di spessore non inferiore a 6 mm
- resistenti alla temperatura di 250° C per 90 min
- DIFFUSORE: In vetro temperato spessore minimo 3mm.
- CABLAGGIO: Alimentazione 230V/50Hz, con reattore convenzionale. Cavetto rigido sezione 0.50 mm² resistente a 90°C, secondo le norme CEI 20-20. Morsettiera 2P+T con portafusibile.
- EQUIPAGGIAMENTO Fusibile di protezione. Pressacavo. Guarnizione di poliuretano espanso.
- Ganci di bloccaggio in acciaio.
- NORMATIVA Prodotti in conformità alle vigenti norme EN 60598-1 CEI 34-21, grado di protezione IP65 secondo le EN 60529. Installabile su superfici normalmente incombustibili
- POTENZA LAMPADA led 260W, 214W, 130W, 97W, 65W, 50W, 30W.
- FLUSSO LUMINOSO 38.220, 31.458, 19.110, 13.290, 9.555, 6.850 e 4.110 lm.
- TEMPERATURA DI COLORE 4000 K
- DURATA DI VITA 50.000 H.
- INDICE DI RESA CROMATICA Ra > 80
- GRADO DI PROTEZIONE IP66

- GRADO DI RESISTENZA AGLI URTI IK09
- ISOLAMENTO Classe I

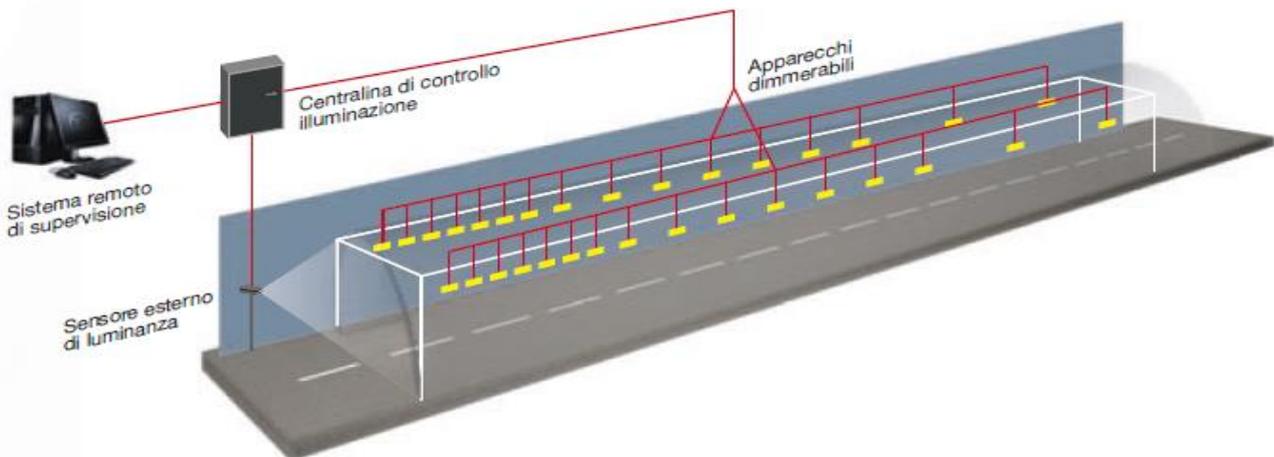
5.9.5. REGOLATORI DI FLUSSO LUMINOSO - CONSIDERAZIONI GENERALI

Per il controllo automatico del livello di luminanza in galleria, si installerà un sistema fotoelettrico rilevatore di luminanza.

Tale dispositivo consentirà di adattare il livello dell'illuminazione artificiale a quello della luce diurna, mutevole con le ore del giorno, con le condizioni meteorologiche e con le stagioni, al fine di garantire ai conducenti sempre un rapporto ottimale tra l'illuminazione esterna e quella interna alla galleria.

Il funzionamento generale dell'impianto è attuato con il criterio di rilevare la luminanza esterna, di riferirla ad un determinato rapporto percentuale con quella interna e, mediante l'ausilio di regolatori di flusso di tipo puntuale funzionanti in modalità wireless, di procedere alla parzializzazione del flusso luminoso.

La tecnologia LED si impone oggi come la migliore soluzione per impianti di illuminazione accesi durante le 24 ore. Gli apparecchi con tecnologia a LED, previsti nel progetto di variante, sono equipaggiati di un alimentatore elettronico in grado di regolare l'emissione luminosa agendo direttamente sulla corrente che alimenta i LED del gruppo ottico. Con l'obiettivo di aumentare ulteriormente il risparmio e a fronte di variabili critiche quali il livello di luce naturale esterno, la velocità e la densità del traffico.



Il sistema PLM viene proposto sia per l'illuminazione permanente che per l'illuminazione di rinforzo. Con questo tipo di sistema di regolazione e controllo tramite funzionamento in modalità wireless, otteniamo che la regolazione del flusso luminoso viene realizzata tramite monitoraggio puntuale e remoto del singolo apparecchio illuminante. Con questa opzione è possibile controllare il singolo punto luce, realizzare scenari personalizzati di illuminazione, verificare il consumo energetico dell'impianto e segnalare eventuali guasti. Il sistema viene anche integrato con altri sistemi di controllo come sensori di traffico, scenari ambientali e sistema di supervisione generale.

Gli apparecchi di illuminazione saranno alimentati per mezzo di un complesso denominato compound, composto da:

- involucro in materiale isolante, con classe di isolamento II e grado di protezione IP65;
- reattore magnetico;
- accenditore del tipo a sovrapposizione;
- condensatore di rifasamento;
- dispositivi di connessione al cavo di alimentazione ed al portalampada;

- dispositivi serracavo;
- pressacavi PG 13 1P65.

Su ciascun compound dovranno essere riportate le seguenti indicazioni:

- nome o sigla del produttore;
- identificazione del modello;
- tensione nominale di lavoro (190 250 V);
- frequenza nominale (50 Hz);
- potenza nominale di lampada;
- tipo di lampada (LED);
- classe di isolamento (classe II);
- grado di protezione (IP66);
- anno di costruzione.

Altre indicazioni saranno presenti sulle istruzioni d'uso e manutenzione, allegate agli apparecchi di illuminazione.

Sistema fotoelettrico di controllo

Il sistema fotoelettrico è destinato al controllo dell'accensione dei rinforzi di luce nelle gallerie, allo scopo di mantenere la luminanza nel loro interno entro un determinato rapporto con la luminanza esterna, dovuta alla luce naturale.

È sufficiente l'utilizzo di una fotocellula per il controllo dell'illuminazione per ciascun impianto. Per l'illuminazione degli svincoli, come accennato in precedenza, il sistema sarà comandato dall'interruttore crepuscolare installato in prossimità del box di contenimento delle varie apparecchiature.

Sono a cura dell'Impresa:

- la fornitura in opera della palina di sostegno della fotocellula esterna, costituita da tubo di acciaio zincato a caldo del diametro di 60 mm; la lunghezza di tale tubo deve essere tale da consentire di posizionare l'elemento fotosensibile ad un'altezza fuori terra di circa 1,80 m.
- l'esecuzione di idoneo basamento di sostegno per la palina di cui sopra, da realizzarsi in cemento, o mediante staffe e collari di acciaio zincato, a seconda della natura del luogo di posa (terreno o manufatti);
- la realizzazione, nelle più immediate prossimità del basamento, di un pozzetto secondo le indicazioni di cui all'apposito disegno;
- la realizzazione del cavidotto per il contenimento e la protezione del cavo di alimentazione e del cavo segnali fra cabina e fotocellula esterna, mediante tubazioni in PVC interrate;
- la fornitura e posa in opera dell'elemento fotosensibile esterno, completo di preamplificatore, sulla palina, mediante fornitura in opera di traversi o collari di acciaio zincato e di tutti gli accessori e minuterie necessari al fissaggio;
- l'esecuzione di tutti gli allacciamenti elettrici necessari per il perfetto funzionamento; per l'amplificatore è necessaria una schermatura di protezione contro i disturbi.

I cavi di collegamento fra fotocellula esterne e sistema di controllo all'interno dello cabina devono seguire lo stesso percorso, dove possibile, delle dorsali di energia.

Descrizione dei convertitori serie CO

I convertitori fotoelettrici tipo CO/1 e CO/6 hanno la funzione di rilevare la luminanza dell'area compresa entro un determinato angolo visivo, all'interno ed all'esterno di una galleria, e di generare un segnale elettrico proporzionale a tale luminanza; in relazione al valore di tale segnale, si provvederà all'accensione dell'impianto di illuminazione all'interno della galleria.

Gli apparecchi impiegano un elemento fotosensibile avente una caratteristica di sensibilità spettrale coincidente con quella dell'occhio umano.

I convertitori sono contenuti in una custodia in materiale isolante a tenuta stagna, essendo previsti per l'installazione in esterno, mentre l'elemento fotosensibile è alloggiato entro un dispositivo ottico a cannocchiale, montato sopra la custodia stessa ed orientabile nelle diverse direzioni

I due tipi di convertitori si differenziano per le diverse finalità di impiego, come avanti specificato.

Convertitore fotoelettrico tipo CO/1

Il convertitore tipo CO/1 è predisposto per rilevare le luminanze all'interno delle gallerie; pertanto presenta una sensibilità elevata, corrispondente alle condizioni di luminanza che si possono riscontrare nel loro interno.

Il convertitore fornisce un segnale di uscita in corrente destinato ad un elaboratore, il quale provvede a controllare il rapporto tra le luminanze all'interno ed all'esterno della galleria; in riferimento a tale rapporto, il flusso luminoso delle lampade viene regolato mediante opportuno dispositivo variatore di tensione, pilotato dall'elaboratore.

Convertitore fotoelettrico tipo CO/6

Il convertitore tipo CO/6 è previsto con una sensibilità atta a rilevare le luminanze all'esterno delle gallerie; esso fornisce due segnali d'uscita:

- un segnale in corrente che, unitamente al segnale in corrente del tipo CO/1, viene inviato all'elaboratore, allo scopo di controllare il rapporto tra le luminanze all'interno ed all'esterno della galleria e di regolare il flusso luminoso delle lampade;
- un segnale in tensione, che viene inviato all'amplificatore - attuatore RCA/6 (laddove previsto), il quale, in mancanza dell'elaboratore, effettua il controllo dell'accensione dei rinforzi luce, in funzione della luminanza all'esterno della galleria.

Descrizione dell'amplificatore - attuatore tipo RCA/6

L'amplificatore - attuatore RCA/6, comanda l'accensione parzializzata fino a tre rinforzi luce nel tratto di soglia della galleria, in funzione della variazione della luminanza esterna rilevata nel tratto di strada antistante l'imbocco della galleria; il segnale fornito dal convertitore CO/6, proporzionale alla luminanza esterna, viene confrontato con i tre valori predisposti, allo scopo di determinare l'intervento dei contatti finali attuatori.

L'apparato è costituito da un pannello elettronico di comando, contenuto entro una custodia stagna, e comprende i seguenti componenti di regolazione, segnalazione e comando:

- n. 3 potenziometri predispositori, per fissare i tre livelli di intervento dei gruppi di lampade, compresi in tre gamme di regolazioni;
- n° 3 ritardatori alla diseccitazione, regolabili fino a trenta minuti, per evitare frequenti pendolazioni di accensione e di spegnimento dei gruppi di lampade;
- n° 3 lampade per la segnalazione di apparecchio intervenuto per ciascun gruppo di lampade;
- n° 3 contaore, per misurare il tempo di funzionamento di ciascun gruppo di lampade;
- n° 1 interruttore di esclusione dei ritardi, da usarsi durante le prove;
- n° 1 interruttore di rete con protezione magnetotermica;
- no 3 relè elettromeccanici per il comando dei contattori di potenza.

La morsettiere per gli allacciamenti elettrici comprende i morsetti aventi le seguenti funzioni:

- morsetto di terra di protezione;
- morsetti per l'alimentazione ausiliaria a 230 V — 50 Hz;
- morsetti per il segnale di luminanza fornito dal convertitore CO/6;
- morsetti d'uscita per il comando dei contattori relativi ai tre gruppi di lampade;
- morsetti d'uscita di alimentazione ausiliaria a 230 V — 50 Hz, isolata per l'eventuale alimentazione dei convertitori C0/1 e C016.

Montaggio ed installazione

Le note e le raccomandazioni che seguono riguardano, in particolare, i campi e le grandezze che influenzano il corretto funzionamento degli apparecchi e fanno riferimento alle Norme CEI 41-1, 44-1 e 44-3, mentre per quanto riguarda le condizioni ambientali fanno da riferimento le Norme CEI 66-2 gruppo II.

Il convertitore di misura della luminanza all'interno della galleria, tipo C0/1, deve essere installato a circa 20 m dall'imbocco della galleria, ad un'altezza di almeno 2,5 m dal piano stradale; il cannocchiale dell'elemento fotosensibile sarà orientato verso la superficie stradale ad un punto 50 m più avanti.

Il convertitore tipo CO/6, che misura la luminanza all'esterno della galleria, deve essere installato a circa 100 m dall'imbocco della galleria, ad un'altezza di 1,8 m dal piano stradale, con il cannocchiale orientato verso l'imbocco della galleria; in queste condizioni, la fotocellula rileva la luminanza del campo di osservazione entro un angolo conico di 20°, che comprende l'imbocco della galleria.

L'asse ottico del contenitore della fotocellula deve collimare con un punto alla base dell'imbocco della galleria, in modo che l'angolo conico di osservazione circoscriva una buona parte della superficie stradale, sulla quale la concentrazione visiva è massima per la ricerca di eventuali ostacoli.

Prima della messa in esercizio dei convertitori C0/1 e CO/6, si dovrà verificare che il dado posto all'interno della custodia stagna, adibita al fissaggio del dispositivo ottico a cannocchiale, sia serrato a fondo contro le guarnizioni di tenuta; ciò al fine di evitare dannose infiltrazioni di acqua nei circuiti elettrici ed elettronici contenuti nella custodia.

I collegamenti alle morsettiere dei convertitori CO/i, CO/6 e dell'amplificatore - attuatore RCA/6 devono essere eseguiti in conformità agli schemi forniti dal Costruttore; occorre, comunque, attenersi alle seguenti prescrizioni:

- i conduttori dell'alimentazione a 230 V dei morsetti 1 — 2 dell'attuatore RCA/6 e 10 — 11 dei convertitori devono essere separati da tutti gli altri conduttori di potenza dei componenti elettromeccanici, in quanto i disturbi che vengono a circolare nei circuiti delle lampade, per effetto delle reattanze di accensione, possano trasferirsi per induzione nel circuito di alimentazione;
- i conduttori dell'uscita in corrente dai morsetti 15 e 18 dei convertitori devono essere collegati ai morsetti in ingresso dell'elaboratore, mediante cavo schermato; la calza metallica deve essere collegata a terra all'estremità terminale del collegamento, in prossimità dell'elaboratore;
- i conduttori dei morsetti 4 e 6 dell'amplificatore RCA/6 devono essere collegati ai morsetti 2 e 4 del convertitore CO/6, senza il tramite della morsettiere generale del quadro; il cavo deve essere bipolare schermato, con schermatura ed eventuali fili di drenaggio collegati a terra sulla morsettiere del RCA/6.

Si deve porre attenzione nell'effettuare eventuali giunzioni intermedie dei conduttori schermati, al fine di assicurare un'ottima continuità, in riferimento alle resistenze di contatto, un buon isolamento verso terra delle parti attive ed un affidabile ripristino della continuità delle schermature metalliche.

Tali giunzioni devono essere eseguite rispettando i colori dei singoli conduttori, pulendo accuratamente gli estremi dei conduttori, avvolgendo strettamente ciascun estremo sull'altro prima di effettuare la saldatura; i residui della pasta e del liquido saldante devono essere tolti accuratamente con appositi solventi dopo la saldatura. La continuità dei nastri di schermatura e degli eventuali fili di drenaggio, deve essere assicurata mediante saldatura.

Dopo aver ripristinato l'isolamento dei conduttori giuntati, un nastro metallizzato deve essere avvolto attorno alla giunzione, al fine di schermare completamente la giunzione, avendo cura di sovrapporre la nastratura alla schermatura dei due cavi, almeno per 5 cm.

Norme di installazione e di attivazione per elemento fotosensibile CO/6

Verificare il corretto cablaggio dei fili che collegano:

- cannocchiale alla morsettiera del preamplificatore;
- alimentazione alla morsettiera del preamplificatore;
- conduttori di segnale per l'uscita in tensione ed in corrente.

Una volta verificato quanto sopra, si deve effettuare il puntamento del sensore; è sufficiente puntare il cannocchiale verso l'imbocco della galleria.

Si deve, comunque, verificare che:

- sui morsetti 2 e 4 sia presente un valore in corrente (vedi tabella);
- sui morsetti 15 e 18 sia presente un valore in tensione (vedi tabella);
- si deve prestare particolare attenzione alle polarità dei collegamenti sia in tensione, sia in corrente;
- durante l'installazione, il potenziometro all'interno del CO/6 deve essere messo sulla posizione 5.

	CO/1	CO/6	RCA/6
Alimentazione ausiliaria	230 V	230 V	230 V
Campo d'impiego	80 ÷ 120%	80 ÷ 120%	80 ÷ 120%
Potenza assorbita	10 VA	10 VA	50 VA
Campo di misura luminanza	100 cd/m ²	0 ÷ 5000 cd/m ²	--
Regolazione soglie d'intervento		--	5÷50 cd/m ² 50÷500 cd/m ² 500÷5000 cd/m ²
Segnale di misura	-- 0,1 ÷ 5 mA 0,4 ÷ 20 mA	0 ÷ 6 V 0 ÷ 5 mA 0 ÷ 20 mA	0 ÷ 6 V -- --
Carico massimo - per 0 ÷ 5 mA - per 0 ÷ 20 mA	4000 Ω 1000 Ω	4000 Ω 1000 Ω	
Campo di taratura fondo scala uscita in corrente	70 ÷ 130%	70 ÷ 130%	
Tempo di risposta	2 s	2 s	10 s
Rapporto alla disinserzione	--	--	20 minuti
Rapporto di ricaduta	--	--	0,95
Stabilizzazioni rispetto alla tensione ausiliaria (± 10%)	2,5%	2,5%	2,5%
Stabilizzazione rispetto alla temperatura (-10°C ÷ +55°C)	5%	5%	5%
Tipo elemento fotosensibile	silicio	silicio	--
Picco risposta spettrale	570 mm	570 mm	--
Portata contatti finali	--	--	10 A / 230 Vca
Grado protezione custodia	IP 55	IP 55	IP 55

5.9.6. SISTEMA DI ALIMENTAZIONE GALLERIE

Generalità

Nel quadro sono contenute le parti di controllo, regolazione e sua attuazione verso le lampade, nonché il sistema di telecontrollo dell'intero impianto; la manutenzione è semplificata dal numero esiguo di schede (una CPU dedicata più le interfacce di misura) e dalla facilità di collegamento tra le stesse, mediante connettore flat-cable ad estrazione facilitata, o morsettiera multipolare.

Il sistema è provvisto di due linee seriali per la trasmissione a distanza di tutti i parametri di funzionamento, nonché la ricezione di comandi da parte del centro di supervisione; tra le altre modalità di teletrasmissione, è possibile effettuare un collegamento remoto mediante modem GSM installato a bordo.

La batteria che alimenta la CPU, in caso di mancanza della tensione alternata di rete, consente la teletrasmissione dei parametri, in modo tale da discriminare questo stato rispetto ad altri possibili, quali interruttori aperti, guasto del sistema di trasmissione, ecc.; tale batteria è di tipo ermetico senza manutenzione.

La CPU è sviluppata in modo dedicato per questa applicazione e si basa su di un microprocessore a 16 bit della Motorola, famiglia HC16; l'hardware è stato concepito in modo tale che ogni revisione del firmware possa venire effettuata sostituendo la parte CPU e memorie, senza rimuovere le interconnessioni tra il sistema di controllo e la potenza.

Il quadro variatore contiene la parte CPU, il variatore motorizzato a regolazione continua e la distribuzione delle linee di alimentazione dei rinforzi, con relativi sezionatori e/o fusibili; tale armadio si compone di due parti:

- parte di regolazione;
- parte di distribuzione.

All'interno della parte di distribuzione è contenuto anche il sistema di controllo in ridondanza, il cui funzionamento verrà spiegato in seguito; il sistema è espandibile a regolazioni multiple, a partire da due fino a quattro variatori, con opportune estensioni di hardware.

Sistema di alimentazione

La Norma UNI 11095 richiede, per tutta la lunghezza della galleria e per ragioni di sicurezza, che in emergenza, (ad esempio al mancare della rete), siano mantenuti valori minimi di luminanza; per ottemperare a questa disposizione, è necessario che almeno uno dei due circuiti permanenti, oltre ai servizi di sicurezza, sia alimentato da una fonte sicura e immediatamente disponibile.

Pertanto l'alimentazione dovrà essere del tipo automatico e con tempi di disponibilità brevissimi; allo scopo è previsto un gruppo statico di continuità (UPS).

Per l'alimentazione dei circuiti "permanenti", nel quadro che la proteggono e la comandano, sono previsti due sezioni sottese a differenti fonti d'energia:

- sezione sottesa alla rete;
- sezione sottesa all'UPS.

Metà dei circuiti permanenti e quelli relativi ai servizi di sicurezza in galleria, sono sempre sottesi all'UPS; questi circuiti, al mancare della rete resteranno pertanto alimentati senza soluzione di continuità.

Per i circuiti di rinforzo è previsto un solo sistema di sbarre sotteso al solo lato rete.

Al mancare della rete, i circuiti di rinforzo sottesi a questa sbarra resteranno, ovviamente, senza tensione; quelli sottesi all'UPS (permanenti ed i servizi privilegiati) continueranno ad essere alimentati.

L'illuminazione della galleria risulterà conseguentemente ridotta, ma, in accordo al progetto, sopra i valori limite minimi richiesti dalla Norma UNI; un'apposita segnaletica, posta prima dell'ingresso, si attiverà per avvertire l'utente della strada della ridotta illuminazione in galleria.

Sotto UPS saranno, altresì, collegati le seguenti utenze di sicurezza:

- segnaletica luminosa;
- sistema di controllo (PLC) e di supervisione.

Principi di funzionamento

All'accensione o al ritorno della rete, il sistema parte in bypass; quindi si porta in regolazione di equalizzazione e, se i parametri di funzionamento sono corretti, commuta l'alimentazione delle lampade in funzionamento automatico, adottando le strategie di regolazione a seguito riportate.

La regolazione della tensione alle lampade è di tipo continuo ed è funzione della modalità di funzionamento prevista dagli algoritmi di controllo; sono possibili due modalità principali di funzionamento, a seconda se il sistema è in grado, o meno, di regolare con continuità la tensione alle lampade:

- modo in linea;
- modo in bypass automatico.

Il passaggio da modo in linea a modo in bypass automatico può avvenire per le seguenti ragioni:

- impossibilità di regolare la tensione;
- diagnostica interna ad esito negativo;
- comando da pannello frontale o PC locale o remoto;
- durante l'accensione ed al ritorno della rete di alimentazione.

Esiste anche la modalità di funzionamento in bypass manuale, che consente di operare sul quadro AUTOLUX senza interrompere l'alimentazione alle lampade; tale passaggio avviene con la seguente sequenza:

- si chiama il sistema in bypass automatico;
- si chiude il sezionatore di bypass manuale;
- si apre il sezionatore di uscita.

Durante il funzionamento in bypass manuale, si possono verificare tutte le funzioni del sistema, operando in sicurezza e senza influenzare la tensione di alimentazione delle lampade.

Esiste, infine, un'ultima modalità di funzionamento, detta semiautomatica, che viene forzata per le seguenti ragioni:

- mancanza di alimentazione alla CPU;
- guasto grave della CPU.

In questo caso, il controllo viene preso dal sistema in ridondanza, denominato secondo le modalità a seguito specificate (vedi funzionamento semiautomatico).

5.9.7. FUNZIONAMENTO AUTOMATICO

Il flusso luminoso, emesso dalle lampade dell'impianto di illuminazione di rinforzo, è regolato in modo continuo dal sistema che varia la tensione di alimentazione attraverso il variatore, utilizzando i seguenti dati per la strategia di regolazione:

- un segnale di corrente, prodotto dalla fotocellula posta all'esterno della galleria che rileva la luminanza relativa alla zona dell'imbocco;
- un analogo segnale, prodotto da una fotocellula posta all'interno del fornice di galleria che rileva la luminanza sul piano stradale (tale fotocellula è opzionale ed è necessaria soltanto quando si vogliono implementare gli algoritmi con interna ACI);
- una terna di segnali di tensione proporzionale alla tensione alternata trifase di ingresso;
- una terna di segnali di tensione proporzionale alla tensione alternata trifase di uscita del regolatore, sulla quale si richiude il loop di regolazione.

La strategia di regolazione tiene conto dei seguenti parametri esterni:

- se è giorno o notte, effettuando il passaggio tra regolazione diurna e notturna in funzione della misura della luminanza esterna; il passaggio giorno notte, che provoca lo spegnimento degli imbrocchi, allorquando non avvenga entro un orario stabilito da un calendario astronomico interno, viene forzato dalla CPU, per evitare che gli imbrocchi restino accesi dopo l'imbrunire;
- se c'è degrado delle lampade interne o della fotocellula interna; questa strategia, che si basa sulla lettura della luminanza esterna e la conseguente regolazione della tensione alle lampade secondo un algoritmo memorizzato, viene utilizzata di default, se si sceglie di implementare degli algoritmi non ACI.

Giorno

La strategia di regolazione diurna viene utilizzata durante il giorno, ovvero allorquando la misura della luminanza esterna è compresa tra i valori previsti per l'illuminazione diurna; in questo caso, gli imbrocchi sono accesi (tale accensione avviene automaticamente mediante teleruttori azionati dalla CPU) e la tensione alle lampade è regolata nel modo seguente:

- regolazione diurna senza degrado (sistema con interna ACI): si effettua una correlazione, mediante un algoritmo memorizzato nella CPU, tra la misura della luminanza esterna, che ha la funzione di set point, e la misura della luminanza interna che, nel caso sia valutata troppo alta o troppo bassa rispetto al set point, viene fatta variare agendo sulla tensione delle lampade; in questo modo, si ha la regolazione della luminanza interna;
- regolazione diurna con degrado (o per sistema senza interna non ACI): si effettua una correlazione, mediante un algoritmo memorizzato nella CPU, tra la misura della luminanza esterna, che ha la funzione di set point, e la misura della tensione alle lampade che, nel caso sia valutata troppo alta o troppo bassa rispetto al set point, viene fatta variare agendo sul regolatore; in questo modo, si ha la regolazione della tensione delle lampade.

La condizione di degrado delle lampade interne, o di malfunzionamento della fotocellula interna, che può essere dovuta a guasti, sporcizia, od altro, viene definita effettuando un controllo sullo scostamento della luce interna misurata, rispetto a quella che ci si aspetterebbe in funzione della tensione alle lampade; se tale scostamento supera una certa soglia, si dichiara la condizione di degrado e si adotta l'algoritmo di cui al secondo punto.

Tale algoritmo viene utilizzato per default nei sistemi ad algoritmo senza fotocellula interna, detti non ACI.

Notte

La strategia di regolazione notturna viene utilizzata durante la notte, ovvero allorquando la misura della luminanza esterna è compresa tra i valori previsti per l'illuminazione notturna.

In questo caso, gli imbrocchi sono spenti (tale spegnimento avviene automaticamente mediante teleruttori azionati dalla CPU); dovrà essere possibile, ad un orario prestabilito, ma comunque programmabile, ridurre l'illuminazione permanente grazie allo spegnimenti di alcuni circuiti mediante teleruttori azionati dalla CPU.

Regolazione oraria

In caso di guasto della fotocellula esterna, rilevato dalla diagnostica, il sistema passa automaticamente alla regolazione di tipo orario, che prevede la regolazione della tensione alle lampade effettuata nel modo seguente:

- se il calendario astronomico della CPU prevede che sia giorno, vengono accesi gli imbrocchi e la tensione alle lampade viene portata al livello orario diurno;

- se il calendario astronomico della CPU prevede che sia notte, vengono spenti gli imbrocchi e la tensione alle lampade viene portata al livello orario notturno.

5.9.8. FUNZIONAMENTO SEMIAUTOMATICO

Il sistema contiene una parte di controllo in ridondanza, anch'essa a microprocessore, la quale è del tutto svincolata, per potenziale e sorgenti di alimentazione, dalla CPU ed è, quindi, in grado di prendere il controllo del sistema allorché, per guasto grave o mancanza di alimentazione, la CPU non funzioni più correttamente.

Il passaggio al funzionamento semi automatico si svolge nel seguente modo:

- si verifica che la CPU non sta funzionando correttamente e si forza il regolatore in bypass;
- si prende il controllo e la misura della fotocellula esterna e si controlla se è giorno o notte, utilizzando gli algoritmi memorizzati;
- si prende il controllo dei teleruttori di imbrocco, che si provvede a spegnere e ad accendere in modo opportuno, ovvero si accendono gli imbrocchi di giorno e si spengono di notte.

Dal momento che questa modalità di funzionamento ha luogo forzando il regolatore in bypass, questa condizione è detta anche di bypass permanente; questa modalità consente di avere comunque tensione alle lampade e di gestire gli imbrocchi in maniera sufficientemente corretta per le utenze, in attesa dell'intervento di riparazione.

5.9.9. FUNZIONAMENTO MANUALE

La tensione di uscita del sistema può essere regolata manualmente, previa chiamata in regolazione manuale, mediante un tasto del pannello frontale, usando i due tasti P+ e P-, rispettivamente per incrementare e decrementare la tensione.

Tale regolazione può essere richiamata in qualunque modalità di funzionamento ed è utilizzabile per effettuare la manutenzione e testare la luminosità delle lampade a diversi valori di tensione.

5.9.10. FUNZIONAMENTO IN BYPASS MANUALE

Allo scopo di effettuare la manutenzione ordinaria e straordinaria, è possibile forzare manualmente le seguenti funzioni:

- accensione e spegnimento degli imbrocchi, mediante commutatori a fronte quadro del tipo "make-before-break", che consentono di forzare chiusi i teleruttori di controllo degli imbrocchi e di spegnere ed accendere gli stessi manualmente, agendo sui relativi interruttori;
- posizionamento del sistema in bypass manuale che, escludendo completamente il variatore ed i relativi teleruttori, consente di alimentare le lampade direttamente da rete senza organi di sezionamento elettromeccanici interposti; in questo modo è possibile effettuare la manutenzione ed i test di funzionamento in sicurezza ed influenzare la corretta alimentazione delle lampade. Il passaggio in questo stato di funzionamento viene effettuato senza cortocircuitare il regolatore (mantenendo bassa la corrente di commutazione), seguendo la procedura programmata.

5.9.11. PROCEDURE PRINCIPALI

Le funzioni di comando e controllo del sistema sono svolte da un sistema a microprocessore del tipo Motorola HC16, basato su di un'architettura a 16 bit, implementate su di un hardware modulare e sostituibile dalla scheda madre, senza dover rimuovere le interconnessioni con la potenza e le interfacce.

Una tale architettura consente l'implementazione delle revisioni del firmware mediante semplice sostituzione di una scheda a quattro strati, nonché la completa sostituzione della parte digitale (CPU, memorie, orologio, ecc.) anche da parte di personale non esperto, senza l'utilizzo di utensili particolari, quali estrattori per integrati PLCC, saldatore per SMD, ecc.

Le procedure di comando e controllo sono memorizzate nelle EPROM di programma ed i parametri variabili, da cui queste dipendono, sono contenuti e memorizzati in una EEPROM.

L'orologio, del tipo ad oscillatore quarzato ad alta frequenza e precisione, svolge la funzione di calendario astronomico, generando gli orari presunti di alba e tramonto, con precisione di una settimana, che vengono utilizzati, ove necessario, per forzare lo spegnimento e l'accensione degli imbrocchi.

Il sistema può colloquiare con il mondo esterno mediante due seriali standard del tipo RS232; è prevista l'interfacciabilità con un modem tradizionale o del tipo GSM e le principali reti utilizzate da ANAS.

5.9.12. AUTO-DIAGNOSTICA

Il processo di auto-diagnostica avviene secondo due modalità:

- modalità esterna: la CPU controlla che tutte le periferiche, le interfacce e gli attuatori lavorino correttamente. Se si verificano errori o malfunzionamenti, la CPU è in grado di gestirli secondo le procedure programmate e di dare le opportune segnalazioni e o allarmi; in caso che le anomalie, dopo un certo tempo, scompaiano, la CPU può ripristinare automaticamente, o previo reset degli stati, locale o remoto, lo stato di funzionamento normale;
- modalità interna: la CPU è, a sua volta, controllata da un circuito di supervisione "watchdog" che, in caso di malfunzionamento della CPU stessa, provvede, in un primo tempo, a resettarla (caso di accatastamento del programma); se il problema persiste (caso di guasto hardware), il supervisore rilascia il controllo al sistema semi automatico.

5.9.13. PARTENZA DEL SISTEMA

Al primo avviamento, ed ogni qual volta si abbia un ritorno della rete alternata di alimentazione, il sistema si comporta nel modo seguente:

- verifica che la rete di ingresso sia tornata ad un livello sufficiente per riaccendere le lampade e chiude il teleruttore di bypass (stato di bypass automatico);
- avvia la procedura di regolazione della tensione di uscita in equalizzazione con la rete di ingresso e verifica il corretto funzionamento della regolazione stessa;
- chiude il teleruttore di uscita ed apre il teleruttore di bypass, senza interrompere la tensione alle lampade;
- verifica il corretto funzionamento di tutti i teleruttori via via interessati;
- avvia le procedure di controllo e regolazione (stato normale).

5.9.14. CONDIZIONI DI ERRORE

Durante il funzionamento normale, le seguenti condizioni di errore, ogni qual volta si verificano, comportano i seguenti cambiamenti di stato del sistema:

- fotocellula interna guasta o degrado lampade interne: si passa dalla regolazione normale, alla regolazione di degrado (solo per sistemi A0);
- fotocellula esterna guasta: si passa dalla regolazione normale, alla regolazione oraria;
- guasto del sistema di regolazione: si passa dal funzionamento in linea, al funzionamento in bypass;
- guasto della CPU: si passa dal funzionamento automatico, al funzionamento semiautomatico.

5.9.15. PROCEDURE DI MISURA

Tutte le misure analogiche vengono accentrate sul microprocessore CPU per ridurre al minimo la probabilità di guasto o mal funzionamento e rendere agevole la verifica dei guasti; le misure vengono effettuate seguendo strategie diverse, a seconda se si tratta di misure di tensione e corrente, oppure misure di luminanza interna ed esterna.

5.9.16. MISURE DI TENSIONE E CORRENTE

Le misure di tensione e di corrente vengono effettuate a vero valore efficace, effettuando un campionamento sincrono delle grandezze convertite a livello della dinamica di misura dell'A/D converter del microprocessore.

5.9.17. MISURA DI LUMINANZA INTERNA

La misura della luminanza interna è estremamente critica, in quanto viene influenzata dallo stato delle lampade e dalla luce dei fari dei veicoli in transito; a tal scopo, va utilizzato un algoritmo a media trascinata dei campioni di luminanza misurati, con scarto dei campioni esterni ad una fascia regolata adattivamente, in quanto attribuiti all'accecamento della fotocellula dovuto ai fari.

Al termine dell'algoritmo di acquisizione, viene effettuato un procedimento di ricerca di un certo per cento di valori minimi su tutta la stringa acquisita e si possono avere due esiti differenti:

- si è trovato un gruppo di minimi in numero sufficiente, quindi si può aggiornare la misura;
- non si è trovato un gruppo di minimi in numero sufficiente, la misura non viene aggiornata e si utilizza quella precedente.

5.9.18. MISURA DI LUMINANZA ESTERNA

La misura della luminanza esterna viene effettuata memorizzando i campioni di misura dalla fotocellula esterna a cadenza fissa in un vettore, sulle cui componenti viene effettuata una media a fine ciclo che diventa il valore attuale della misura.

La misura della luminanza esterna viene utilizzata per determinare le condizioni di funzionamento giorno e notte, secondo il seguente algoritmo:

- se è giorno e la luminanza scende sotto un valore programmabile in modalità locale remota e rappresentato sul display alfanumerico (soglia GINO), il sistema dichiara che è notte; se tale passaggio avviene prima dell'ora prevista dal calendario astronomico, il sistema dichiara comunque che è notte (spegne gli imbrocchi);
- se è notte e la luminanza sale al di sopra un valore programmabile in modalità locale remota e rappresentato sul display alfanumerico (soglia NOGI), il sistema dichiara che è giorno (accende gli imbrocchi).

Dal momento che l'aggiornamento di queste grandezze è lento, sul display sono disponibili le letture dirette (istantanee) delle due misure di luminanza, per verificare il corretto funzionamento dei canali dell'A/D converter; tutte le misure sopraccitate vengono trasmesse, via seriale ed in tempo reale, alla postazione di controllo remoto.

5.9.19. PROCEDURE DI REGOLAZIONE

Le procedure per la regolazione vengono attivate automaticamente dal sistema di controllo e si differenziano a seconda dello stato di funzionamento richiesto dalle condizioni della luminanza interna ed esterna e dallo stato dell'impianto, nonché dalla tensione della rete di alimentazione.

In background a qualsiasi algoritmo attivo al momento, vengono effettuate le procedure di misura e controllo, nonché la diagnostica di sistema, in modo tale da poter cambiare l'algoritmo attuale (ad esempio, al passaggio giorno-notte), o passare automaticamente in bypass, nel caso vi siano problemi al sistema di regolazione.

In funzione della luminanza esterna, con priorità del calendario astronomico per quanto riguarda il passaggio giorno/notte, il sistema decide tra due modalità di gestione dell'impianto.

5.9.20. REGOLAZIONE DIURNA SENZA DEGRADO O SISTEMA ACI

In questo caso, gli imbecchi sono accesi e si utilizza la misura della luminanza esterna come set-point, andando a regolare in retroazione la tensione delle lampade, in modo tale che la misura della luminanza interna sia corrispondente al valore ottenuto calcolandolo, secondo un algoritmo prestabilito, a partire dal set-point.

5.9.21. REGOLAZIONE DIURNA CON DEGRADO O SISTEMA NON ACI

In questo caso, gli imbecchi sono accesi e si utilizza la misura della luminanza esterna come set-point, andando a regolare direttamente la tensione delle lampade, seguendo una curva programmata.

Questo tipo di regolazione consente di non utilizzare la fotocellula interna, che è sempre soggetta ad un rapido invecchiamento dovuto allo smog interno alla galleria, è molto influenzata dalla luce dei fari dei veicoli in transito e la sua misura può essere falsata dal fatto che una o più lampade nella zona ad essa circostante hanno perso di efficacia.

Questo metodo di regolazione può essere scelto di default, se si decide di non montare la fotocellula interna (sistema non ACI), oppure può essere selezionato automaticamente dalla CPU se si rileva un degrado delle lampade interne o della fotocellula.

5.9.22. REGOLAZIONE DI EQUALIZZAZIONE

La tensione di uscita viene portata ad un valore tale da minimizzare la corrente di circolazione nel regolatore durante i passaggi di stato tra sistema in linea e sistema in bypass e viceversa.

5.9.23. REGOLAZIONE ORARIA

In caso di guasto della fotocellula esterna rilevato dalla diagnostica, il sistema passa automaticamente alla regolazione di tipo orario, che prevede la regolazione della tensione alle lampade effettuata nel modo seguente:

- se il calendario astronomico della CPU prevede che sia giorno, vengono accesi gli imbecchi e la tensione alle lampade viene portata al livello orario diurno;
- se il calendario astronomico della CPU prevede che sia notte, vengono spenti gli imbecchi e la tensione alle lampade viene portata al livello orario notturno.

I parametri di tensione diurna e notturna, relativi a questo algoritmo, possono essere tele-caricati mediante PC locale e remoto e possono essere visualizzati sul display alfanumerico.

5.9.24. DISTRIBUZIONE

La distribuzione della tensione regolata alle lampade avviene mediante:

- linee denominate rinforzo;
- linee denominate riserva.

Ciascuna linea è trifase con neutro, con lettura dell'assorbimento su ogni fase, mediante trasformatore amperometrico; è dotata dei seguenti dispositivi:

- interruttore magnetotermico di protezione segnalato;
- fusibile segnalato di protezione del cablaggio a valle;
- lampada di segnalazione;
- teleruttore di inserimento (solo per rinforzo e riserva);
- commutatori a 3 posizioni (solo per rinforzo e riserva).

5.9.25. PROTOCOLLO DI TRASMISSIONE

Tutti i parametri di funzionamento del sistema sono memorizzati in EEPROM e possono venire letti e modificati da postazione locale, o da postazione remota, mediante un PC dotato di opportuno software, con sistema di protezione a livelli mediante password; il sistema trasmette una stringa contenente tutte le informazioni relative agli stati ed alle misure, usando un protocollo basato su di un set ristretto di caratteri ASCII.

La struttura fondamentale del protocollo è la seguente:

- n° 1 bit di start;
- n° 8 bit di informazione;
- n° 1 bit di stop;
- nessuna parità.

La struttura fondamentale del messaggio si compone di una parte di sincronizzazione (o di una pausa) e una parte di dati, scritta senza soluzione di continuità tra stati e misure, allo scopo di ottenere la massima velocità di aggiornamento degli stessi; la struttura delle informazioni trasmesse si può suddividere nelle parti seguenti:

- misure analogiche;
- parametri di settaggio;
- tarature;
- stati di funzionamento;
- allarmi;
- comandi.

Le informazioni riportate sopra possono essere remotate, mediante opportuna interfaccia e convertite in formato compatibile, con i seguenti mezzi di trasmissione:

- rete Ethernet;
- fibra ottica;
- radio LAN;
- modem standard;
- modem GSM.

5.9.26. PANNELLO FRONTALE

Il quadro è dotato di un pannello frontale con display alfanumerico, che consente di controllare da postazione locale, senza l'uso del PC, i menù di seguito elencati.

Le misure comprendono:

- 3 tensioni di ingresso regolatore;
- 3 tensioni di uscita regolatore;
- correnti di uscita di ogni fase di tutti i rami di alimentazione delle lampade;
- misure di luminanza interna ed esterna alla galleria.

5.9.27. MODALITÀ DI REGOLAZIONE

Il sistema consente le seguenti modalità di regolazione:

- diurna;
- notturna;
- oraria.

5.9.28. ALLARMI

Gli allarmi di sistema sono riportati sul display nel seguente ordine:

- "Interruttore generale aperto"
- "Problemi alla regolazione"
- "Interruttore ILL aperto"
- "Contattare TLI difettoso"
- "Contattare TLB difettoso"
- "Contattare TLO difettoso"
- "Sezionatore OCB aperto"
- "Sezionatore MCB chiuso"
- "Rinforzo numero n aperto"
- "Riserva numero n aperta:
- "Permanente numero l aperta"
- "Fotocellula interna 1 aperta"
- "Fotocellula esterna 1 aperta"

Gli ultimi due sono da installarsi solo per utilizzo di luminanzometri THYTRONIC.

5.9.29. STATO ATTUALE DEL SISTEMA

Lo stato attuale del sistema può essere:

- in linea;
- in bypass automatico;
- in bypass manuale.

5.9.30. TEMPORIZZAZIONI

Le temporizzazioni comprendono:

- data e ora;
- orario di spegnimento previsto in regolazione oraria.

Tutte le funzioni di menù ed i settaggi sono accessibili mediante tastiera alfanumerica a chiamata diretta di funzione, per semplificare al massimo l'utilizzo per un operatore non esperto.

5.9.31. SISTEMA DI TELEGESTIONE

Il sistema di regolazione e controllo dell'illuminazione di galleria è completato e predisposto con un sistema atto alla trasmissione dei dati e degli allarmi ad una unità di supervisione, posta presso la Centrale di controllo più prossima.

A tale scopo, è necessario prevedere un idoneo apparato di acquisizione, codifica e trasmissione, atto ad inviare segnali digitali di stato e di grandezze analogiche e ricevere comandi dal centro, su media trasmissivo a disposizione.

I dati/comandi da trasmettere/ricevere sono essenzialmente indicati nel seguito.

- Gli stati di funzionamento indicano il tipo di funzionamento dell'apparato in quel momento; tali stati possono essere così suddivisi:

- stato del sistema "SISTEMA IN BYPASS"; quando è presente questo stato, la tensione alle lampade non viene regolata;
- stato del sistema "SISTEMA IN LINEA"; quando è presente questo stato, la tensione alle lampade viene regolata nei seguenti modi di regolazione:
- 2.1.modo di regolazione "REGOLAZIONE DIURNA", o con l'ausilio della luminanza interna, o senza di esso,
- 2.2.modo di regolazione "REGOLAZIONE NOTTURNA",
- 2.3.modo di regolazione "REGOLAZIONE ORARIA".

Gli allarmi vengono visualizzati sia su pannello, sia in modo remoto; vengono inoltre registrati in **STORICO**.

Su pannello, hanno la seguente forma:

- "Interruttore IG aperto";
- "Problemi alla regolazione";
- "Interruttore ILL aperto";
- "Contattore TLI difettoso";
- "Contattore TLB difettoso";
- "Contattore TLO difettoso";
- "Sezionatore OCB aperto";
- "Sezionatore MCB chiuso";
- "Rinforzo numero n aperto";
- "Permanente numero n aperta";
- "Riserva numero n aperta";
- "Fotocellula interna 1 aperto";
- "Fotocellula esterna 1 aperto"

Gli ultimi due sono da installarsi solo per utilizzo di luminanzometri THYTRONIC.

In remoto, invece, gli allarmi hanno la seguente forma:

- | | |
|-----------------|------------------------------------|
| – IG_APERTO | (evidenziato in rosso se presente) |
| – REGOLAZ_KO | (evidenziato in rosso se presente) |
| – ILL_APERTO | (evidenziato in rosso se presente) |
| – TLI_DIFETTOSO | (evidenziato in rosso se presente) |
| – TLB_DIFETTOSO | (evidenziato in rosso se presente) |
| – TLO_DIFETTOSO | (evidenziato in rosso se presente) |
| – OCB_APERTO | (evidenziato in rosso se presente) |
| – BYPASS_EMER | (evidenziato in rosso se presente) |
| – RINFORZO_n | (evidenziato in rosso se presente) |
| – PERMANENTE_n | (evidenziato in rosso se presente) |
| – RISERVA_n | (evidenziato in rosso se presente) |
| – FOTOC1_I | (evidenziato in rosso se presente) |
| – FOTOC1_E | (evidenziato in rosso se presente) |

Gli ultimi sono da installare solo per utilizzo di luminanzometri THYTRONIC.

Inoltre, gli allarmi vengono registrati al loro insorgere, al fine di poterli rileggere, dal menù storico nella forma:

AXX (DATA ORA) (dove XX è il codice identificativo allarme).

I comandi disponibili da postazione remota e sono:

- | | |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| IMBOCCHI OFF | (pulsante di scelta), che impone lo spegnimento degli imbrocchi; |
| IMBOCCHI ON | (pulsante di scelta), che impone l'accensione degli imbrocchi; |
| IMBOCCHI AUT | (pulsante di scelta), che seleziona la gestione automatica degli imbrocchi; |
| RESET | (pulsante di scelta), che resetta alcuni allarmi altrimenti ritenuti; |

BYPASS/LINEA	(pulsante di scelta), che scambia lo stato del sistema "SISTEMA IN BYPASS" "SISTEMA IN LINEA";
CORRXXX LAMPADE; TN O TXXX NOTTURNA;	(da digitare con valore numerico "XXX") CORREZIONE TENSIONE
GINOSSIDABILEXX	(da digitare con valore numerico "XXX") SOGLIA LUMINANZA GIORNO-NOTTE;
NO GIXXX GIORNO;	(da digitare con valore numerico "XXX") SOGLIA LUMINANZA NOTTE-
TORGXXX ORARIA DIURNA;	(da digitare con valore numerico "XXX") TENSIONE REGOLAZIONE
TORNXXX ORARIA DIURNA.	(da digitare con valore numerico "XXX") TENSIONE REGOLAZIONE

5.9.32. SISTEMI DI MISURAZIONE DELLA LUMINANZA ESTERNA

Sensori di luminanza esterna per illuminazione galleria

Saranno costituiti da un complesso di strumentazioni di rilevamento e di apparecchiature di attuazione in grado di regolare il livello di illuminamento degli imbocchi dei forni in funzione del valore di luminanza esterna.

La stazione di rilevamento esterna sarà costituita da:

- Una sonda fotosensibile tarata sui parametri di sensibilità spettrale dell'occhio umano
- Un convertitore analogico atto ad elaborare la grandezza fisica misurata in un segnale amperometrico di intensità variabile comparabile attraverso un sistema di elaborazione computerizzato con il segnale proveniente dalla stazione di galleria. L'unità inoltre, sulla base dei valori misurati, dovrà emettere un segnale analogico di tipo voltmetrico per l'interfacciamento diretto con l'attuatore di potenza dell'intero complesso di regolazione.

La stazione sarà contenuta entro custodia stagna adatta per l'installazione all'aperto con la sonda fotosensibile alloggiata entro dispositivo ottico a cannocchiale.

L'amplificatore-attuatore pilota il controllo dell'accensione dei rinforzi luce in galleria in funzione della sola luminanza esterna.

Le sonde di luminanza, una per imbocco, saranno alloggiate su appositi pali di sostegno in acciaio aventi altezza fuori terra di 5,00m imbocco lato Tirreno e di 6,00m imbocco lato Ionio.

Interruttore crepuscolare per illuminazione esterna fabbricato tecnologico

L'unità esterna fotoelettrica dovrà essere montata entro custodia stagna trasparente con calotta colorata per la ottimizzazione delle prestazioni fotometriche; dovrà avere un collegamento bipolare mediante connettore con attacco filettato in esecuzione stagna per l'attacco del conduttore elettrico.

L'unità di amplificazione dovrà essere conforme per caratteristiche operative ai sottoelencati parametri:

- | | |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------|
| - Tensione di alimentazione ausiliaria | = 230 V |
| - Frequenza | = 50 Hz |
| - Tensione di isolamento | = 2 KV per 1 min |
| - Contatti di lavoro
fattore di potenza 0,5 | = N° 1 in chiusura da 5A a 220V con |
| - Consumo | < 10 VA |
| - Stabilizzazione del segnale entro
ausiliaria | -20%+10% del valore di tensione |
| - Ritardo di trasduzione | < 20 sec |

Regolazione della soglia d'intervento entro un campo compreso tra 1÷50 lux.

Condizioni climatiche d'operatività nominale entro un campo di temperatura compreso tra -5°e +40°C.

5.9.33. PALI PER INSTALLAZIONE APPARATI

Per quanto riguarda gli impianti al di fuori della galleria (sensori, ecc.), i vari componenti saranno installati su pali troncoconici dritti a sezione circolare, ottenuti mediante formatura a freddo di lamiera in acciaio S235JR EN 10025 e successiva saldatura longitudinale esterna eseguita con procedimento automatico (arco sommerso) omologato. Di seguito si riportano le caratteristiche principali:

- Tolleranze dimensionali UNI EN 40/2 - UNI EN 10051.
- La zincatura viene ottenuta mediante immersione in vasche di zinco fuso. Lo spessore dello strato di zinco sarà conforme alle normative UNI EN 40.
- Altezza fuori terra: m. 5 (imbocco lato Tirreno) e m. 6 (imbocco lato Ionio) - parte interrata m 0,80.
- Diametro base 158 mm, diametro sommità 60 mm, spessore 4 mm.
- Dotazione accessori quali foro/asola entrata cavi, asola per morsettiera e morsetto di m.a.t.
- Lavorazione speciale con staffa a bicchiere per i pali da montare su viadotto (ove necessario).

5.9.34. 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 di numero elevato di persone nelle immediate vicinanze del sostegno
- Sostegni con rilevante altezza fuori terra (torri faro)

La protezione dei sostegni contro i fulmini non è necessaria (art. 3.3.10 Norma CEI 64-7).

5.9.35. IMPIANTO DI TERRA - DISPERSORI

L'impianto di terra dovrà essere realizzato solo nel caso non si realizzi un impianto in classe II.

L'impianto va realizzato secondo le prescrizioni del capitolo 54 della Norma CEI 64-8 e, qualora l'impianto risultasse parte costitutiva di un impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, secondo la Norma CEI 81-10.

In particolare, la Norma CEI 64-8 stabilisce le sezioni minime da adottare per il dispersore, il conduttore di terra ed i conduttori di protezione.

Il dispersore sarà costituito da dispersori verticali (picchetti) eventualmente interconnessi con tondino in acciaio zincato ovvero con cavo isolato. I picchetti saranno collocati entro i pozzetti di ispezione lungo lo scavo.

Sia i dispersori a puntazza, che i pozzetti di ispezione dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori.

I conduttori di terra ed i conduttori di protezione dovranno avere colorazione giallo-verde e saranno di tipo FG17.

Si rammenta che l'impianto di illuminazione pubblica è soggetto a tutti gli effetti agli obblighi prescritti dalle leggi, sia per il fatto che su di esso operano lavoratori dipendenti, sia perché è collocato in aree accessibili al pubblico.

In ottemperanza a tale decreto, l'impianto deve essere verificato periodicamente per il mantenimento della sua efficacia.

Inoltre, come prescritto dal DPR 462/01, è necessario presentare, entro 30 giorni dalla messa in servizio degli impianti, la dichiarazione di conformità, rilasciata dalla Ditta esecutrice, all'ASL o all'ARPA ed all'ISPELS competente per il territorio.

Inoltre, sempre in ottemperanza del decreto 462/01 l'impianto di terra deve essere sottoposto a verifiche periodiche di legge (nel caso specifico con frequenza quinquennale) condotte dall'ASL o dall'ARPA (o da organismi abilitati) in modo da certificare il buon risultato della regolare manutenzione.

5.9.36. CAVIDOTTI

I cavidotti dovranno avere le caratteristiche dimensionali e lo sviluppo indicati nei disegni di progetto.

Le tubazioni interrato 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 5475, 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, supportati con il massimo contenuto consentito di cavi.

5.9.37. CAVI E CIRCUITI DI ALIMENTAZIONE

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

- Dorsali di alimentazione per alimentazione impianti illuminazione interni alle gallerie: cavi unipolari con guaina con sezione superiore o uguale a 4 mmq tipo FG18(O)M16 / FTG18(O)M16-0.6/1 kV
- Derivazioni al centro luminoso per alimentazione impianti illuminazione interni alle gallerie: cavi bipolari con sezione minima 2.5 mmq tipo FG18(O)M16 / FTG18(O)M16-0.6/1 kV
- Dorsali di alimentazione per alimentazione impianti interni al fabbricato tecnologico: cavi unipolari con guaina con sezione superiore o uguale a 4 mmq tipo FG16(O)R16-0.6/1 kV

Tutti i cavi saranno rispondenti alla Norme CEI di prodotto (CEI 20-13, 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 per la derivazione agli apparecchi di illuminazione saranno bipolari, con sezione 2,5 mm².

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 presigliati o termorestringenti 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.

5.10. SISTEMI DI ALIMENTAZIONE AUSILIARIA

5.10.1. GRUPPI DI CONTINUITÀ ASSOLUTA

All'interno del fabbricato tecnologico sarà installato un gruppo di continuità avente potenza nominale 10KVA autonomia 30 minuti.

Ogni UPS avrà un proprio armadio metallico e sarà alimentato dal relativo quadro elettrico come evidenziato all'interno degli schemi dei quadri elettrici allegati al progetto.

Il sistema di continuità avrà alimentazione filtrata, stabilizzata ed affidabile e del tipo a doppia conversione al fine di permettere la massima protezione per i carichi collegati. Gli UPS saranno di tipo industriale.

Tutti gli UPS dovranno essere costituiti almeno dai seguenti componenti:

- Dispositivo di protezione ingresso Raddrizzatore;
- Filtro di spianamento L-C;
- Dispositivo di protezione Batteria;
- Inverter trifase IGBT;
- Filtro Armoniche uscita Inverter;
- Commutatore Statico ad SCR;
- Sezionatore sotto carico Ingresso Commutatore Statico;
- Sezionatore sotto carico uscita UPS;
- Sezionatore sotto carico Bypass manuale;
- Armadio batterie.

I carichi essenziali di cabina vengono sempre alimentati dall'inverter, che fornisce una tensione sinusoidale filtrata e stabilizzata, in forma e frequenza.

Durante il funzionamento normale l'alimentazione è fornita in modo continuo dall'inverter il quale è alimentato dalla rete tramite il Raddrizzatore Carica Batterie.

L'Inverter sarà caratterizzato dai seguenti valori per la Distorsione armonica Totale :

- con carico lineare <math><1\%</math>
- con carico non lineare e fattore di cresta 3:1 <math><3\%</math>

Il carica batterie eroga automaticamente l'energia necessaria per il mantenimento del massimo livello di carica della batteria di accumulatori.

Nel caso in cui dovesse presentarsi la necessità di effettuare operazioni di manutenzione o controlli sulla batteria di accumulatori deve essere possibile isolare la batteria, l'UPS deve continuare a funzionare regolarmente in conformità ai valori di rendimento specificati anche in caso di batteria scollegata.

L'UPS dovrà controllare i parametri della batteria (tensione, corrente, temperatura e calcolo autonomia) sia in carica che in fase di scarica:

L'UPS dovrà essere dotato di un sistema di distacco automatico della batteria nel caso di bassa carica della stessa al fine di evitarne il danneggiamento. Al rientro della tensione da rete l'UPS dovrà riavviarsi automaticamente ricaricando le batterie e ricominciando ad erogare sulle utenze.

Se la rete primaria è assente o fuori dalle tolleranze ammesse ($\pm 20\%$ della tensione di rete), l'energia alle utenze è assicurata dalle batterie di accumulatori; durante questa fase la batteria è in scarica.

L'utente è avvisato dello stato di funzionamento da segnalazioni sia visive che acustiche (avaria), inoltre il display di cui è dotata la macchina permette di conoscere l'autonomia disponibile residua; durante questa fase è possibile aumentare l'autonomia disalimentando alcune utenze.

Nel caso in cui la rete primaria di alimentazione rientri nei valori nominali l'UPS torna a funzionare normalmente in maniera automatica.

La macchina dovrà prevedere una porta seriale del tipo 485 con interfaccia MODBUS RTU ed una memoria interna non volatile.

L'UPS dovrà essere predisposto con un pannello di comando con interfaccia grafica e comando di arresto di emergenza E.P.O (Emergency Power Off) integrato, che blocca elettronicamente convertitore inverter e commutatore statico e scollega le batterie.

Per disabilitare l'E.P.O. si dovrà far ripartire l'UPS.

Nell'UPS si dovrà prevedere la predisposizione anche per E.P.O remoto.

Il gruppo di continuità sarà alimentato in tampone da un blocco di accumulatori stazionari al piombo di tipo regolato con valvola, contenuti all'interno di armadi metallici, atti a garantire un'autonomia di 30 minuti a pieno carico.

I vani che ospitano gli accumulatori dovranno essere opportunamente segregati e muniti di sezionatori di arrivo linea per eventuali manutenzioni.

Le batterie dovranno essere del tipo a Pb ermetico regolate da valvole in un contenitore, finemente verniciato, con grado di protezione minimo IP20, e dovranno essere caratterizzate da:

- Piastre positive e negative e griglie progettate per le scariche rapide;
- Elettrolita assorbito nel separatore costituito da microfibre in vetro ad altissima porosità;
- Valvole di sfiato di sicurezza unidirezionale;
- Il contenitore dovrà essere costruito in materiale antiurto ABS ritardante la fiamma, Spec. UL 94 —HB classifica VO;
- Durata di funzionamento prevista oltre 10 anni in tampone alla temperatura di 25°C;
- Realizzazione conforme alle norme IEC 896 — parte 2 (progetto) e BS 6290 — parte 4;
- Coperture isolanti sui poli della batteria al fine di evitare contatti accidentali con parti in tensione.

La batteria dovrà essere conforme alle prove della guida "EUROBAT" Tabella 1 paragrafo ad alta sicurezza, vita attesa 10-12 anni.

Nel locale in cui saranno installati tali armadi batterie dovranno essere rispettate le prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori riportate nella Norma CEI 21-39.

5.11. IMPIANTI ELETTRICI SPECIALI (DI SICUREZZA)

Nel presente paragrafo si intende fornire tutte le prescrizioni di carattere generale relative alle modalità esecutive degli impianti speciali di questa sezione di progetto.

Resta inteso che le indicazioni specifiche dei singoli impianti speciali (SOS, rivelazione incendi, pannelli a messaggio variabile in galleria, segnaletica luminosa, ecc.) e dei relativi componenti costitutivi sono riportate negli altri elaborati di progetto. Più precisamente:

- per avere dettagli circa le caratteristiche tecniche dei componenti si rinvia alle descrizioni estese dell'Elenco Prezzi Unitari
- per quanto riguarda, l'architettura, le dotazioni previste e le specifiche funzionali di ogni singolo sistema si rinvia alle relazioni tecniche
- Per avere ulteriori informazioni relative alle modalità di cablaggio tra i vari componenti nonché alla loro collocazione fisica si rinvia agli elaborati grafici (in particolare vedasi gli schemi a blocchi e le disposizioni degli impianti speciali)

Inoltre gli impianti dovranno essere realizzati, configurati e messi in servizio con le modalità indicate dal costruttore al fine di renderli eseguiti a perfetta regola d'arte e perfettamente funzionanti.

I componenti in campo di questa sezione di progetto (cartelli, ecc.) dovranno essere completi di punto terminale di alimentazione e/o segnale realizzato con cassette di derivazione IP67, tubazioni in acciaio inox staffate a parete e cavi di collegamento derivati dalla dorsale di distribuzione e/o segnale (lunghezza derivazione fino a 25 m). La derivazione sarà realizzata con cavi resistenti al fuoco tipo FTG18(O)M16 aventi sezione adeguata.

I vari componenti utilizzati per la realizzazione dei punti equivalenti (cassette, canali, cavi, ecc.) dovranno avere, salvo diversa ed esplicita indicazione, le caratteristiche evidenziate nei paragrafi precedenti, sia per quanto riguarda le modalità di posa, sia per quanto riguarda la marcatura, il dimensionamento, ecc.

I pozzetti, le tubazioni e le cassette di derivazione/transito dovranno essere dedicate agli impianti speciali ed indipendenti da quelle utilizzate per gli altri servizi (illuminazione, ventilazione, ecc.).

Ogni singolo componente dovrà essere identificato con la codifica che sarà definita in sede di DL a mezzo targhette adesive in tela plastificata.

L'alimentazione delle centraline di gestione degli impianti speciali (PLC, nodi di rete, centrali rivelazione incendi, ecc.) deve essere efficacemente protetta contro le sovratensioni transitorie provenienti dalla rete elettrica con dispositivi di protezione realizzati con scaricatori di adeguate caratteristiche.

5.11.1. IMPIANTO RILEVAZIONE INCENDI FABBRICATO TECNOLOGICO

All'interno del fabbricato tecnologico è prevista l'installazione di un impianto di rilevazione incendi da installare all'interno di ogni singolo locale.

Tutti i locali saranno coperti da un sistema di rilevazione costituito nel suo insieme da:

- centrale rilevazione incendi conforme alle norme UNI 9795;
- sistema puntuale di rilevazione costituito da rilevatori termovelocimetrici;
- sistema di allarme manuale composto da pulsanti installati entro custodie isolanti di colore rosso con vetro frangibile;
- pannelli ottico-acustici di segnalazione allarme;
- conduttori di interconnessione.

La centrale di rivelazione incendi dovrà soddisfare i requisiti della normativa EN 54-2. Sarà del tipo a microprocessore adatto alla rivelazione analogica, ed in grado di identificare il sensore che ha generato l'allarme.

La centrale potrà contenere le schede per almeno 2 loop. Ai loop, sui quali è anche presente l'alimentazione, saranno collegati i rivelatori di incendio, i pulsanti manuali, i moduli di comando ed i moduli di isolamento di linea.

La capacità massima di indirizzamento di ogni loop sarà di almeno 99 rivelatori e di almeno 99 pulsanti e moduli.

Vi saranno loop distinti e dedicati per i sensori disposti a soffitto per quelli sottopavimento e per i pulsanti.

Un display LCD ed una tastiera costituiranno l'interfaccia con l'operatore: gli allarmi, i guasti, e le richieste di manutenzione dei sensori compariranno sul display con l'indicazione del gruppo e del numero del sensore e la sua descrizione alfanumerica in chiaro.

La descrizione alfanumerica sarà programmabile e sarà assegnata anche ai moduli presenti in campo per riconoscerne dal display l'attivazione o la loro eventuale esclusione.

Tramite la tastiera si potranno escludere sia i gruppi, sia i loop, sia i singoli sensori. Il relè di allarme generale della centrale è ritardabile in due tempi per permettere la tacitazione e l'effettuazione della ricognizione in campo. E' inoltre previsto un relè di guasto generale. La centrale dialogherà con i rivelatori puntiformi segnalando qualsiasi stato della linea o dei rivelatori diverso dalla normalità.

La centrale dell'impianto di rilevazione incendi sarà dotata di proprie batterie a bordo per il normale funzionamento.

Tramite la tastiera si potranno effettuare le seguenti operazioni:

- tacitazione cicalino di centrale;
- reset dell'allarme;
- esclusione di un singolo sensore;
- esclusione di un gruppo di sensori;
- esclusione di un loop;
- visualizzazione dei sensori e dei moduli in allarme;
- visualizzazione della memoria eventi;
- test attivo dei sensori con le relative attivazioni in campo;
- attivazione dei moduli in campo;
- passaggio da gestione "giorno" (ritardo a 2 stadi) a gestione "notte" (immediata);
- visualizzazione e modifica ora/data di sistema.

In caso di allarme la centralina:

- segnalerà sul display LCD il/i sensori allarmati, visualizzando il gruppo di appartenenza e la descrizione in chiaro della zona interessata;
- stamperà l'evento sulla stampante (se prevista in loco);
- attiverà l'invio dei dati di allarme al sistema di supervisione;
- attiverà i moduli predisposti, per l'attivazione di dispositivi in campo (targhe ottico/acustiche, sirene, ecc).

La centrale inoltre rivelerà e segnalerà sul display:

- i guasti sulle linee di rivelazione (corto, circuito aperto, rimozione di un rivelatore);
- i rivelatori che necessitano di manutenzione;
- la mancanza di alimentazione di rete;
- l'anomalia della batterie tampone;
- la dispersione verso terra;
- i guasti interni della CPU.

La centrale di rivelazione, oltre a segnalare l'incendio localmente attraverso l'interfaccia operatore ed i segnali acustici, potrà attivare direttamente mediante i moduli di comando le targhe di allarme ottico/acustico.

I criteri di installazione, il numero e la posizione dei rivelatori puntiformi sono rispondenti alla norma UNI 9795.

I rivelatori puntiformi saranno conformi alla norma UNI EN 54-7 e saranno installati in tutti gli ambienti sorvegliati.

I pulsanti manuali di allarme incendio saranno installati in prossimità delle uscite dei singoli locali in conformità alle prescrizioni delle norme UNI 9795.

Saranno comunque raggiungibili con un percorso non superiore ai 30 m, verificati da disegno, per ogni parte della medesima zona.

I pulsanti saranno installati ad un'altezza compresa tra 1 e 1,4 m e saranno azionabili mediante la pressione su un vetrino frontale a frattura prestabilita.

Sul vetrino sarà applicata un'etichetta di protezione in materiale plastico, con la chiara indicazione serigrafata della modalità di azionamento.

Ogni pulsante sarà inoltre equipaggiato con un indicatore a led di colore rosso posto in posizione visibile che sarà attivato automaticamente all'azionamento del pulsante.

La linea di collegamento dei rivelatori sarà realizzata con cavo tipo FRHRR (FTE29OHM16), classificazione di reazione al fuoco Cca, s1, d1, a1, adatto per applicazioni in sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme incendio resistenti al fuoco, non propaganti la fiamma, senza alogeni, con tensione nominale 100/100 V (FRHRR)



Cavo resistente al fuoco schermato Tipo FRHRR con conduttori flessibili classe 5 isolati in protezione minerale vetro mica e XLPE a bassa capacità. Resistenza al fuoco richiesta 120 minuti (PH120). Il valore capacitivo della coppia deve necessariamente essere compreso tra i 56nF e i 79nF al fine di non generare riflessioni dei protocolli nei sistemi indirizzati (rif. UNI 9795:2013 riguardante il rispetto dei parametri trasmissivi). Il rivestimento esterno del cavo (Guaina) dovrà necessariamente essere in materiale Durafilm LSZH di colore rosso idoneo alla posa in interno ed in esterno. La tensione nominale dovrà essere necessariamente $U_0/U = 100/100$ V espressi in valore efficace.

La linea sopra citata dovrà necessariamente essere rispondente alle seguenti norme di riferimento: CEI 20-37, CEI 20-22/III CEI EN 60332-3-25, CEI EN 50200 PH30, CEI 20-105V2, CEI EN 60228 (CEI 20-29), CEI EN 50363-0 (CEI 20-11/0, CEI 20-34 (EN 60811), CEI 20-50 (HD 605), CEI EN 50395 (CEI 20-80), CEI EN 50396 (CEI 20-84), CEI EN 62230 (CEI 20-70), CEI EN 50267-2-1 (CEI 20-37/2-1), CEI EN 50267-2-2 (CEI 20-37/2-1), CEI EN 61034-2 (CEI 20-37/3-1).

La continuità della schermatura è necessaria per la protezione dalle interferenze. La schermatura sarà collegata agli zoccoli di tutti i rivelatori utilizzando l'apposito morsetto ed alla centrale. Alla centrale dovrà essere collegata una sola estremità della schermatura.

La linea di collegamento (loop) dei rivelatori, con origine dalla centrale, passerà ad adeguata distanza dai cavi di energia collegando i rivelatori di fumo puntiformi, i pulsanti ed i moduli, e tornerà quindi in centrale lungo un percorso diverso per garantire la sopravvivenza del funzionamento nel caso di taglio o corto circuito. Per quanto possibile le due porzioni di linee costituenti ciascun loop saranno posate seguendo percorsi distinti ed indipendenti.

L'alimentazione della centrale di controllo e segnalazione sarà effettuata tramite una linea dedicata a tale scopo, dotata di propri organi di sezionamento, manovra e protezione. L'autonomia di funzionamento con batteria tampone dovrà essere non inferiore a 72h in condizioni normali e di 30' in presenza di allarme. La linea a 230V c.a., derivata dalla sezione di continuità, sarà in cavo a due conduttori da 2,5 mm² antifiamma CEI 20-22.

Centrale rilevazione incendi



La centrale rilevazione incendi è una centrale di allarme a microprocessore per la gestione di sistemi antincendio di tipo indirizzato, sviluppata secondo le normative EN- 54.2 e EN- 54.4. Nella configurazione base, la centrale presenta 8 linee, ed è espandibile fino a 16 linee.

La centrale è programmabile anche tramite software per PC che consente anche il salvataggio delle configurazioni e la stampa ed è disponibile a richiesta con protocollo MODBUS

CARATTERISTICHE PRINCIPALI ,

- Sistema a microprocessore.
- 8 linee nella versione base. , Ampliabile con max. 2 schede di linea da 4 linee cad. per un max. di 16 linee. Ogni linea può pilotare 99 sensori e 99 moduli d'ingresso e uscita.
- Versione base 19" 9 unità standard.
- Display LCD grafico 16 righe per 40 colonne (480x128 punti).
- 2 interfacce seriali nella versione standard:
- 1 interfaccia RS-485 per collegare fino a 24 tra pannelli ripetitori e annunciatori.
- 1 interfaccia RS-232 con predisposizione per software.
- 4 livelli d'accesso sviluppati secondo le normative EN-54.2 e EN.54.4.
- 3 livelli di password (operatore, manutenzione, configurazione).
- Scritte programmabili: descrizione punto a 32 caratteri;
- descrizione zone a 32 caratteri, 150 zone fisiche e 400 gruppi logici.
- Equazioni di controllo CBE (control-by-event) per attivazioni con operatori logici (And, Or, delay, ecc.).
- Archivio storico di 999 eventi in memoria non volatile.
- Orologio in tempo reale.
- Auto-programmazione della linea con riconoscimento automatico del tipo di dispositivi collegati.
- Programmazione di funzione software predefinite per i diversi dispositivi in campo.
- Riconoscimento automatico di punti con lo stesso indirizzo.
- Gestione degli allarmi e dei guasti.
- Soglia di allarme per i sensori programmabili. Segnalazione di necessità di pulizia dei sensori.
- Segnalazione di scarsa sensibilità sensori.

PROGETTAZIONE ATI:

- Cambio automatico sensibilità giorno/notte.
- Funzioni di WalkTest per zona.
- Tastiera con tasti dedicati a funzioni specifiche: Evacuazione, Azzeramento Ritardi, Tacitazione Buzzer, Tacitazione ripristino sirene, Reset.
- Tasti alfanumerici per la programmazione in campo della centrale

USCITE

- Un'uscita supervisionata per sirene.
- Uscite a relè con contatti liberi da potenziale:
- allarme generale; - guasto generale.

ALIMENTAZIONE

La centrale viene alimentata dalla tensione di rete e, in caso di mancanza di questa, consente di continuare il suo funzionamento normale grazie alle batterie ricaricabili contenute nella centrale stessa.

Le caratteristiche richieste per la tensione d'alimentazione di rete sono:

- Tensione: 230 Vac monofase -15% ÷ +10%.
- Frequenza: 50 / 60 Hz.
- Assorbimento: 0.75Aca..
- Alimentatore 27.6Vcc -10 % ÷ +2 % 4A ripple max.
- 100mVpp (Alimentazione regolata per centrale, uscita utente, alimentazione carichi esterni).
- Un'uscita utente per alimentare carichi esterni quali ad esempio: sirene, badenie, ecc.
- Carica batterie: - tensione d'uscita: 27,6 Vcc., corrente d'uscita 1,5A ~ 100mVpp max (compensazione in temperatura), Batterie collegabili: 2X 24 Ah max, Segnalazioni: batterie esaurite, scompenso di ricarica, sgancio batteria.

CARATTERISTICHE AMBIENTALI

- Temperatura di funzionamento: - 5° C ÷ + 40° C.
- Umidità relativa: 10 ÷ 93 % (senza condensa).
- Temperatura di stoccaggio: - 10° C ÷ + 50° C.

CARATTERISTICHE MECCANICHE

- Peso: 10,150 Kg.
- Dimensioni: 535 x 435 x 200 mm.
- Grado di protezione: IP 30.

Rilevatore termovelocimetrico



Questi apparecchi sono rivelatori termici di massima indirizzabili che utilizzano termistori e tecnologia a microprocessore per una più rapida risposta.

PROGETTAZIONE ATI:

Il rilevatore utilizza la stessa tecnologia di termistore e microprocessore per fornire una segnalazione di allarme quando l'aumento di temperatura nel tempo eccede i 10°C/minuto oppure la temperatura passa la soglia di 58°C.

I sensori sono dotati di due LED che consentono una visualizzazione sul posto a 360° dello stato del dispositivo.

Gli apparecchi sono certificati secondo le normative EN54-5. Il nuovo protocollo ha apportato una riduzione del consumo di energia sul loop e consente di collegare 159 dispositivi e moduli per ogni loop.

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

- Rivelatori termici di massima da 58°C e 78°C e termovelocimetrico.
- LED Tricolore (rosso verde e ambra).
- Rotary switch per l'indirizzamento (159 indirizzi disponibili).
- Colore bianco puro a complemento delle moderne strutture.
- Basi con nuovo design.

CARATTERISTICHE TECNICHE ELETTRICHE

- Tensione di funzionamento: 15÷32Vcc
- Assorbimento a riposo: 200µA 24Vcc

AMBIENTALI

- Temperatura di esercizio: -30°C to +70°C
- Umidità ammessa: 10÷95% (senza condensa)
- Altezza: 61mm installato su base
- Diametro: 102mm
- Peso: 88g

MECCANICHE

- Grado di protezione: IP43
- Sezione cavi ammessa: 2,5mmq
- Colore: bianco
- Materiale: PC/ABS

Pulsanti allarme manuale



I pulsanti convenzionali si distinguono per la facilità d'installazione, flessibilità e piena conformità con i più recenti standard. I costi e i tempi d'installazione sono di fondamentale importanza in ogni impianto antincendio, per questo sono stati progettati utilizzando una speciale morsettiere estraibile che permette l'utilizzo "plug and play", riducendo notevolmente i tempi d'installazione.

I pulsanti sono disponibili in diverse versioni, provvisti di membrana riarmabile oppure a rottura vetro, in diversi colori, sia esterno che ADPE.

I pulsanti di allarme per applicazioni in impianti di rivelazione incendio sono certificati CPD secondo la EN 54.11.

Questi contribuiscono a preservare l'integrità del sistema, in caso di rimozione non autorizzata della copertura del pulsante verrà generato uno stato d'allarme.

I pulsanti da interno ed esterno IP67 sono dotati di un contatto normalmente aperto ed uno normalmente chiuso.

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

- Facile utilizzo;
- LED di stato; tramite questa spia è possibile monitorare i diversi stati;
- Morsettiera ad innesto che ne facilita il cablaggio.
- Semplice manovra di test; inserendo l'apposita chiave, il vetro si abbassa mettendo in condizione d'allarme il pulsante.
- Vetrino di rottura provvisto di pellicola di protezione.
- Membrana riarmabile.
- Possibilità di montaggio ad incasso o a muro. La base è già in dotazione assieme al pulsante.

APPLICAZIONI

Può essere utilizzato per applicazioni di tipo commerciale, industriale e residenziale. Viene utilizzato come stazione di intervento manuale in caso di incendio. Viene generalmente installato all'esterno delle porte in modo da poter essere utilizzato in caso di evacuazione dal locale.

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

- Sezione cavi ammessa: 0.5--2.5mmq
- Tensione ammessa: 30Vcc
- Portata contatti: 2A

CARATTERISTICHE AMBIENTALI

- Umidità: 0--95% senza condensa
- Temp. funzionamento: -10°-- 55°C
- Temp. stoccaggio: -10°-- 55°C;
- Grado di protezione: IP67

CARATTERISTICHE MECCANICHE

- Materiale: PC/ABS
- Peso: 110g + 50g base
- Colori: rosso, giallo, blu

Pannello ottico/acustico



Il componente è un pannello da parete ideato e progettato per tutte le installazioni d'impianti di rivelazione incendio, dove la segnalazione d'allarme deve essere associata oltre che a un avviso acustico di un buzzer a un'indicazione ottica.

PROGETTAZIONE ATI:

Il Pannello è stato interamente progettato e costruito in conformità alle normative EN 54.3 e EN 54.23, con materiali non combustibili (ABS o V0) e non propaganti.

Le pellicole con diciture sono in PMMA (Polimetilmetacrilato) a lenta infiammabilità.

Le diciture, su sfondo rosso, vengono messe in risalto a pannello attivo. Il pannello è inoltre protetto contro l'inversione di polarità.

INSTALLAZIONE

Il dispositivo è classificato W-4-9 quindi è progettato per coprire un cubo avente volume di 4 metri d'altezza e 9 di larghezza.

Il pannello può inoltre essere sincronizzato con altri pannelli della stessa serie in modo da evitare lampeggi casuali tra i vari dispositivi nello stesso ambiente.

CARATTERISTICHE AMBIENTALI

- Temperatura di funzionamento: -10°C a +55°C
- Grado IP: 41C
- Certificata: EN54.3/23 (CPR1293 - CPR - 0401)
- Volume di copertura: 4 x 9 metri (Altezza, Lati);
- Categoria: Dispositivo per montaggio a muro
- Tipo: A, per ambienti interni

CARATTERISTICHE MECCANICHE

- Dimensioni: 33,2 x 13,9 x 7,9 cm

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

- Tensione nominale di alimentazione : 24Vcc;
- Potenza: 3,6W a 24V;
- Corrente: 150mA di picco (in funzione della frequenza del flash scelta). DIP1=OFF 100mA; DIP1=ON 110mA;
- FLASH: frequenza 0,6Hz o 1,1Hz;
- BUZZER: tipo di suono intermittente con frequenza di 3000Hz

5.11.2. IMPIANTO ANTINTRUSIONE FABBRICATO TECNOLOGICO

L'impianto di controllo accessi/antintrusione costituisce uno dei sottosistemi del sistema attivo di security. L'impianto funzionerà 24 ore su 24 e sarà strutturato per consentire una agevole esecuzione di modifiche in modo da adattarsi a nuove configurazioni delle aree da sorvegliare.

La centrale è:

- dotata di sistema di alimentazione di emergenza autonomo in grado di assicurarne il servizio, assieme a tutti i sensori e le segnalazioni, per almeno 24 ore;
- in grado di "sentire" singolarmente ogni sensore o gruppo di sensori così da rendere immediatamente individuabile il punto di allarme;
- in grado di fornire i dati rilevati o generati necessari alle funzioni di Diagnostica del sistema antintrusione.

Le apparecchiature installate:

- consentono una facile accessibilità ai loro componenti (schede, alimentatori, etc..) ed una facile sostituzione degli stessi a fronte di un guasto;
- hanno dimensioni contenute, soddisfano i più avanzati requisiti ergonomici e sono ad elevata modularità in modo da consentire un'ampia configurabilità hardware e permetterne l'espandibilità per eventuali implementazioni di nuove, per quanto previste, funzioni;
- richiedono una limitata manutenzione preventiva ed una semplice manutenzione correttiva in modo da consentirne l'effettuazione anche da personale non altamente specializzato.

Tutti gli apparati sono in grado di operare correttamente nel range di temperatura compresa tra +5° e +40°C, con umidità relativa tra 20 e 90% senza condensazione.

Le apparecchiature dedicate alla gestione dei telecomandi e dei telecontrolli sicuri soddisfano i requisiti citati nella presente relazione in aggiunta a tutti quelli richiesti dalle corrispondenti indicazioni standard CENELEC.

L'impianto di antintrusione provvede a:

- sorvegliare tramite sensori a doppia tecnologia MW/IR (microonde e infrarossi passivi) le presenze non autorizzate nei locali tecnologici,
- segnalare, anche localmente tramite sistemi ottico-acustici, eventuali situazioni di allarme.

Gli allarmi dell'impianto di antintrusione possono essere disabilitati e riattivati localmente, attraverso organi di comando, da parte del personale autorizzato all'ingresso nei locali, permettendo disabilitazioni singole per ogni distinta zona controllata o parzializzate.

Gli impianti controllo accessi ed antintrusione svolgono una supervisione diagnostica monitorando costantemente le condizioni di funzionamento di tutte le rispettive sezioni, comprendendo anche i sensori (o gruppi di essi). Sarà possibile trasferire tutte le necessarie informazioni al sistema di supervisione tramite il server dedicato PCA per le successive elaborazioni e segnalazioni.

L'impianto sarà dotato di ripetizione ottico-acustica di allarme installati all'esterno del fabbricato.

Le tecnologie e le logiche adottate garantiscono la pratica assenza di falsi allarmi e/o di segnalazioni intempestive.

I componenti di base degli impianti di controllo accessi ed antintrusione sono:

- i sensori che rivelano il tentativo d'intrusione generando un segnale elettrico inviato ai concentratori remoti;
- i contatti magnetici di apertura porte e/o finestre;
- gli avvisatori, quali sirene interne o esterne e lampeggiatori;
- l'unità di controllo accessi;
- la centrale antintrusione.

Per la gestione del dialogo fra le unità di controllo accessi, con funzioni di gestione memoria eventi, modifica e programmazione delle tessere con relativi livelli di accesso e la centrale, sarà realizzato un collegamento mediante cablaggi di tipo LAN con cavi UTP CAT6 fino allo switch di interconnessione

Il tentativo di intrusione non autorizzata determina la segnalazione ottico-acustica locale di stazione. L'allarme viene ripetuto sui concentratori dell'impianto antintrusione che provvede a gestire l'allarme segnalandolo sul display della centrale antintrusione, attivando le segnalazioni ottico/acustiche di allarme. Il segnale sarà inviato al sistema SPVI ed al PGEP tramite l'interposizione di server dedicato PCA.

Dal sistema SPVI sarà possibile in fase definitiva l'inserimento, il disinserimento ed il reset della centrale antintrusione. Sarà inoltre possibile comunicare alla supervisione i vari stati della centrale (disinserito, inserito, allarme, guasto, taglio, cortocircuito, manomissione) oltre che lo stato (guasto, allarme) dei singoli varchi.

L'unità concentratore di controllo accessi e la centrale antintrusione saranno dotate di proprie batterie a bordo per il normale funzionamento.

Tutte le apparecchiature di rete garantiranno la possibilità di essere sostituite sotto tensione in modo da poter eseguire gli interventi di manutenzione senza dover mettere completamente fuori servizio le reti o parti di esse.

I componenti dell'impianto di controllo accessi ed antintrusione saranno alimentati dalla rete elettrica locale con linea 220V.

La distribuzione dell'impianto sarà eseguita con tubazioni/canalette dedicate in PVC rigido pesante con grado di protezione IP44, posate a vista e staffate a soffitto/parete. In corrispondenza dei collegamenti ai singoli terminali saranno interposte adeguate cassette di derivazione, da cui si dipartiranno i cavi che serviranno a collegare le apparecchiature.

In particolare le distribuzioni dorsali e secondarie comprenderanno le seguenti tipologie di collegamento:

- rete bus principale con cavo speciale twistato e schermato tipo AWG22, dipartente dalla centrale e confluyente alle unità di controllo accessi;
- collegamento a i contatti magnetici posti sugli infissi della porta realizzato in cavo speciale isolato in PVC sezione 4x0.22 + 2x0.5mmq;
- collegamento tra l'unità controllo accessi ed i sensori volumetrici realizzato con cavo speciale isolato in PVC sezione 4x0.22 + 2x0.5mmq.

Tutti i cavi impiegati per questi tipi di impianti, essendo essi installati all'interno di ambienti di tipo ordinario, dovranno avere una classificazione CPR non inferiore a Cca s3, d1, a3.

5.11.3. IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA TVCC FABBRICATO TECNOLOGICO

L'impianto di videosorveglianza costituisce uno dei sottosistemi del sistema attivo di security.

L'impianto di videosorveglianza (TVCC) è congegnato e strutturato per realizzare le funzioni di seguito indicate:

- acquisizione di immagini da telecamere installate a sorveglianza dell'area esterna al fabbricato tecnologico;
- allarmabilità delle telecamere;
- registrazione delle immagini;
- configurazione delle immagini da registrare (selezioni cicliche, selezioni individuali a seguito di allarmi, etc.);
- invio delle immagini provenienti da una telecamera selezionata al Sistema di Supervisione Integrato;
- telecomando del sistema di registrazione (DVR) da parte dell'operatore del Centro di Controllo, per consentire il recupero e l'invio delle immagini memorizzate relative ad una determinata telecamera, con ricerca basata su appuntamenti temporali, su eventi di allarme, su indirizzamento individuale;
- interfacciamento con l'impianto di rivelazione incendi e antintrusione locali.

In particolare, il software di gestione dell'impianto di videosorveglianza dovrà permettere la visualizzazione, il controllo, il settaggio e le funzioni di interpretazione delle immagini dalle Postazioni Client e dovrà possedere i seguenti requisiti minimi:

- attivazione o spegnimento immediato e manuale della registrazione video;
- risoluzione settabile dello streaming video in registrazione e in visualizzazione da QCIF, CIF, 2CIF, 4CIF per singola telecamera;
- velocità di registrazione fino a 25 Fps;
- play back delle sequenze video registrate tramite ora e giorno nel formato mese/gg/hh/mm/ss;
- zoom digitale di una immagine;
- esportazione e salvataggio di una singola immagine sia in formato JPEG che bitmap;
- possibilità di convertire i file video in formato *.AVI e di esportarli registrandoli su DVD o altro supporto;
- archiviazione continua, su motion detection o su attivazione immediata;
- settaggio del numero di giorni per cui mantenere le registrazioni per singola camera;

- settaggio di durata della registrazione di pre-post allarme per singola telecamera;
- settaggio zone di motion detector e sensibilità per singola camera;
- settaggio Privacy Zone;
- settaggio e gestione dei parametri video (es. qualità, velocità, ecc.) per la visualizzazione e registrazione per singola telecamera;
- configurazione della cifratura video.

Tutte le immagini acquisite devono essere titolate con dati identificativi programmabili (ad esempio nome del locale/zona monitorato, numero telecamera, etc..) e dati orari.

La configurazione dei parametri di funzionamento delle apparecchiature deve essere possibile sia localmente (DVR) che da remoto tramite il PC.

L'impianto dovrà essere previsto per funzionamento 24 ore su 24 e strutturato per consentire una agevole esecuzione di modifiche in modo da adattarsi a nuove configurazioni delle aree da sorvegliare.

Le apparecchiature installate devono:

- consentire una facile accessibilità ai loro componenti (schede, alimentatori, etc..) ed una facile sostituzione degli stessi a fronte di un guasto;
- avere dimensioni contenute, soddisfare i più avanzati requisiti ergonomici ed essere ad alta modularità al fine di consentire un'ampia configurabilità hardware ed in modo da consentirne l'espandibilità per eventuali implementazioni di nuove funzioni;
- richiedere una limitata manutenzione preventiva ed una semplice manutenzione correttiva in modo da consentirne l'effettuazione anche da personale non altamente specializzato.

Tutti gli apparati devono operare correttamente ad una temperatura compresa tra 5° e 40°C, con umidità relativa tra 20 e 90% senza condensazione; per tutti gli apparati deve inoltre essere consentita una temperatura di immagazzinamento compresa tra -20 e +50°C.

Le apparecchiature dedicate alla gestione dei telecomandi e dei telecontrolli sicuri devono soddisfare tutti i requisiti citati nella presente relazione in aggiunta a tutti quelli richiesti dalle corrispondenti norme CENELEC.

Gli impianti di videosorveglianza (TVCC) devono svolgere una supervisione diagnostica locale monitorando costantemente le condizioni di funzionamento di tutte le rispettive sezioni, comprendendo anche le unità di ripresa (o gruppi di essi) e trasferendo tutte le necessarie informazioni alle funzioni di diagnostica del sistema per le successive elaborazioni e segnalazioni.

Le immagini saranno archiviate su DVR e trasmesse al Centro di Controllo tramite l'impianto di gestione della tratta.

La funzione di gestione e archiviazione di eventi, allarmi, immagini, dati derivanti dal sistema di security sarà garantita da un sistema hardware e software locale dedicato.

Le immagini saranno registrate in maniera continuativa oppure su movimento, cioè nell'attimo in cui la scena inquadrata dalla telecamera subisce una variazione significativa. Il livello di sensibilità al movimento è configurabile per ogni telecamera via software.

La registrazione deve contenere tutti i dati relativi alla telecamera registrata ed agli orari di registrazione.

La registrazione delle immagini dovrà essere effettuata in modo continuo, sovrascrivendo di volta in volta le immagini più vecchie.

Deve essere possibile abilitare alla registrazione solo alcune delle telecamere presenti ed anche definire delle fasce orarie di attivazione della registrazione.

Sarà inoltre possibile abilitare o disabilitare completamente la registrazione.

Il sistema TVCC deve essere dotato di un video analisi di tipo avanzato, implementato su server locale dedicato, che consenta di:

- Rilevare gli accessi da parte di persone e/o mezzi estranei (autovetture e altro);
- evitare allarmi indebiti, come quelli causati dal passaggio di animali di taglia medio-piccola;
- discriminare con assoluta certezza mezzi e persone;
- rilevare l'accesso di persone anche in contemporanea al transito di mezzi di qualsiasi dimensione e velocità;
- discriminare direzione e verso del movimento.

Grazie alla funzione di motion detection l'operatore del sistema deve potere:

- selezionare il livello di movimento necessario ad attivare un determinato allarme;
- selezionare i blocchi dell'immagine che il sensore di movimento deve ignorare (riducendo al minimo il numero di falsi allarmi);
- impostare diverse configurazioni di rilevamento del movimento per ogni telecamera (es. zone di motion detection diverse in base all'orario diurno/1notturno);
- settare fino a 4 aree di rilevamento per ogni inquadratura.

Il software di analisi deve:

- essere dotato di un sistema che analizza i movimenti del campo di ripresa ed elimina i blocchi caratterizzati da movimenti regolari;
- tener conto dei fenomeni di attenuazione/aumento di illuminazione, ombre e cambiamenti di insolazione;
- avere filtri per evitare falsi allarmi in condizioni di pioggia, neve e nebbia.

L'impianto di videosorveglianza (TVCC) dovrà permettere il telecomando del sistema di videoregistrazione da parte del Centro di Controllo, per consentire il recupero e l'invio in remoto delle immagini memorizzate relative ad una determinata telecamera, con ricerca basata su appuntamenti temporali o su eventi di allarme.

Localmente sarà possibile effettuare la ricerca immagini con gli stessi criteri ed il salvataggio delle stesse dai dispositivi di memoria di massa del DVR su supporto mobile di adeguata capacità.

Su ogni Postazione di gestione saranno richieste le seguenti prestazioni minime:

- visualizzazione contemporanea di almeno 5 immagini live con una velocità di 25 Fps, o di altrettante mappe/cartine planimetriche o schematiche dell'impianto;
- visualizzazione delle immagini e/o mappe in ciclata (a singola o multi immagine);
- possibilità di rivedere un'immagine appena registrata o vista contemporaneamente alla visualizzazione live della stessa sequenza; visualizzazione e gestione delle sequenze video (gruppi di telecamere) durante la visualizzazione live;
- visualizzazione real-time storico lista eventi e allarmi.

Per garantire idonei livelli di flessibilità, configurabilità ed apertura dell'impianto di videosorveglianza (TVCC) si è fatto ricorso ad una unità di controllo basata su tecnologia a microprocessore, da interfacciare con i vari elementi di sistema necessari per la realizzazione delle funzioni previste.

La centrale di controllo (DVR) e tutti gli altri elementi di sistema sono installati in armadio metallico attrezzato e cablato che deve ospitare anche le morsettiere per attestamento, sezionamento e protezione di tutti i cavi di alimentazione, segnali video e segnali dati.

La programmazione locale avviene tramite impiego di terminale di servizio portatile da collegare in sede di configurazione e/o di manutenzione del sistema e da apposita consolle integrata nell'armadio di contenimento degli apparati TVCC.

La centrale è predisposta per gestire i segnali di tutte le telecamere e dell'unità di registrazione, garantendo comunque margini di espandibilità.

Le telecamere sono di tipo a colore in versione da esterno e saranno inserite in opportuna custodia in lamiera di acciaio trattata e verniciata, con elevata resistenza a shock, vibrazioni, campi magnetici, intemperie e agenti atmosferici (grado di protezione minimo IP54).

Tutte le telecamere esterne al fabbricato sono di tipo fisso, montate su staffe orientabili per installazione a parete o a soffitto, dotate di sistema di indirizzamento individuale.

A tutte le telecamere installate è associata una sorgente di illuminazione ad infrarosso, la cui attivazione sarà comandata a seguito di eventuale condizione di allarme o di rilevamento di movimento. La rimozione del filtro IR in fase di ripresa sarà automatica, per garantire una migliore definizione della scena inquadrata nelle condizioni di illuminazione al momento presenti.

Ogni telecamera è provvista di elemento di ripresa allo stato solido (CCD) di alta qualità che garantisce nel tempo assoluta stabilità ed elevato standard di immagine con sensore da 1/3". L'interfaccia di rete Ethernet consente il collegamento di più telecamere ad uno o più switch che provvederanno ad instradare le informazioni sull'anello di rete di fermata, costituito da un cavo a 16 fibre ottiche MM.

Le telecamere sono dotate di ottica asferica, autofocus, apertura diaframma f1.2, autoshutter, autoiris, varifocal.

Gli obiettivi sono di tipo standard, con lenti antiriflesso, fuoco manuale e diaframma automatico per adattarsi alle diverse condizioni di illuminazione diurna e notturna delle aree sorvegliate. La regolazione del fuoco è fatta in sede di installazione dell'impianto. Possono essere fornite ottiche con focale variabile o ottiche con focali differenti per meglio adattarsi alle scene da inquadrare.

Le telecamere devono essere conformi alla normativa CEI 79-2.

L'impianto di videosorveglianza (TVCC) è alimentato a partire da una linea a 230 V c.a. per i dispositivi di centrale.

5.12. IMPIANTO DI SEGNALETICA

La segnaletica verticale luminosa di emergenza installata in galleria è riconducibile alle seguenti tipologie:

- indicatore "USCITA DI EMERGENZA",
- indicatore "USCITA DI EMERGENZA" con distanze progressive.

La segnaletica dovrà essere realizzata con struttura portante in lamiera di acciaio inox AISI 316L pressopiegata di spessore 20/10 atta a garantire adeguata ventilazione alle apparecchiature elettriche interne, irrigidimento alle pareti in materiale plastico riportanti i pittogrammi e adeguata superficie di attacco alle pareti di galleria. Tutta la bulloneria e i dispositivi di chiusura e apertura dei pannelli (cerniere e chiusure a leva) saranno in acciaio inox AISI 316L.

I pittogrammi saranno realizzati con pannelli in materiale plastico di tipo autoestinguente stampati o verniciati, dovranno inoltre essere stabili per cromaticità e consistenza all'atmosfera corrosiva tipica della galleria. Nel dettaglio saranno:

- indicatore STAZIONE DI EMERGENZA: gruppo formato dal segnale "Telefono" (figura II 107 Art. 125 del D.P.R. 495/92), "Estintore" (figura II 178 Art. 125 del D.P.R. 495/92) e "Idrante" (figura U.N.I. 7546/8) in corrispondenza di ciascuna nicchia di emergenza prevista ogni 150 m su ciascun piedritto della galleria;
- indicatore USCITA DI EMERGENZA: segnale "Percorso/uscita di emergenza" (figura allegato II comma 3.5 D.Lgs. n. 493/96) in corrispondenza di ciascuna piazzola di sosta della galleria;

- indicatore USCITA DI EMERGENZA con distanze progressive: gruppo formato dal segnale "Percorso/uscita di emergenza" (figura allegato II comma 3.5 D. Lgs. n. 493/96) e indicazioni della distanza dalle due uscite di sicurezza contigue. Tale segnale dovrà essere previsto, ogni 75 m, alternativamente sui due piedritti della galleria.

La suddetta segnaletica sarà inoltre dotata di due lampade LED, di potenza come indicato negli elaborati grafici, alimentate in corrente alternata 230 V, corredate degli accessori elettrici quale la spina stagna 2x16A+T, il sezionatore con fusibili, la cassetta di derivazione interna e i raccordi per garantire un grado di protezione meccanica IP65. L'intero sistema dovrà avere caratteristiche di doppio isolamento.

La segnaletica verticale di emergenza (piazzole, S.O.S., estintori, idranti, uscite di emergenza) deve essere di classe minima L2 così come descritta dal norma U.N.I. 12899-1 e rivestita da un film rifrangente microprismatico in grado di assicurare la visibilità del segnale anche in caso di assenza di energia elettrica.

In prossimità dei cartelli non devono esserci oggetti o rivestimenti di colori e forme contrastanti che potrebbero non consentire l'identificazione corretta della segnalazione.

Tutta la segnaletica luminosa presente in galleria andrà alimentata dall'impianto elettrico di sicurezza.

Inoltre per la galleria in oggetto dovranno essere previsti impianti semaforici e segnaletica luminosa a messaggio variabile, posti agli imbocchi e ripetuti ogni 300 m all'interno della galleria.

Il semaforo all'imbocco andrà preceduto dal cartello di preavviso semaforico come da Figura II 31/a Art. 99, che sarà abbinato al già citato segnale di pericolo generico - galleria (Figura II 35 Art. 103 del D.P.R. 495/92).

5.13. SISTEMA DI GESTIONE E CONTROLLO

Si precisa che, su precisa indicazione da parte della Committenza, all'interno del presente intervento è stata prevista la sola installazione di un router di interconnessione per l'interfacciamento di tutti gli impianti previsti all'interno della galleria; in fase successiva, la Committenza, a suo onere e spesa, provvederà alla installazione di server adeguato alle caratteristiche tecniche della galleria e procederà alla relativa programmazione ed interfacciamento con il centro di controllo ANAS generale.

Si rimanda alla Relazione Tecnica specifica e agli elaborati grafici redatti per l'approfondimento delle tematiche impiantistiche.

5.14. IMPIANTO DI TERRA

5.14.1. GENERALITÀ

L'impianto di terra deve essere conforme a quanto indicato dalla norma CEI 64-8 (in bassa tensione).

Tipo di elettrodo	Dimensioni (mm) Sezione (mmq)	Acciaio zincato a caldo (norme CEI 7-6)*	Acciaio rivestito in rame	Rame
Nastro	Spessore	3	Allo studio	3
	Sezione	100		50
Tondino o cond. massiccio	Sezione	50		35
Conduttore cordato	Diametro fili	1,8		1,8
	Sezione	50		25
Picchetto a tubo	Diametro esterno	40		30
	Spessore	2		3
Picchetto massiccio	Diametro esterno	20		15
Picchetto in profilato	Spessore	5		5
	Dim. trasversale min.	50		50

* può essere utilizzato acciaio senza rivestimento protettivo purché con spessore aumentato del 50% e con sezione non inferiore a 100 mmq

Dimensioni minime del dispersore in BT

Tipo di elettrodo	Dimensioni (mm) Sezione (mmq)	Acciaio zincato a caldo (norme CEI 7-6)*	Acciaio rivestito in rame	Rame
Nastro	Spessore	3	Allo studio	2
	Sezione	90		50
Tondino o cond. massiccio	Sezione	–		25
Conduttore cordato	Diametro fili	–		1,8
	Sezione	–		25
Picchetto a tubo	Diametro esterno	25		20
	Spessore	2		2
Picchetto massiccio	Diametro esterno	20		–

* può essere utilizzato acciaio senza rivestimento protettivo purché con spessore aumentato del 50% e con sezione non inferiore a 100 mmq.

Dimensioni minime del dispersore in AT

In ogni caso, i dispersori devono avere dimensioni minime tali da resistere alla corrosione e alle sollecitazioni termiche della corrente. Negli impianti alimentati in A.T. le dimensioni minime succitate sono ampiamente sufficienti a soddisfare ogni requisito a riguardo di sollecitazioni termiche.

È vietato l'uso, come dispersore, delle tubazioni dell'impianto idrico, anche pubblico, nonché delle armature dei cavi. La posa di dispersori in rame in scavi predisposti, nonché i collegamenti nella loro parte interrata o entro fondazioni, dovrà prevedere le precauzioni onde ridurre i danni per effetto elettrolitico in prossimità di tubazioni, strutture o altri elementi in metallo corrodibile. Ove tale vicinanza sia inevitabile, si dovrà infilare il conduttore entro tubo isolante, ovvero sostituirlo con tratto di cavo isolato, ovvero adottare provvedimenti tali che la distanza minima tra i due metalli diversi non sia inferiore ad almeno 1 m.

La posa del dispersore in cavo entro scavi predisposti dovrà avvenire ad una profondità di almeno 50 cm dal piano del calpestio e ad una distanza minima dell'edificio di 1,50 m; successivamente dovrà essere ricoperto per almeno 30 cm da terreno vegetale; non sarà ammessa la copertura con il solo materiale di "risultato" del cantiere.

In corrispondenza di giunzioni interrate dovranno essere eseguite opportune protezioni al fine di evitare fenomeni di ossidazioni e corrosioni nel tempo.

I conduttori di terra ed i conduttori di protezione devono avere sezioni tali da resistere alle sollecitazioni meccaniche presumibili nel luogo di installazione e alle sollecitazioni termiche prodotte dalla corrente.

Nei confronti delle sollecitazioni meccaniche, i conduttori di terra in AT devono avere sezioni non inferiori a:

- 16 mmq se in rame
- 35 mmq se in alluminio
- 50 mmq se in acciaio

Mentre in BT si deve fare riferimento alla tabella 54° della CEI 64-8.

In relazione alle sollecitazioni termiche, la sezione dei conduttori di terra e dei conduttori di protezione (in AT e in BT) non deve risultare inferiore a:

$$S = \sqrt{\frac{I^2 t}{k}}$$

dove K dipende da temperatura iniziale e temperatura finale massima ammessa e dai materiali utilizzati. Il tempo t equivale al tempo di intervento delle protezioni.

L'impianto di terra progettato (intenzionale) deve inoltre, laddove possibile, essere collegato agli elementi strutturali metallici (impianto di terra di fatto). In ogni caso, i soli dispersori intenzionali (senza l'ausilio dei dispersori di fatto), devono garantire l'idoneità dell'impianto di terra.

Al collettore di terra, oltre al conduttore di terra dovranno essere collegati i conduttori di protezione ed i conduttori equipotenziali principali ed i centro stella dei trasformatori e di eventuali gruppi elettrogeni. I conduttori equipotenziali principali devono collegare al collettore di terra le masse estranee entranti nel fabbricato e devono essere realizzati con conduttore avente sezione pari ad almeno la metà di quella del conduttore di fase di sezione più elevata con un minimo di 6 mmq ed un massimo di 25mmq.

I conduttori di protezione devono collegare a terra tutte le masse e se facenti parte della stessa condotta devono avere sezione concorde a quanto indicato nella tabella 54F della Norma CEI 64-8. Un conduttore di protezione può essere comune a più circuiti purché sia applicata la precedente prescrizione con riferimento alla sezione del conduttore di fase maggiore.

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta del conduttore di fase, deve avere sezione almeno pari a 2.5 o 4 mmq a seconda che ne sia prevista o meno protezione meccanica.

Sia in AT sia in BT gli impianti di terra devono garantire la sicurezza delle persone con le modalità indicate nella Normativa CEI 11-1 e 64-8. In particolare, in AT, il valore di resistenza di terra deve essere tale da garantire delle tensioni di passo e di contatto al disotto dei limiti massimi ammessi (vedi fig. 9-1 CEI 11-1) mentre in BT il valore deve essere compatibile con i dispositivi di interruzione automatica del circuito di alimentazione (vedi capitolo 413 CEI 64-8).

Tutta la viteria e bulloneria impiegata per realizzare i collegamenti di terra e tutti i materiali accessori saranno o in rame o in acciaio inossidabile o zincato a caldo.

Le superfici di contatto, se in rame, dovranno essere stagnate o rinvivate e comunque sgrassate prima della giunzione.

Tutti i punti accessibili connessi agli impianti di terra (scatole di ispezione, nodi di terra, piastre di misura equipotenziale, ecc.) dovranno riportare il segno grafico di messa a terra.

I conduttori di protezione attestati alla sbarra dovranno essere muniti di contrassegno tale da consentire di risalire agevolmente alla loro provenienza.

Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano su etichette o sulle guaine dei cavi stessi.

All'interno della cassetta di contenimento dovrà trovare posto lo schema dettagliato di tutte le connessioni relative al nodo equipotenziale con riportata la tabella relativa alle sigle dei cavi e la loro destinazione.

I pozzetti della rete di dispersione dovranno essere rintracciabili mediante cartelli indicatori di messa a terra, posti nelle immediate vicinanze e dovranno riportare oltre alla numerazione del dispersore indicata negli elaborati grafici di progetto o definiti in sede di DL, anche le distanze dal cartello stesso; ove non fosse possibile fissare dei cartelli indicatori, i pozzetti dovranno essere contrassegnati in modo visibile, con il simbolo di messa a terra e con la numerazione del dispersore; la marcatura dovrà essere effettuata a mezzo di vernice ad elevate caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici, ovvero con contrassegni, targhette o altro definito in sede di DL, fissati con tasselli ad espansione.

5.14.2. IMPIANTI DI TERRA PER APPLICAZIONI PARTICOLARI - IMPIANTO DI TERRA AD USO INFORMATICO

L'impianto di terra deve essere unico.

La messa a terra dei circuiti di segnale (es. il comune dell'elettronica e cioè il riferimento delle tensioni dei circuiti elettronici), deve essere realizzata mediante conduttori distinti dai conduttori di protezione delle masse dell'impianto. Detti conduttori, isolati, devono far capo al collettore di terra direttamente o tramite collettori intermedi. Nell'ambito di uno stesso circuito non sono ammesse messe a terra multiple intenzionali o di fatto. Se non è possibile evitare il parallelismo o adeguata distanza di separazione tra conduttori di terra ad uso informatico e conduttori di protezione delle masse dell'impianto, i cavi di energia o i cavi di segnale, questi ultimi devono essere del tipo schermato. Le masse estranee presenti negli ambienti di elaborazione di installazione delle apparecchiature di elaborazione dati devono essere connesse ad un conduttore equipotenziale supplementare.

5.15. OPERE CIVILI PER IMPIANTI TECNOLOGICI

Nel seguito sono descritte le modalità esecutive delle opere civili che potrebbero rendersi necessarie per l'esecuzione dei lavori oggetto del presente progetto. Resta inteso che non tutte le lavorazioni evidenziate nei paragrafi successivi fanno parte dell'intervento; esse tuttavia vengono ugualmente riportate poiché si ritengono utili per l'eventuale realizzazione di opere in variante al momento non prevedibili.

L'Impresa dovrà in ogni caso presentare alla DL, entro 30gg dalla data del Verbale di Consegna dei Lavori o in accordo con il piano temporale, i disegni e le descrizioni di dettaglio di tutte le opere murarie ritenute necessarie al compimento degli impianti, perché la DL possa valutare eventuali interferenze con le strutture e coordinare i lavori nel modo migliore.

Ogni onere relativo allo smantellamento di opere e allo spostamento degli impianti già eseguiti, a causa del ritardo dell'Impresa nella presentazione dei disegni di cui sopra, sarà imputato alla stessa ed iscritto negli Stati di Avanzamento e nello Stato Finale. Il valore del danno, a carico dell'Impresa sarà stabilito, insindacabilmente, dalla DL .

5.15.1. SCAVI

Preliminarmente all'esecuzione delle opere di scavo l'Appaltatore deve procedere ai tracciamenti necessari per la definizione esatta della collocazione dei centri luminosi e di altre ed eventuali apparecchiature (ad esempio i quadri elettrici).

Inoltre l'Impresa è obbligata ad assumere le informazioni necessarie per accertarsi se nella sede dei medesimi vi siano tombini, fognature, acquedotti, elettrodotti, cavi telefonici, gasdotti, oleodotti, o altri manufatti interrati ed a prendere tutti i provvedimenti e misure necessarie per eseguire le opere senza danneggiare detti manufatti nella realizzazione dei relativi sottopassaggi, incroci, parallelismi, restando a suo carico ogni responsabilità per danni e ripristini e per le pratiche burocratiche inerenti all'autorizzazione da rilasciare da parte degli Enti interessati.

Negli scavi devono essere adottate tutte le cautele atte a prevenire scoscendimenti e smottamenti, restando l'Impresa esclusivamente responsabile degli eventuali danni e obbligata a provvedere, a proprie spese, alla rimozione delle materie franate e al ripristino delle sezioni corrette.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Gli scavi e i trasporti devono essere eseguiti con mezzi d'opera e manodopera adeguati. In ogni caso deve essere assicurato il regolare smaltimento e deflusso delle acque di qualunque provenienza.

I materiali provenienti dagli scavi, e non idonei per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, devono essere portati a rifiuto in zone disposte a cura e spese dell'Impresa, quelli invece utilizzabili, ed esuberanti le necessità di lavoro, devono essere portati, sempre a cura e spese dell'Impresa, su aree indicate dalla Direzione Lavori.

Sono compensati fra gli oneri degli scavi l'abbattimento e/o potature di piante, l'estirpazione di ceppaie e radici nella zona di pertinenza degli scavi stessi.

Durante la fase di scavo dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.

Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiale di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso o a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evitare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta dall'Appaltatore per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche. Tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) dovranno riportare il nome della ditta appaltatrice dei lavori, il suo indirizzo e numero telefonico.

Il reinterro di tutti gli scavi necessari per la collocazione dei cavidotti e dei pozzetti, dopo l'esecuzione dei getti, è compensato con il prezzo dell'opera. Nessun compenso potrà essere richiesto per i sondaggi da eseguire prima dell'inizio degli scavi per l'accertamento dell'esatta ubicazione dei servizi nel sottosuolo.

In caso di inevitabili interruzioni di qualche tratto di strada devono essere disposti opportuni avvisi.

In ogni modo l'impresa deve rendere possibile in posizioni opportune, lo scambio dei veicoli.
L'Impresa assume la responsabilità di eventuali danni od a persone od a cose derivanti dalla mancata od insufficiente osservanza delle prescrizioni o cautele necessarie.
Costituisce onere per la Ditta anche la stesura progressiva di materiale occorrente per dare alla pavimentazione stradale la sua primitiva consistenza e sagoma.
Il materiale di scavo eccedente, dopo l'eventuale costipamento del materiale di reinterro, deve essere portato a discarica autorizzata a propria cura e spese.
Per garantire la continuità del transito si devono costruire adeguate passerelle provvisorie, salvo diverse autorizzazioni concesse dalla Stazione Appaltante circa temporanee sospensione o diversioni del transito.
Per evitare che il dissesto dipendente dall'apertura delle trincee si estenda a tratti di eccessiva lunghezza, resta stabilito che non possono essere mantenuti aperti tronchi di trincea estesa superiore ai metri 50, salvo diversa indicazione da parte della DL o della SA.
Per gli scavi su strade e simili devono essere osservate le norme di sicurezza del Codice della Strada.

5.15.2. SCAVI PER TUBAZIONI

Lo scavo per la posa delle tubazioni dovrà essere realizzato in modo tale che sia perfettamente rispettato lo sviluppo di progetto.

In ogni caso, salvo impedimenti o diversa indicazione, la profondità dello scavo dovrà essere di almeno 80cm e la larghezza minima di 30cm

Gli scavi necessari per la posa dei cavidotti saranno eseguiti a pareti quanto più possibile regolari, con la minima larghezza compatibile con la natura della terra e con il diametro esterno del tubo, ricavando, ove sia necessario, opportuni allargamenti e nicchie.

I materiali provenienti dagli scavi dovranno essere depositati nella trincea a ricoprimento delle tubazioni posate solo nel caso il materiale sia ritenuto idoneo a giudizio della D.L., altrimenti dovrà essere trasportato a discarica autorizzata in modo da ostacolare il meno possibile la viabilità e lo scolo delle acque.

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Il taglio del tappetino bituminoso e del sottofondo in agglomerato, se presenti, dovrà avvenire mediante l'impiego di adeguati mezzi meccanici (fresatrice, sega a taglio, ecc...). Il taglio avrà una profondità minima di 20 cm e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica
- Esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate negli elaborati di progetto
- Fornitura e posa, su letto di sabbia predisposto, di tubazioni corrugate flessibili in polietilene, a sezione circolare, in numero e diametro indicati negli elaborati di progetto
- Formazione di cassonetto in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, a protezione delle tubazioni in plastica; il calcestruzzo sarà superiormente lisciato in modo che venga impedito il ristagno d'acqua
- Sopra il cavidotto, circa 10-15 cm sopra il limite superiore, dovrà essere collocato un nastro avvisatore di colore rosso, compreso nel prezzo dello scavo, con evidenziato il nome dell'impianto di appartenenza

- Il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dagli elaborati grafici. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dal termine del getto di calcestruzzo. Laddove non risulti possibile rispettare la profondità di posa indicata negli elaborati di progetto si dovrà valutare l'opportunità di utilizzare tubazioni in acciaio zincato anziché in polietilene ed in ogni caso lo scavo dovrà essere riempito interamente, salvo il letto di sabbia ed eventuali strati bituminosi superficiali, con getto in cls
- Ogni strato del reinterro dovrà essere costipato mediante adeguati mezzi meccanici; inoltre nel caso di scavo su asfalto, il tappeto di usura dovrà essere steso dopo un periodo di assestamento di 10/15 giorni

5.15.3. POZZETTO PREFABBRICATO CON CHIUSINO IN GHISA

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicate nei disegni allegati. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto
- Formazione di platea in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua
- Posa del pozzetto prefabbricato costituito da un elemento a cassa, con due fori di drenaggio. Il manufatto, di calcestruzzo vibrato, dovrà avere sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto
- Inserimento delle tubazioni interessate dal pozzetto; sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo
- Fornitura e posa di chiusino in ghisa (grigia o sferoidale a seconda delle indicazioni evidenziate negli elaborati di progetto, completo di telaio, per traffico incontrollato, luce netta 40x40 cm, con scritta "Illuminazione Pubblica" sul coperchio
- Riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipata; trasporto alla discarica del materiale eccedente
- Trasporto del materiale scavato eccedente
- Ripristino del suolo pubblico originario

Tutti i pozzetti saranno senza fondo, o comunque con adeguati fori per evitare il ristagno dell'acqua.

5.15.4. ATTRAVERSAMENTI INTERRATI

Gli attraversamenti interrati serviranno per sottopassare strade o altre opere esistenti e potranno intersecare sia ortogonalmente che obliquamente le opere stesse.

L'esecuzione sarà eseguita da fosse di spinta debitamente predisposte, delle dimensioni e caratteristiche risultanti dai calcoli dimensionali e statici in funzione dei diametri dei tubi da spingere e della lunghezza di spinta da eseguire. L'infissione potrà anche avvenire contrastando l'attrezzatura di spinta con palancolate laterali infisse nel terreno prima dell'esecuzione dello scavo. La condotta da infiggere nel terreno sarà costituita da tubi in acciaio, tipo Fe 510 saldati, il tutto come da disegni di progetto. Gli attraversamenti stradali avranno all'interno del tubo "guaina" un tubo di acciaio o ghisa sferoidale dotato di opportuni distanziatori in modo da alloggiare equamente nella guaina stessa.

La formazione della livelletta per la posa delle tubazioni dovrà essere eseguita con attrezzatura di alta precisione a raggi laser e comunque saranno accettati spostamenti relativi sulla pendenza di progetto non maggiori di circa il 20%.

Dovranno comunque essere osservate tutte le norme e prescrizioni previste con D.M. 24/11/1984, con D.M. n. 216/4.6 (Servizio Lavori e Costruzioni) e n. 173/508-604 (Servizio Impianti Elettrici) e altre disposizioni vigenti in materia.

Dovranno altresì essere adottate, negli attraversamenti idraulici, tutte le metodologie necessarie ad evitare sifonamenti, smottamenti e quant'altro potesse compromettere la stabilità e sicurezza delle opere incontrate.

5.16. ULTERIORI PRESCRIZIONI SULLE OPERE

5.16.1. VERNICIATURE

Tutte le tubazioni, gli staffaggi, le carpenterie in acciaio se non zincate, devono essere verniciate con due mani di antiruggine, di differente colore previa spazzolatura e pulizia delle superfici.

Le tubazioni e gli staffaggi sono verniciate con una mano di primer se zincate e 2 di antiruggine se in acciaio nero, spessore 50 µm e quindi con due mani di smalto oleosintetico a finire nei colori distintivi dei fluidi convogliati.

5.16.2. ETICHETTATURA ED INDIVIDUAZIONE COMPONENTI

Onde facilitare e consentire una facile lettura dell'impianto, l'Appaltatore deve individuare ed etichettare tutte le apparecchiature ed i circuiti degli impianti eseguiti, quali :

- ventilatori
- pompe
- aerotermi
- quadri elettrici
- valvolame

Le targhette debbono essere realizzate in alluminio serigrafato dimensioni 120x60 mm, con scritte nere e devono essere installate sui componenti a mezzo di viti, collari o catenelle, in posizione ben visibile.

Inoltre devono essere accuratamente indicate le posizioni che dovranno assumere le valvole, gli interruttori, i selettori, etc.

Devono inoltre essere individuati tutti i circuiti idraulici ed elettrici, a mezzo di etichette adesive colorate, dim. 150x50 mm; le etichette debbono riportare il nome del circuito.

5.16.3. MATERIALI PER OPERE METALLICHE - MATERIALI FERROSI

Devono essere esenti da scorie, solfature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

Essi devono soddisfare a tutte le prescrizioni contenute nel D.M. 9 Gennaio 1996 pubblicato sul Supplemento Ordinario della Gazzetta Ufficiale n. 29 del 5 Febbraio 1996.

In particolare:

- gli acciai laminati a caldo, in profilati, barre, piatti, lamiere, profilati cavi, devono essere del tipo Fe 430 con $\Delta t \geq 430$ N/mm² ed Fe 510 con $\Delta t \geq 510$ N/mm²
- gli acciai per C.A. devono essere del tipo Fe B 44k controllati in stabilimento.

5.16.4. CARPENTERIE IN ACCIAIO

L'Impresa tenuta all'osservanza della legge 5 novembre n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale, precompresso ed a struttura metallica" nonché delle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 9 Gennaio 1996), e delle norme CNR 10011/85.

Non saranno ammessi fori e taglio con mezzi termici.

Saranno asportate tutte le sbavature e gli spigoli taglienti mediante molatura.

Saranno effettuati montaggi provvisori in officina per quanto necessario ad assicurare un corretto ed agevole montaggio in opera.

Tutte le opere metalliche sono date in opera con due mani di vernice antiruggine.

Qualora venisse prescritta la zincatura degli elementi metallici, questa deve essere eseguita a caldo secondo le norme UNI 5744/66.

Saranno impiegati esclusivamente prodotti in acciaio tipo Fe430/Fe510 “qualificati”, marcati in modo inalterabile nel tempo secondo D.M. 9 Gennaio 1996 - allegato 8 - punto 2.5.

Sarà fornita la documentazione di qualificazione come da D.M. 9 Gennaio 1996 - allegato 8 - punto 2.6.

La D.L. potrà ordinare controlli in cantiere per gli acciai qualificati: se il risultato sarà favorevole all'Assuntore le spese relative gli saranno rimborsate.

Dimensioni, tolleranze e prove: secondo le relative norme UNI.

Caratteristiche meccaniche dei profilati aperti: secondo punto 2-1 prospetto 1.II del D.M. succitato.

Caratteristiche meccaniche dei profilati cavi: secondo punto 2-1 prospetto 2.II del D.M. succitato.

Composizione chimica degli acciai per strutture saldate: secondo punto 2.3 del D.M. suddetto.

Profilati in acciaio formati a freddo secondo CNR UNI 10022-85 ed UNI 7344/85.

Lamiere, larghi piatti in acciaio laminati a caldo tipo Fe360/Fe430/Fe510 per strutture saldate: secondo D.M. 9 Gennaio 1996 punto 2.1.

Dimensioni, tolleranze e prove: secondo relative norme UNI.

Accessori

Bulloni in acciaio inox AISI 304 secondo UNI 5737, 5739, 5588, 6592, 175

Bulloni ad alta resistenza vite 8.8 e dado 8, secondo D.M. 9 Gennaio 1996 punto 2.5.

Bulloni per giunzioni ad attrito: secondo D.M. 9 Gennaio 1996 punto 2.6.

Bulloni, dadi e rosette per giunzioni ad attrito con impresso il marchio di fabbrica e la classificazione secondo UNI 3740-74, 3740-82, 3740-85.

Elettrodi per saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti: secondo UNI 5132-74 e secondo D.M. 9 Gennaio 1996 punti 2.4.1 e 2.4.2.

Saldature

Si premette che è fatto divieto di eseguire saldature senza il preventivo benestare della D.L.

Qualora la D.L. ammetta l'impiego di saldature in opera, queste saranno eseguite come segue.

Tutte le saldature saranno eseguite in conformità con quanto disposto dal D.M. 9 Gennaio 1996, punti 2.4 e 7.10.3, dalle norme CNR n. 74-80 e CNR 10011-85.

Per le saldature con elettrodi rivestiti impiegare saldatori che abbiano superato, per la relativa qualifica, le prove richieste dalla UNI 4634-60.

Le saldature finite dovranno risultare di sezione costante, continue, esenti da fessurazioni, solchi ai bordi del cordone, inclusioni di particelle eterogenee, soffiature per bolle gas, incollature per sovrapposizioni fredde, frastagliature, sfioriture, punture di spillo, tracce di ossidazione ed altra irregolarità e difetti.

I bordi dei profilati a contatto non dovranno risultare, a saldatura ultimata, frastagliati o bruciati per eccesso di corrente. Per saldature a più passate si dovrà aver cura tra una passata e l'altra di asportare totalmente le scorie a mezzo di picchettatura e brossatura con spazzola metallica.

Bullonature

Tutti i collegamenti bullonati saranno effettuati in conformità con quanto disposto dal D.M. 9 Gennaio 1996, punto 7.3, e dalle norme CNR 10011-85, impiegando bulloni con un diametro minimo di 12 mm., salvo quanto indicato nelle tavole di progetto.

I fori saranno eseguiti rispettando le prescrizioni della norma CNR 1001-85.

I dadi dovranno essere avvitati con chiavi dinamometriche tarate per ciascun diametro di bullone.

L'uso di chiavi fisse di adeguata lunghezza è consentito solo se autorizzato dalla Direzione del Progetto.

Non sarà mai concesso l'uso di chiavi fisse con prolunga ottenuta con tubi o altro.

Non sarà ammessa, durante il montaggio, l'asolatura ottenuta col cannello, di fori non combacianti per errato tracciamento.

I bulloni necessari all'assemblaggio delle varie parti dovranno potersi infilare senza difficoltà e dovranno pervenire in cantiere in appositi contenitori.

Zincatura

Il sistema di protezione dovrà essere eseguito nel modo seguente:

- Preparazione
- Zincatura per immersione a caldo secondo SS UNI E 14.07.000.0

Quantità minima di zinco:

- 500 g/mq per profilati, tubi, piatti, ecc.
- 375 g/mq per dadi e bulloni

Lo zinco da impiegare nel bagno dovrà essere almeno di qualità Zn 99,9 secondo UNI 2013.

Lo strato di zinco dovrà presentarsi uniforme ed esente da incrinature, scaglie, scorie ed analoghi difetti. Esso dovrà aderire tenacemente alla superficie del metallo base. Il controllo sarà effettuato in base alla CEI 7-6.

Sulle parti filettate, dopo la zincatura, non si dovranno effettuare ulteriori operazioni di finitura a mezzo utensile ad eccezione della filettatura dei dadi.

Dopo la zincatura i dadi dovranno potersi avvitare agevolmente ai rispettivi bulloni e le rosette elastiche, gli spinotti, i colletti filettati ed i bulloni non dovranno avere subito deformazioni od alterazioni delle loro caratteristiche meccaniche.

6. NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DELLE OPERE

6.1. CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI - NORME GENERALI - PRESTAZIONI IN ECONOMIA ED ANTICIPAZIONI

Tutti i lavori e le forniture esplicitamente contemplati nel presente Capitolato e tutti quelli aggiuntivi che, se non previsti, si fossero resi necessari per dare compiuti a regola d'arte l'impianto e le opere accessorie, dovranno essere in perfetto stato di funzionamento e rispondenti pienamente ai requisiti prescritti.

L'Appaltatore durante l'esecuzione degli impianti, non può introdurre varianti al progetto senza l'autorizzazione scritta della Direzione Lavori, previa approvazione dell'Ente Appaltante.

La misurazione e la valutazione dei lavori e delle provviste sarà effettuata con metodi geometrici e la contabilizzazione degli stessi sarà fatta a numero, a peso, o a corpo, secondo quanto previsto nell'elenco prezzi.

I lavori previsti in progetto saranno valutati con i prezzi di contratto.

Eventuali varianti, anche per le opere a corpo, saranno valutate a misura utilizzando i prezzi unitari di contratto, se esistenti, oppure tramite la formazione di nuovi prezzi a norma dell'articolo 136 del DPR 554/99.

Le misure saranno prese in contraddittorio in modo progressivo in base all'avanzamento dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno quindi firmati dalla Direzione Lavori e dal rappresentante dell'Appaltatore; resta salva in ogni caso la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

L'Appaltatore è tenuto ad avvisare la Direzione dei lavori quando, per il progredire dei lavori, non risultino più accertabili le misure delle opere eseguite.

Il ricorso alle prestazioni in economia dovrà avere carattere assolutamente eccezionale e sarà comunque effettuato a giudizio esclusivo della Direzione Lavori.

L'Impresa, prima dell'inizio di eventuali lavori in economia, dovrà presentare alla DL l'elenco degli operai utilizzati e le relative qualifiche che dovranno a richiesta essere attestate da documenti rilasciati da istituti autorizzati.

Alla fine di ogni giornata lavorativa l'Appaltatore è tenuto a presentare alla DL il rendiconto ove siano indicati gli operai, i lavori eseguiti le macchine utilizzate ed il numero di ore impiegate.

Nel caso di lavori e forniture particolari l'Appaltatore potrà essere chiamato dalla Direzione Lavori ad effettuare delle anticipazioni di denaro; tali anticipazioni gli verranno rimborsate col primo certificato di acconto che verrà emesso dopo le anticipazioni stesse.

Tutti gli oneri e le spese dell'Appaltatore per i tracciamenti e la conservazione degli stessi, gli oneri e le spese necessarie per la fornitura di campioni di qualsiasi genere necessari per le prove previste dal presente capitolato, nonché per le prove stesse da eseguire presso laboratori ufficiali al fine di accertare le caratteristiche dei singoli materiali e forniture e la rispondenza degli stessi e dei lavori eseguiti alle prescrizioni di Capitolato ed agli ordini della Direzione Lavori, fatte salvo eventuali diverse precise indicazioni del Capitolato e dell'elenco prezzi, si intendono compresi e compensati nei singoli prezzi di elenco e nel compenso a corpo.

6.2. PRESTAZIONI DI MANODOPERA

Le prestazioni di manodopera per lavori di economia saranno compensate maggiorando della percentuale del 15% per spese generali e del 10% per l'utile dell'Appaltatore, la mercede oraria delle tariffe sindacali vigenti per le diverse qualifiche, al momento delle prestazioni, nella provincia ove si svolgono i lavori.

Dette maggiorazioni saranno soggette a ribasso d'asta. La mercede oraria si intenderà comprendente anche tutti i componenti di legge. I prezzi di elenco si riferiscono ad operai idonei e provvisti di necessari attrezzi; comprendono sempre tutte le spese, percentuali ed accessori nessuno eccettuato, nonché il beneficio per l'Appaltatore. Le prestazioni di manodopera verranno valutate a ore e/o frazioni di ore.

6.3. NOLEGGI

Il noleggio di impianti e attrezzature fisse sarà valutato a giornata, mentre il noleggio di apparecchiature e mezzi d'opera mobili, compreso i mezzi di trasporto, sarà valutato per il tempo effettivamente messo in funzione ed operante,

Per l'applicazione dei prezzi di noleggio di macchinario ed attrezzature in genere, il noleggio si intenderà corrisposto per tutto il tempo durante il quale essi funzioneranno per conto dell'Ente Appaltante; nel computo della durata del noleggio verrà compreso il tempo occorrente per i trasporti, montaggio e rimozione del macchinario e delle attrezzature. Il noleggio di una attrezzatura e di un macchinario comprende la remunerazione dell'operatore, ogni spesa necessaria per dare gli stessi a piè d'opera pronti per l'uso e di quanto altro occorre per la loro manutenzione e regolare funzionamento.

6.4. MATERIALI D'OPERA

I prezzi di elenco per i materiali a piè d'opera, si applicano per:

- alle provviste dei materiali a piè d'opera che l'Appaltatore è tenuto a fare su richiesta della Direzione Lavori
- per la valutazione dei materiali accettabili nel caso di esecuzione di ufficio e nel caso di rescissione coattiva o scioglimento del contratto
- alla valutazione del materiale per l'accreditamento del loro importo nei pagamenti in acconto

6.5. MATERIALI PER IMPIANTI ELETTRICI DI POTENZA

6.5.1. CAVIDOTTI, CUNICOLI, CANALI PORTANTI

La misurazione delle quantità relative alle tubazioni, canalizzazioni e cunicoli di contenimento, di cavi e conduttori elettrici, ai fini della contabilizzazione della sola posa in opera dovrà essere fatta in mezzaria di dette tubazioni, canalizzazioni e cunicoli, seguendo il tracciato senza tener conto delle parti sovrapposte e rientranti; la misurazione avrà inizio e termine all'esterno dell'imbocco degli organi di terminazione, sezionamento o derivazione, quali pozzetti, cassette, ecc. Le quantità da contabilizzare ai fini della fornitura delle tubazioni, canalette, ecc., saranno quelle definite in base alle quantità posate. Nella fornitura sono comprese tutte le minuterie quali bulloni, dadi, rondelle, materiali isolanti ecc. eventualmente necessari.

Nei prezzi corrispondenti alla posa in opera di tubazioni e canalette per contenimento cavi, sono compresi e compensati oltre alla posa dei tubi con fissaggio mediante graffette e simili, gli oneri per le piegature, sagomature e tagli dei tubi stessi nonché per la fornitura e posa dei pezzi speciali quali curve, manicotti, ecc.

La misurazione della profondità di posa si farà sulla generatrice superiore del tubo.

6.5.2. CAVI ELETTRICI

La misurazione delle quantità di cavi, conduttori, ecc., ai fini della contabilizzazione della sola posa in opera, dovrà essere fatta in modo diverso seconda che trattasi di cavi isolati coperti o cavi isolati in vista.

Precisamente:

- Per cavi isolati contenuti in canalette od in tubi ovvero interrati con protezione di sabbia e mattoni: sull'asse delle canalizzazioni, dei tubi o scavi, seguendo il tracciato, con inizio e termine alla mezzera dei pozzetti, giunti, derivazioni, apparecchi di protezione e comando, ecc., ovvero all'imbocco degli apparecchi di utilizzazione nel caso che questi siano sprovvisti da apposita morsettiera di attestamento
- Per cavi isolati fissati in vista di qualsiasi genere, ovvero, semplicemente posati su appoggi o mensole sporgenti da pareti o paramenti di galleria: sull'asse del percorso dei cavi, con inizio e termine come specificato al precedente punto

Le quantità misurate ai fini della contabilizzazione saranno aumentate del 2% per la formazione di scorte e di allentamento all'interno dei pozzetti e dei cavidotti.

I prezzi di fornitura e posa in opera comprendono:

- la fornitura dei materiali, franco cantiere
- il carico, lo scarico ed il trasporto nell'ambito del cantiere
- la posa del filo di traino o il nolo della sonda per il traino della calza di tiro,
- la pulizia del cavidotto da sedimenti di terra o altri residui di lavorazione
- lo stendimento dei cavi con gli oneri inerenti alla manipolazione e restituzione delle bobine, ed ancora gli oneri derivanti dalle particolari conduzioni necessarie per una posa adatta al tipo di protezione sul cavo, specificata in ogni singola voce
- la posa dei cavi entro tubi, canali portanti, canalette, cunicoli impraticabili, interrati e no, ecc. lungo la strada, in galleria, in attraversamento stradale, lungo cavalcavia e viadotti
- le opere murarie per la posa dei cavi e dei conduttori a perfetta regola d'arte

Nel caso di cavi energia unipolari o multipolari a doppio isolamento e cavi telefonici da esterno, si dovranno evitare per quanto possibile le interruzioni.

6.5.3. CASSETTE DI DERIVAZIONE

Nei prezzi delle cassette di derivazione su strutture in acciaio o murarie di qualsiasi tipo, sono compresi e compensati i seguenti oneri e prestazioni:

- la fornitura dei materiali
- esecuzione dei fori di fissaggio necessari
- fornitura e posa in opera di tutti gli accessori necessari per il fissaggio delle cassette alle strutture
- eventuali lavori di adattamento, compresi quelli relativi alle opere murarie, per ottenere la posa in opera a perfetta regola d'arte

6.5.4. PALI TUBOLARI CONICI

Nel prezzo sono comprese e compensate le seguenti prestazioni:

- la fornitura del materiale
- infilaggio del palo entro la fondazione già predisposta
- sigillatura
- esecuzione del collegamento al dispersore di terra e fornitura dei bulloni, dadi, rondelle in bronzo, ecc. necessari
- le lavorazioni per l'alloggio degli accessori
- la bitumatura alla base ed il rivestimento del punto di incastro
- la zincatura a caldo

6.5.5. CORPI ILLUMINANTI

Nei prezzi di fornitura ed installazione di apparecchi illuminanti sono compresi:

- la fornitura e posa in opera di tutti gli accessori necessari per il fissaggio degli apparecchi al canale portante e cioè staffe, dadi, viti, ecc.
- la messa a punto del gruppo ottico
- la verifica, misura e registrazione dei livelli di illuminamento

6.5.6. QUADRI DI BASSA TENSIONE

Saranno compensati per sezioni sulla base delle specifiche configurazioni di cabina.

Le voci di elenco includono:

- le forniture di materiale e le lavorazioni di officina
- il trasporto e l'assemblaggio in cabina
- l'esecuzione delle prove di verifica del rispetto normativo e di collaudo finale
- la fornitura degli schemi costruttivi di dotazione al quadro

6.5.7. REGOLATORI DI POTENZA E DI APPARECCHIATURE INTERNE IN GENERALE

Saranno compensati a numero secondo le voci di elenco in base alla loro potenza includendo, oltre alla fornitura dei materiali, ogni onere ed assistenza necessari per una installazione ed operatività conformi alla specifica di capitolato.

6.6. IMPIANTI SPECIALI

I vari componenti previsti saranno compensati utilizzando le unità di misura espresse nelle voci di elenco. Tali voci e, se non diversamente esplicitato, comprendono:

- la fornitura e la posa in opera del componente completo degli accessori operativi necessari al corretto esercizio e della componentistica di fissaggio
- carpenterie di alloggiamento (eventuali)
- la messa in esercizio
- le prove di taratura, di funzionamento e collaudo
- quota parte dell'onere di ingegnerizzazione del sistema (sviluppo del software di sistema...)
- la fornitura dei materiali di ricambio e di consumo relativi al periodo di garanzia
- la documentazione tecnica
- manuali d'uso e di manutenzione
- collegamenti di alimentazione
- collegamenti di interfaccia

6.7. MATERIALI ED APPARECCHIATURE IN GENERE

Nei prezzi relativi a tutti i materiali ed apparecchiature non espressamente elencati, sono compresi e compensati:

- qualsiasi materiale e fornitura necessari al buon funzionamento dell'insieme nonché la loro installazione a regola d'arte nell'insieme dell'impianto di cui fanno parte
- quant'altro occorra per dare i lavori compiuti a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni ed oneri di capitolato e gli ordini della Direzione Lavori.

I materiali e le apparecchiature di cui sopra, saranno compensati per unità, completi di tutti gli accessori. Le opere murarie per la sola posa in opera ed installazione delle varie apparecchiature ed accessori a perfetta regola d'arte, sono comprese e compensate con i prezzi di elenco.

7. ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale e dell'insieme degli altri elaborati progettuali, ferma restando l'osservanza delle norme di legge, del CEI, dell'UNI e delle tabelle UNEL o normative europee equivalenti.

Qualora nel corso dei lavori la normativa tecnica fosse oggetto di revisione, l'Impresa è tenuta a darne immediato avviso alla DL e a concordare quindi le eventuali modifiche per l'adeguamento degli impianti alle nuove prescrizioni.

Tutti i componenti dovranno essere provvisti di marcatura CE.

Se richiesto dalla DL, la Ditta dovrà fornire i cataloghi e le specifiche tecniche delle apparecchiature da installare, dalle quali risultino chiaramente tutte le caratteristiche tecniche, prestazionali e dimensionali delle stesse.

Essi devono essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore dei lavori; in caso di controversia, si procede ai sensi dell'art. 137 del Regolamento Generale.

Tutti i materiali ed i componenti dopo il loro arrivo in cantiere o comunque prima della relativa contabilizzazione dovranno essere approvati dalla D.L./S.A.

L'accettazione dei materiali e dei componenti, da parte della DL, è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il Direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo.

L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico.

Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

Nel seguito sono riportate le marche di riferimento (ed eventualmente il modello) relative ai componenti principali previsti nell'intervento. Ad essi si è fatto riferimento nella redazione del presente progetto in quanto ritenuti in grado di soddisfare sia alle prescrizioni tecniche-funzionali sia alle esigenze del Committente. La Ditta potrà (o dovrà se richiesto dai documenti di gara) indicare le marche che intende scegliere già in sede di offerta.

Resta comunque inteso che la Ditta, in fase esecutiva, può proporre modelli di marche diverse da quelle qui elencate. In tal caso essi saranno però soggetti all'approvazione della DL che potrà accettarle o rifiutarle qualora non le ritenga, a suo giudizio insindacabile, di caratteristiche adeguate.

APPARECCHIATURA/IMPIANTO	FORNITORE/PRODUTTORE
Quadri BT	SCHNEIDER, ABB, SIEMENS
Regolatori di flusso	IREM LA CONCHIGLIA
UPS	SCHNEIDER, BTICINO, RIELLO
Apparecchi illuminanti di galleria	LUMEITALIA, SCHREDER, DISANO
Cavi BT-MT	PIRELLI-ARISTON
Cavi di segnale	CAVICEL
Rivelazione incendi	TECNOTUN, NOTIFIER, BOSCH
Impianto antintrusione	NOTIFIER, BOSCH
Impianto TVCC	PANASONIC, HIKVISION
Cartelli luminosi	TECNOTUN, IGS RAET

Marche di riferimento

8. VERIFICHE E PROVE

8.1. 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 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 quadri elettrici, trasformatori, gruppi di continuità, gruppi elettrogeni, apparecchi illuminanti, cavi, canalizzazioni, 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 completi o a parte di essi. Tali verifiche dovranno accertare la rispondenza degli impianti alle disposizione 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.

8.2. VERIFICHE E PROVE FINALI

Durante l'esecuzione delle opere dovranno essere eseguite tutte le verifiche quantitative, qualitative e funzionali, in modo che esse risultino complete prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori. Tutte le verifiche e prove dovranno essere programmate ed eseguite nei giorni concordati con il Committente ed alla presenza dei rappresentanti dell'Appaltatore.

Il materiale, le apparecchiature ed il personale per tutte le prove sopra elencate sono a carico dell'Appaltatore.

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

8.2.1. VERIFICHE E PROVE IMPIANTI MECCANICI

Durante l'esecuzione dei lavori dovranno essere effettuate in particolare le seguenti prove:

- prova di tutte le tubazioni, prima della chiusura delle tracce, ad una pressione non inferiore a due volte quella massima di esercizio;
- prova idraulica a freddo, a rete ultimata; La prova idraulica a freddo avviene ad una pressione di 300 kPa superiore alla normale pressione di esercizio, mantenendo tale pressione per almeno 12 ore, onde accertarsi della perfetta tenuta delle giunzioni. Si riterrà positiva la prova quando non si verifichino fughe e deformazioni permanenti.
- prove preliminari di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi scaldanti e raffreddanti, dopo che sia stata eseguita la prova di cui alla lettera precedente. La prova preliminare di tenuta a caldo e di dilatazione avviene portando la temperatura al valore massimo di progetto e mantenendola tale per tutto il tempo occorrente ad una accurata ispezione dell'intera rete di distribuzione dei circuiti di centrale. Il controllo avrà inizio quando il complesso degli impianti avrà raggiunto lo stato di regime della temperatura indicata. Il risultato della prova è favorevole solo quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti ed i vasi di espansione siano tali da contenere con largo margine di sicurezza le variazioni del volume dell'acqua dell'impianto. La prova preliminare di circolazione dell'acqua calda e refrigerata si effettua portando la temperatura dell'acqua, in partenza dai collettori, alla temperatura di progetto. Si riterrà positivo l'esito della prova quando tutti i corpi scaldanti o raffreddanti avranno l'acqua in arrivo alla dovuta temperatura, quantità e pressione;
- prove preliminari di circolazione dell'aria calda e fredda. La prova preliminare di circolazione dell'aria avviene mediante misurazione a regime della portata e della velocità dell'aria nei canali ed alle bocchette di mandata e ripresa per mezzo di anemometri. L'esito della prova sarà ritenuto positivo quando a tutte le bocchette di mandata e aspirazione, nonché alle griglie di presa aria esterna e di espulsione aria saranno misurate le portate di progetto con una tolleranza non superiore al 5%. Durante l'esecuzione dei lavori saranno anche eseguite tutte le prove e verifiche che il Committente riterrà necessarie, al fine di accertare il perfetto funzionamento dei materiali impiegati alle prescrizioni contrattuali.

A lavori eseguiti dovranno poi essere effettuati in particolare i seguenti controlli:

- controllo della distribuzione dell'aria che consisterà nel controllo visivo che i componenti della distribuzione dell'aria siano installati e regolati in modo da fornire le "migliori prestazioni", controllo dei sistemi di filtrazione dell'aria.
- controllo della distribuzione dell'acqua che consisterà nel controllo visivo che gli organi di intercettazione e di regolazione siano accessibili, controllo che siano state correttamente eseguite le procedure di pulitura e sgrassaggio delle tubazioni, controllo del riempimento e della pressurizzazione dei sistemi di espansione;
- controllo dei dispositivi di sicurezza;
- controllo dei motori elettrici e dei mezzi di trasmissione meccanica;
- controllo delle lubrificazioni.

Tutte le prove di cui sopra dovranno essere eseguite in contraddittorio con il Committente, e di ognuna sarà redatto apposito verbale. Si intende che, nonostante l'esito favorevole delle verifiche e prove preliminari suddette, l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze che abbiano a riscontrarsi in seguito, anche dopo il collaudo e fino al termine del periodo di garanzia.

8.2.2. COLLAUDI IMPIANTI MECCANICI

I collaudi saranno eseguiti nei periodi specificati nell'ordinativo. Il collaudo provvisorio comprenderà il controllo quantitativo e qualitativo dei materiali per accertare la rispondenza alle prescrizioni della specifica tecnica. In tale occasione saranno definite tutte le varianti e l'Appaltatore dovrà consegnare i disegni aggiornati (AS BUILT) e le norme di esercizio e di manutenzione degli impianti.

I collaudi tecnici definitivi avranno lo scopo di accertare che le prestazioni degli impianti siano rispondenti agli impegni contrattuali ed alle garanzie nelle varie stagioni (estivo, mezza stagione, invernale per gli impianti di condizionamento e riscaldamento). Essi saranno effettuati con l'impianto di regolazione e controllo ultimato ed operante. Le modalità di esecuzione del collaudo tecnico definitivo saranno conformi alle procedure di collaudo concordate tra il Committente e l'Appaltatore. Per effettuare le prove e i rilievi di collaudo verranno usati anche i seguenti strumenti messi a disposizione dall'Appaltatore:

- anemometri;
- tubo di Pitot;
- psicrometro;
- conta giri;
- n° 6 registratori di temperatura ed umidità (giornalieri e settimanali);
- misuratore dell'intensità del rumore.

8.2.3. PROCEDURE DI VERIFICA ALL'AVVIAMENTO

Durante le fasi di avviamento dovranno essere effettuate in particolare le seguenti verifiche e messe a punto:

- verifica di funzionamento dei motori elettrici.
- verificare il senso di rotazione degli organi rotanti dei motori;
- verificare i dati inerenti i dispositivi di protezione termica dei motori;
- verifica di tenuta dei premistoppa delle guarnizioni;

- messa a punto dei mezzi di trasmissione meccanica, particolarmente quelli a cinghia;
- verifica di funzionamento dei dispositivi di sicurezza;
- messa a punto delle sequenze di regolazione e loro memorizzazione;
- verifica di efficienza dei ventilatori;
- verifica di efficienza delle pompe;
- verifica di efficienza degli scambiatori di calore;
- verifica di efficienza dei sistemi di filtrazione dell'aria;

In sede di finitura dovrà poi essere verificato lo stato di pulizia dell'impianto (rimozione dei rivestimenti provvisori di protezione, rimozione di adesivi e targhettature non contenenti specifiche istruzioni, pulitura delle superfici di fabbrica o da non verniciare, preparazione delle superfici da verniciare) e dovrà essere controllata l'avvenuta identificazione, mediante targhette, nastriature o stampigliature, di canali, tubazioni, organi di regolazione, organi di intercettazione e strumenti di misura.

8.2.4. PROCEDURE DI COLLAUDO

In base a quanto previsto dalle norme citate il collaudo dovrà tendere all'accertamento del buon funzionamento dell'impianto e delle parti che lo compongono in relazione alle garanzie date.

Costituirà principale oggetto di collaudo il controllo effettuato a mezzo di misure dei valori delle grandezze fisiche che hanno influenza sul benessere termo igrometrico delle persone; dovranno essere controllati nella zona occupata dalle persone i valori delle seguenti grandezze: temperatura, umidità relativa, velocità dell'aria e livello del rumore.

Per quanto riguarda la qualità dell'aria dovranno essere misurate grandezze quali portata d'aria esterna ed efficienza dei filtri.

Si dovranno eseguire almeno le tre seguenti serie di prove curando che le condizioni di funzionamento possano essere considerate a regime entro le tolleranze.

La prima serie di prove si effettuerà facendo funzionare al massimo carico tutte le apparecchiature costituenti l'impianto o nel loro complesso o singolarmente considerate. Raggiunto il regime, si effettueranno le misure sia delle grandezze che interessano la zona occupata dalle persone, sia quelle attraverso le quali è possibile determinare l'efficienza e la massima prestazione delle singole apparecchiature.

La seconda serie di prove consisterà nell'esecuzione di tutte le misure che permettono di accertare se, con le condizioni esterne che si verificano durante il collaudo, l'impianto è atto a realizzare e mantenere quelle interne previste nel progetto. Da tali misure il collaudatore, adoperando un corrente procedimento di calcolo, trarrà elementi sufficienti per stabilire se, verificandosi all'esterno condizioni più onerose, l'impianto è idoneo a realizzare e mantenere in tutti i locali le condizioni desiderate all'interno.

La terza serie di prove consisterà nel verificare l'efficienza del sistema di regolazione, cioè nel verificare che l'impianto realizzato sia in grado di mantenere le condizioni di progetto in presenza di cause esterne che possono determinare variazioni di regime, quali modificazioni delle condizioni climatiche esterne, dei carichi termici interni (sensibili o latenti), del grado di protezione solare delle schermature o delle tarature dei termostati e degli umidostati ambiente.

Producendo ad arte azioni destabilizzanti con effetto equivalente a quello delle cause esterne di cui sopra, verranno verificati gli andamenti temporali delle grandezze fisiche influenzanti il benessere termo-igrometrico.

Al proposito si richiama anche quanto previsto nella riforma ASHRAE 114-1986 «Energy management control system-Instrumentation».

8.2.5. MISURA DELLA TEMPERATURA DELL'ARIA INTERNA

Per temperatura interna dovrà intendersi quella misurata nella parte centrale degli ambienti, ad un'altezza di 1,50 m dal pavimento, ed in modo che la parte sensibile dello strumento sia schermata dall'influenza di ogni notevole effetto radiante, per mezzo di una custodia a superficie esterna speculare con fori opportuni, in modo che l'aria vi possa circolare liberamente. La disuniformità di temperatura è verificata controllando le differenze di temperatura che esistono tra un qualunque punto della zona occupata dalle persone e la temperatura interna come sopra definita. La differenza fra tali valori risultanti da misure effettuate contemporaneamente nello stesso ambiente, non dovrà essere maggiore di 1°C. La differenza tra tali valori risultanti da misure effettuate contemporaneamente in più ambienti serviti dallo stesso impianto, non dovrà essere maggiore di 1°C in inverno e 2°C in estate.

8.2.6. MISURA DELLA TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA

Nelle prove relative al funzionamento invernale per temperatura esterna (salvo indicazione contraria) si intende la media delle seguenti 4 temperature misurate nelle 24 ore precedenti il collaudo, e precisamente nel periodo tra l'ora in cui si iniziano le misure della temperatura interna e la stessa ora del giorno precedente, ed effettuate a Nord con termometro riparato dalle radiazioni a 2 m dal muro dell'edificio: la massima, la minima, quella delle ore 8 e quelle delle ore 19. In caso di dubbio, si assume la media del diagramma reale della temperatura nelle 24 ore anzidette, rilevata con apparecchio registratore continuo. Per le prove relative al funzionamento estivo si misura la media registrata dalla temperatura esterna all'ombra, nel periodo stesso delle misure di temperatura interna.

8.2.7. MISURA DELL'UMIDITÀ RELATIVA

Il rilievo dell'umidità relativa all'interno degli ambienti si effettua seguendo le prescrizioni valide per la temperatura. Il rilievo dell'umidità relativa all'esterno dovrà essere effettuato nella stessa posizione in cui si misurano le temperature, e contemporaneamente ai rilievi di temperatura e umidità relativa interna.

8.2.8. MISURA DELLA VELOCITÀ DELL'ARIA

I valori della velocità dell'aria nella zona occupata dalle persone possono essere misurati con un anemometro a filo caldo, o comunque con strumenti atti ad assicurare una precisione del 5%.

8.2.9. MISURA DELLA PORTATA D'ARIA

Le misure di portata dovranno essere effettuate in una sezione del canale nella quale i filetti fluidi siano il più possibile paralleli. E' perciò necessario che prima e dopo la sezione di misura il canale abbia dei tratti rettilinei sufficientemente lunghi. La lunghezza del tratto rettilineo d'ingresso dipende dalla conformazione del gomito antistante e dalla esistenza o meno di alette di guida. Possono essere usati anemometri a filo caldo od a mulinello; la misura può essere effettuata o dividendo la sezione in più parti e misurando la portata per ognuna di esse o più semplicemente (con l'anemometro e mulinello) muovendo opportunamente lo strumento durante la misura nel piano della sezione.

8.2.10. MISURA DELL'EFFICIENZA DI FILTRAZIONE DELL'ARIA

Nei riguardi della efficienza dei filtri, laddove non diversamente indicato, verrà impiegato il metodo gravimetrico o opacimetrico.

8.2.11. MISURA DEL LIVELLO DI RUMORE

Per quanto riguarda la misura del livello di rumore dovuto all'impianto di climatizzazione si fa riferimento a quanto prescritto nella norma UNI 8199.

8.2.12. DOCUMENTAZIONE

La documentazione relativa all'impianto di climatizzazione realizzato dovrà essere suddivisa essenzialmente in tre sezioni:

- generale;
- istruzioni per il funzionamento;
- istruzioni per la manutenzione.

Costituiscono la prima sezione:

- documentazione tecnica delle apparecchiature installate;
- certificati e verbali di ispezioni ufficiali;
- rapporti di controlli, verifiche, messe a punto e prove effettuate in sede di esecuzione e collaudo dell'impianto certificati di omologazione delle apparecchiature.

Costituiscono la seconda sezione:

- descrizione discorsiva delle procedure di avviamento e di spegnimento dell'impianto, nonché, delle procedure per la modifica dei regimi di funzionamento;
- descrizione grafica delle sequenze operative con identificazione codificata dei componenti impiantistici interessati;
- tavole di disegno che si riferiscono a schemi funzionali ed a particolari costruttivi particolarmente significativi;
- schedario delle tarature dei dispositivi di sicurezza;
- schedario delle tarature dei dispositivi di regolazione.

Costituiscono la terza sezione:

- istruzioni formali per l'esecuzione delle operazioni di manutenzione periodica (programma di trattamento delle acque, programma di sostituzione dei filtri, programma di controllo della strumentazione, ecc.);
- elenco delle parti di ricambio e loro identificazione codificata;
- fogli di catalogo riferentesi ai principali componenti del sistema impiantistico.

8.2.13. PROVVEDIMENTI CONTRO LA TRASMISSIONE DELLE VIBRAZIONI

Allo scopo di evitare i problemi connessi al funzionamento degli impianti, quali logoramento delle macchine e delle strutture soggette a vibrazioni e generazione di rumore, è necessario sopprimere o almeno drasticamente ridurre le vibrazioni generate dalle macchine rotanti (ventilatori, pompe, compressori, ecc.) presenti nell'impianto.

Le parti in movimento dovranno pertanto essere equilibrate staticamente e dinamicamente dove necessario.

Le apparecchiature dovranno pertanto essere montate su basamenti, telai o solai in c.a. isolate dal pavimento a mezzo di dispositivi antivibranti a molla.

Gli ammortizzatori a molla avranno un cuscinetto inferiore in neoprene o in gomma. Le apparecchiature meccaniche saranno fissate su un basamento pesante in modo che la sua inerzia possa limitare l'ampiezza delle vibrazioni.

Le apparecchiature quali pompe e ventilatori dovranno essere corredate di giunti elastici al fine di evitare la trasmissione di vibrazioni alle tubazioni ed ai canali.

I canali e le tubazioni dovranno essere sospesi alle pareti a mezzo di dispositivi tali che evitino la trasmissione alla struttura ed alle pareti dell'edificio di vibrazioni residue provenienti dalle macchine o dovute alla circolazione dei fluidi.

Per evitare la trasmissione di vibrazioni dovute alle tubazioni è consigliabile interromperle opportunamente con giunti elastici in gomma o in metallo.

8.2.14. MISURE ANTIACUSTICHE

Gli impianti dovranno essere realizzati in modo da non generare negli ambienti occupati e nell'ambiente esterno livelli sonori inaccettabili. In particolare, assunto preliminarmente in 33 dB(A) il rumore di fondo nei locali abitabili dell'area oggetto di intervento, il funzionamento degli impianti interni non dovrà comportare incrementi superiori a 3 dB(A).

In linea generale, pertanto, si potrà operare come segue:

- Le apparecchiature dovranno essere di ottima qualità, con adeguato isolamento acustico per bassa frequenza e le case fornitrici dovranno fornire dettagliate caratteristiche acustiche, da cui sia possibile eseguire un accurato studio;
- Le pompe di circolazione dovranno essere scelte correttamente e lavorare nelle condizioni ottimali. Non dovranno essere utilizzati motori con velocità di rotazione superiore a 1.500 g/l', salvo esplicita autorizzazione;
- Quando necessario, dovranno essere previsti adeguati silenziatori o altri dispositivi sui canali;
- Per evitare i rumori derivanti dalle dilatazioni delle tubazioni dovranno prevedersi dispositivi di dilatazione con supporti che consentano tutti i possibili spostamenti;
- Gli attraversamenti di solette e pareti saranno realizzati in modo tale da impedire la trasmissione di rumori e vibrazioni alla struttura, prevedendo ad esempio guaine adeguate;
- Le tubazioni dovranno essere fissate in modo da evitare la trasmissione di vibrazioni alla struttura. Potranno essere interposti degli anelli in gomma; per evitare di comprimere eccessivamente la gomma; i collari saranno previsti di due grandezze superiori al diametro delle tubazioni. Nel serraggio del collare si dovrà tener conto anche delle dilatazioni. Per i diametri superiori a 2" gli antivibranti dovranno essere comunque a molla;
- Al fine di attenuare il rumore dovuto all'impatto dell'acqua nelle tubazioni di scarico e nelle colonne, gli innesti sui collettori suborizzontali non dovranno avere un angolo superiore a 67°.

Nel caso in cui il rumore trasmesso dagli impianti ai locali occupati od all'esterno superi i valori prescritti, dovranno essere presi adeguati provvedimenti per rientrare nei limiti.

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.

Si intende che nonostante l'esito favorevole di esse 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.

9. SPECIFICHE PRESTAZIONALI DEI COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI

Per quanto concerne le caratteristiche tecniche e prestazionali di dettaglio dei vari componenti e dei vari impianti previsti per la realizzazione delle opere oggetto del presente progetto si rinvia per semplicità agli altri elaborati di progetto ove sono riportate le descrizioni tecniche estese dei vari componenti.