

MINISTERO DEI TRASPORTI

REGIONE PUGLIA

ASSESSORATO AI TRASPORTI
ASSESSORATO ALLE OPERE PUBBLICHE

FERROVIE DEL GARGANO SRL

DIREZIONE GENERALE
VIA ZUPPETTA, 7/d - BARI



LINEA FERROVIARIA S.SEVERO - RODI - PESCHICI

VELOCIZZAZIONE DEL TRACCIATO

TRATTA S.SEVERO - APRICENA - SAN NICANDRO

GALLERIA MONTE TRATTURALE

PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI ED IMPIANTISTICHE CON RECEPIMENTO
DEI REQUISITI MINIMI DI SICUREZZA AI SENSI DEL D.M. 28.10.2005

PROGETTAZIONE OPERE CIVILI



AK INGEGNERIA GEOTECNICA srl
Via Cernaia n°27 TORINO

COORDINATORE DELLA
PROGETTAZIONE

Prof. Ing.
SEBASTIANO
PELIZZA

Prof. Ing. SEBASTIANO PELIZZA
ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TORINO
Provincia di Torino n° 2761

PROGETTAZIONE OPERE IMPIANTISTICHE

SINT Ingegneria srl

Tel.: +39 0424 568457 Via Cristoforo Colombo, 106
Fax: +39 0424 219564 36061 Bassano del Grappa (VI) - IT

Dott. Ing. F. Fantinato
Dott. Ing. R. Andolfato
Dott. Ing. A. Mari
Dott. Ing. L. Bernardi
Per. Ind. S. Farronato



PROGETTO DEFINITIVO

Titolo Elaborato:

GALLERIA NATURALE "MONTE TRATTURALE"

prog. 16+300 - 19+478

Specifiche Tecniche impianti tecnologici, L.F.M., TT ed antincendio

Tavola:

IEst

Data:

MARZO 2012

Scala:

-

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
0	PRIMA EMISSIONE	S.F.	03/12	S.F.	03/12	F.F.	03/12

INDICE

1.	INTRODUZIONE	1
2.	DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE.....	3
3.	PRESCRIZIONI LEGISLATIVE E NORMATIVE	3
3.1	PRESCRIZIONI DI LEGGE.....	3
3.2	NORME, PRESCRIZIONI, ISTRUZIONI E SPECIFICHE TECNICHE	4
3.3	NORME DI CARATTERE GENERALE	9
4.	MODALITA' ESECUTIVE DEGLI IMPIANTI	9
4.1	PREMESSA	10
4.2	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI	10
4.2.1	<i>Protezione contro i contatti diretti</i>	<i>10</i>
4.2.2	<i>Protezione contro i contatti indiretti</i>	<i>11</i>
4.2.2.1	Sistema di distribuzione TN	11
4.2.3	<i>Sistema di distribuzione IT</i>	<i>12</i>
4.2.4	<i>Protezione combinata contro i contatti diretti ed indiretti.....</i>	<i>16</i>
4.3	PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI ED I CORTO CIRCUITI.....	17
4.3.1	<i>Protezione contro i sovraccarichi.....</i>	<i>17</i>
4.3.2	<i>Protezione contro i cortocircuiti</i>	<i>17</i>
4.4	FORNITURA DELL'ENERGIA ELETTRICA	18
4.4.1	<i>Forniture in media tensione.....</i>	<i>18</i>
4.4.1.1	Punto di consegna e gruppi di misura.....	18
4.4.1.2	Criteri realizzativi e locali da prevedere	18
4.4.1.3	Schemi di allacciamento	19
4.4.1.4	Impianti nella cabina di ricezione e/o di trasformazione MT/bt	19
4.5	QUADRI ED APPARECCHIATURE DI MEDIA TENSIONE	22
4.5.1	<i>Prescrizioni comuni</i>	<i>22</i>
4.5.2	<i>Quadri di media tensione in categoria LSC 2a (ex "protetto"), a tenuta d'arco interno.....</i>	<i>22</i>
4.6	PROTEZIONI PER MEDIA ED ALTA TENSIONE.....	25
4.6.1	<i>Standard di riferimento</i>	<i>25</i>
4.6.2	<i>Protezione di massima corrente</i>	<i>26</i>

4.6.3	<i>Sistema di supervisione e controllo</i>	29
4.6.4	<i>Manutenzione</i>	30
4.6.5	<i>Accettazione ed approvazione delle apparecchiature</i>	30
4.6.6	<i>Imballaggio e trasporto</i>	31
4.7	TRASFORMATORI MT/BT	31
4.7.1	<i>Prescrizioni comuni</i>	31
4.7.2	<i>Trasformatori MT/bt isolati in resina</i>	36
4.8	GRUPPI ELETTROGENI PER ALIMENTAZIONE DI EMERGENZA	38
4.8.1	<i>Generalità</i>	38
4.8.2	<i>Motore</i>	39
4.8.3	<i>Generatore</i>	41
4.8.4	<i>Altri componenti</i>	41
4.9	GRUPPI DI CONTINUITÀ ASSOLUTA (UPS)	47
4.9.1	<i>Generalità</i>	47
4.9.2	<i>Accumulatori al piombo di tipo ermetico</i>	49
4.9.3	<i>Altri componenti</i>	49
4.10	SOCORRITORI IN CORRENTE CONTINUA (RADDRIZZATORI)	50
4.10.1	<i>Soccorritori in corrente continua per servizi ausiliari</i>	50
4.11	QUADRI E APPARECCHIATURE DI BASSA TENSIONE	51
4.11.1	<i>Generalità</i>	51
4.11.2	<i>Quadri di tipo AS</i>	54
4.11.3	<i>Quadri di tipo ANS</i>	54
4.11.4	<i>Quadri di tipo ASD</i>	55
4.12	RIFASAMENTO	55
4.12.1	<i>Generalità</i>	56
4.12.2	<i>Regolatore di potenza reattiva</i>	57
4.12.3	<i>Apparecchiature di protezione e comando</i>	57
4.13	CAVI, CONDUTTORI ED ACCESSORI	58
4.13.1	<i>Cavi e conduttori per media tensione</i>	58
4.13.2	<i>Cavi e conduttori per bassa tensione</i>	60
4.13.3	<i>Sistemi di posa dei cavi</i>	65
4.13.4	<i>Attraversamento superfici di compartimentazione</i>	66
4.13.5	<i>Cavi speciali</i>	67

4.13.6	<i>Cavi in fibra ottica</i>	68
4.14	CAVIDOTTI ED ACCESSORI	69
4.14.1	<i>Tubazioni per posa all'interno</i>	69
4.14.2	<i>Tubazioni per posa all'esterno</i>	74
4.14.3	<i>Canali e passerelle</i>	76
4.15	CONTENITORI ED ACCESSORI	79
4.15.1	<i>Generalità</i>	79
4.15.2	<i>Cassette di derivazione isolanti, in vista</i>	81
4.15.3	<i>Cassette di derivazione metalliche</i>	81
4.16	IMPIANTI TERMINALI	81
4.16.1	<i>Generalità</i>	81
4.16.2	<i>Punti luce</i>	83
4.16.3	<i>Punti comando</i>	85
4.16.4	<i>Punti alimentazione diretta</i>	86
4.16.5	<i>Punti utilizzatori</i>	87
4.16.6	<i>Abbattimento delle barriere architettoniche</i>	90
4.17	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	91
4.17.1	<i>Illuminazione di interni</i>	91
4.17.2	<i>Illuminazione di sicurezza</i>	96
4.18	IMPIANTO DI TERRA	98
4.18.1	<i>Generalità</i>	98
4.19	IMPIANTI ELETTRICI E MECCANICI PER APPLICAZIONI IN SISTEMI FERROVIARI	102
4.19.1	<i>Impianti LFM</i>	102
4.19.1.1	<i>Quadri elettrici di bt di tratta e di piazzale</i>	103
4.19.1.2	<i>Dispositivi di controllo e supervisione con comunicazione su onde convogliate</i>	103
4.19.2	<i>Impianti di illuminazione in galleria ferroviaria</i>	104
4.19.3	<i>Impianti di illuminazione stradale e di piazzale ferroviario</i>	107
4.19.3.1	<i>Generalità</i>	107
4.19.3.2	<i>Generalità sugli apparecchi di illuminazione</i>	107
4.19.3.3	<i>Muffole e morsettiere</i>	111
4.19.3.4	<i>Sostegni</i>	111
4.19.4	<i>Impianto antincendio ad acqua in galleria ferroviaria</i>	113
4.19.4.1	<i>Gruppo di pressurizzazione</i>	113
4.19.4.2	<i>Aerotermostato elettrico</i>	115
4.19.4.3	<i>Tubazioni zincate</i>	115
4.19.4.4	<i>Tubazioni in polietilene PEHD</i>	116

4.19.4.5	Organi di intercettazione, di regolazione e di misura	116
4.19.4.6	Idrante a colonna sopra suolo	119
4.19.4.7	Cassetta idrante UNI 45 da esterno	119
4.19.4.8	Attacco autopompa VVF	120
4.19.5	<i>Impianti TT per applicazioni ferroviarie.....</i>	120
4.19.5.1	Generalità	120
4.19.5.2	Impianto telefonico stsi (sistema telefonia selettiva integrata) per sistemi ferroviari	121
4.19.5.3	Rete dati di emergenza in galleria ferroviaria	123
4.19.5.4	Impianto di telefonia di emergenza e diffusione sonora	127
4.19.5.5	Impianto radio / gsm in galleria ferroviaria	131
4.19.5.6	Impianto di trasmissione dati geografica - SDH	132
4.19.6	<i>Impianti speciali per applicazioni ferroviarie</i>	133
4.19.6.1	Generalità	133
4.19.6.2	Impianto rivelazione incendi nei locali tecnici	134
4.19.6.3	Impianto rivelazione incendi nei nicchioni / cameroni	136
4.19.6.4	Impianto rivelazione incendi di tipo analogico nelle gallerie ferroviarie	137
4.19.6.5	Impianto antintrusione e TVCC presso gli imbocchi di galleria ferroviaria	139
4.19.7	<i>Impianto di supervisione e selezione del troco guasto per gallerie ferroviarie</i>	142
4.20	OPERE CIVILI PER IMPIANTI TECNOLOGICI	144
4.20.1	Scavi	144
4.20.2	Pozzetti	147
4.20.3	Plinti di sostegno pali.....	148
4.20.4	Conglomerati di cemento	149
4.20.5	Opere in ferro	150
4.20.6	Attraversamenti interrati	151
4.21	ULTERIORI PRESCRIZIONI SULLE OPERE	151
4.21.1	Verniciature	151
4.21.2	Etichettatura ed individuazione componenti.....	152
4.21.3	Materiali per opere metalliche	152
4.21.3.1	Materiali ferrosi.....	152
4.21.3.2	Carpenterie in acciaio.....	152
5.	NORME DI MISURAZIONE DELLE LAVORAZIONI	155
6.	OPERE DI ASSISTENZA AGLI IMPIANTI	156
7.	ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE TIPOLOGIE ESECUTIVE	156
7.1	CAMPIONI DI MATERIALI E DI TIPOLOGIE ESECUTIVE	157
7.2	SISTEMA DI GARANZIA DELLA QUALITÀ	158

7.3	ELENCO PRINCIPALI SUBFORNITORI	158
7.4	GARANZIA	158
8.	VERIFICHE E PROVE	158
8.1	PROVE DI TIPO, DI ACCETTAZIONE E RELATIVE CERTIFICAZIONI.....	159
8.1.1	<i>Quadri MT</i>	159
8.1.2	<i>Trasformatori con isolamento in resina</i>	160
8.1.3	<i>Relè di protezione</i>	162
8.2	VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI.....	165
8.2.1	<i>Impianti elettrici</i>	166
8.2.2	<i>Quadri MT, quadri BT e condotti sbarre</i>	167
8.2.3	<i>Trasformatori</i>	169
8.2.4	<i>Relè di protezione</i>	169
8.2.5	<i>Cavi elettrici di MT</i>	170
8.2.6	<i>Cavi elettrici di BT</i>	170
8.2.7	<i>Impianti di illuminazione</i>	171
8.2.8	<i>Impianti di terra</i>	171
8.2.9	<i>Gruppi elettrogeni</i>	172
8.2.10	<i>Impianti meccanici</i>	174
8.3	AVVIAMENTO E MESSA A PUNTO DEGLI IMPIANTI.....	175
8.4	VERIFICHE E PROVE FINALI	176
8.5	COLLAUDO FINALE	177
9.	OPERE CIVILI LOCALI TECNOLOGICI	178
9.1	LAVORAZIONI PREVISTE PER LA REALIZZAZIONE DI LOCALI TECNOLOGICI	178
9.2	STRUTTURE IN OPERA - OPERE IN C.A.	190
9.2.1	<i>Fondazioni:</i>	190
9.2.2	<i>Setti</i>	190
9.2.3	<i>Materiali da utilizzare</i>	190
9.2.4	<i>Lavori da eseguire</i>	191
9.3	STRUTTURE PREFABBRICATE.....	192
9.3.1	<i>Prescrizioni generali</i>	192
9.3.2	<i>Lastre per solaio</i>	193
9.4	SCAVI DI SBANCAMENTO E RINTERRI.....	193

9.4.1	Modalità di esecuzione.....	193
9.4.2	Norme di misurazione	195
9.4.3	Requisiti di accettazione di materiali e componenti.....	196
9.4.4	Specifiche di prestazione e modalità di prove	196
9.4.5	Ordine da tenersi nello svolgimento di specifiche lavorazioni	197
9.5	PAVIMENTAZIONE ESTERNA.....	197
9.5.1	Modalità di esecuzione.....	197
9.5.2	Caratteristiche dei materiali da impiegare	197
9.6	SOLAI.....	198
9.6.1	Modalità di esecuzione.....	198
9.6.2	Norme di misurazione	200
9.6.3	Requisiti di accettazione di materiali e componenti.....	200
9.6.4	Specifiche di prestazione e modalità di prove	200
9.6.5	Ordine da tenersi nello svolgimento di specifiche lavorazioni	200
9.7	RIVESTIMENTI IMPERMEABILIZZANTI.....	200
9.7.1	Materiale.....	201
9.7.2	Specifiche di qualità	201
9.7.3	Preparazione della superficie	201
9.7.4	Sigillatura di fenditure e giunti	201
9.7.5	Caratteristiche applicative	202
9.8	GIUNTI WATER-STOP.....	202
9.8.1	Preparazione del piano di posa.....	202
9.8.2	Sigillatura del giunto.....	202
9.9	PRESCRIZIONI SULLE OPERE CIVILI DA REALIZZARE	203
9.9.1	Modalità di esecuzione.....	203
9.9.2	Norme di misurazione.	207
9.9.3	Requisiti di accettazione di materiali e componenti.....	208
9.9.4	Specifiche di prestazione e modalità di prove.	214
9.9.5	Ordine da tenersi nello svolgimento di specifiche lavorazioni	216

1. INTRODUZIONE

Il presente documento intende definire le prescrizioni esecutive e prestazionali delle opere a base d'appalto e costituisce un'integrazione degli aspetti non espressamente definiti dagli altri elaborati di progetto (relazioni ed elaborati grafici).

Per la descrizione tecnica dettagliata delle opere previste e per l'elenco della normativa di riferimento si rinvia agli elaborati descrittivi e grafici facenti parte del progetto degli impianti tecnologici LFM, TT ed antincendio.

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 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 siano richieste caratteristiche diverse da quelle indicate in questo documento esse saranno chiaramente precisate negli altri elaborati di progetto.

In caso di discrepanza o contrasto tra i vari elaborati facenti parte del progetto, si stabilisce sin d'ora la seguente graduatoria di priorità:

1. Bando di gara
2. Contratto
3. Elenco Descrittivo delle Voci
4. CSA
5. Relazioni generali e/o tecniche
6. Tavole grafiche

In ogni caso gli elaborati a carattere specifico prevalgono su quelli a carattere generale.

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 definiti dal Cronoprogramma allegato e con modalità rispondenti alla normativa tecnica ed alle specifiche indicate nel presente documento e negli altri elaborati di progetto facenti parte integrante del contratto.

Ovviamente, se nel corso dei lavori fosse emanata una nuova norma attinente i lavori stessi, la Ditta dovrà segnalarla alla DL e concordare con la stessa le eventuali modifiche per rispondere alle nuove prescrizioni.

2. DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE

Nel seguito saranno impiegati i termini “Amministrazione Appaltante”, “Stazione Appaltante (SA)” e “Committente”: essi si devono ritenere sinonimi ed indicano il COMMITTENTE dell’Opera.

Inoltre saranno 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
- AEEG Autorità per l’Energia elettrica ed il Gas
- AT Alta Tensione (superiore a 30 kV)
- BT o bt Simbolo generico di “Sistema di bassa tensione in c.a.”
- CCIAA Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura
- CEI Comitato Elettrotecnico Italiano
- CSA Capitolato Speciale di Appalto
- DL Direzione dei Lavori, generale o specifica
- 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
- UPS Gruppo di continuità assoluta

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

3. PRESCRIZIONI LEGISLATIVE E NORMATIVE

3.1 Prescrizioni di legge

Generali

- Legge n° 186 del 1/3/68 riguardante la produzione di apparecchi elettrici, macchine ed installazioni elettriche
- Legge n° 791 del 18/10/77 riguardante la sicurezza degli apparecchi elettrici
- D.M. 37/08 del 22/01/08 “Disposizioni in materia di impianti negli edifici”

Sicurezza

- D.P.R. n° 320 del 20 marzo 1956 “ Norme per la prevenzione degli infortuni e l’igiene del lavoro in sotterraneo”
- D. Lgs. n. 81 del 9/04/2008 “Attuazione dell’articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007 n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” – noto come “Testo unico della sicurezza”
- Decreto Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture del 28 ottobre 2005 “Sicurezza nelle gallerie ferroviarie”, pubblicato sul G.U.R.I. del 08.04.06 in conformità agli indirizzi elaborati dalla Commissione Europea.

Ambiente

- Legge 615 del 13/07/66 e relativo regolamento d'esecuzione “Provvedimenti contro l’inquinamento atmosferico”
- D.P.R. 412/93, DM 06/08/94, DPR 551/99, Legge 39/02, DM 17/03/03, D.Lgs. 192/05 e D. Lgs. 311/06 e relativi regolamenti e decreti successivi relativamente alle “Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso nazionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”

3.2 Norme, prescrizioni, istruzioni e specifiche tecniche

- IS 365 Norma Tecnica per la fornitura ed il collaudo di trasformatori monofasi e trifasi a raffreddamento naturale in aria destinati agli impianti di sicurezza e segnalamento;
- IS 373 Norme Tecniche di fornitura e collaudo di gruppi elettrogeni, con bassa reattanza subtransitoria, ad intervento automatico con installazione fissa per alimentazione degli impianti di sicurezza e segnalamento
- IS 402 Norma Tecnica per la fornitura di apparecchiature elettroniche destinate agli impianti di sicurezza e segnalamento
- IS 411 Norma Tecnica "Cavi elettrici per posa fissa nei circuiti interni degli impianti di sicurezza e segnalamento non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumo gas tossici e corrosivi"
- TT/IS 222 Norma Tecnica per la fornitura ed il collaudo di canalette per contenimento cavi TT/IS, in resina termoidurente, non propagante l'incendio a bassa densità e tossicità dei fumi

-
- IS 702 Norme Tecniche per la fornitura ed il collaudo di centraline statiche senza soluzione di continuità per l'alimentazione degli impianti di sicurezza e segnalamento
 - IS 703 Norme Tecniche per la fornitura ed il collaudo di gruppi elettrogeni con bassa reattanza subtransitoria, ad intervento automatico con installazione fissa per alimentazione degli impianti di sicurezza e segnalamento
 - IS A0079 Notizia Tecnica: Introduzione di nuovi tipi di cavi per impianti di sicurezza e segnalamento
 - TT 239 Capitolato Tecnico per l'impianto di cavi di telecomunicazioni interrati ferroviari
 - TT 239/1 Modifiche ed integrazione al capitolato tecnico TT 239 ED.86/ter per l'impianto di cavi per telecomunicazioni interrati ferroviari
 - TT 239/2 Modifiche ed integrazione al capitolato tecnico TT 239 ED.86/ter e TT239/1 per l'impianto di cavi per telecomunicazioni interrati ferroviari
 - TT 241/S Specifica Tecnica di fornitura di cavi secondari a quarte con conduttori del diametro di mm 0,7 isolati in polietilene compatto
 - TT 242/S Specifica tecnica di fornitura di cavi principali a quarte con conduttore di diametro mm 0,9 o mm 1 isolati in polietilene espanso Foam Skin.
 - TT 375 Capitolato Tecnico per l'impianto dei cavi di telecomunicazioni aerei ferroviari
 - TT 409 Norme Tecniche per la fornitura di tubetti di carta neutra per giunzione e numerazione dei conduttori dei cavi telegrafonici
 - TT 411 Norme Tecniche per la fornitura di cavi telegrafonici principali, isolati in carta ed aria, con nucleo centrale sottopiombo
 - TT 413 Norme Tecniche specifiche per la fornitura di cavo per telecomunicazioni a 4 coppie da 0,7 mm isolate con materiale termoplastico, sotto piombo e con protezione esterna termoplasticata
 - TT 414 Norme Tecniche per la fornitura di cavi per impianti interni di telecomunicazioni
 - TT 415 Norme Tecniche per la fornitura di cavi di telecomunicazioni di emergenza a 5 coppie e relativi accessori
 - TT 417 Norme Tecniche per la fornitura di cavi per telecomunicazioni autoprotetti isolati in polietilene per attraversamenti e derivazioni di linee aeree per telecomunicazioni
 - TT 420 Norme Tecniche per la fornitura di cartellini segnaletici di conduttori di linee telefoniche aeree
 - TT 421 Norme Tecniche per la fornitura di cassette terminali e di sezionamento per cavi di telecomunicazioni ferroviari
 - TT 422 Norme Tecniche per la fornitura di Teste terminali e di sezionamento per cavi di telecomunicazioni ferroviari
-

- TT 423 Norme Tecniche per la fornitura di armadi ATPS, per teste terminali e protettori di cavi per telecomunicazioni e per pannelli organi selettivi
- TT 425 Norme Tecniche per la fornitura degli elementi occorrenti per il montaggio delle cassette terminali e di sezionamento su piantane o a muro
- TT 426 Norme Tecniche per la fornitura di telai TTPS per terminali e protettori di cavi telegrafonici e per pannelli selettori
- TT 458 Norme Tecniche per la fornitura di impianti di protezione catodica
- TT 460 Norme Tecniche per la fornitura di gruppi di alimentazione in continuità per posti telefonici di lavoro centralizzati su piastra.
- TT 464 Norme Tecniche per la fornitura e messa in opera di sistemi di telefonia a frequenze vettrici in linea aerea, su coppie simmetriche in cavo con passo di amplificazione 9 km, su cavo coassiale 1,2/4,4 mm
- TT 465 Norme Tecniche generali per la fornitura di cavi per telecomunicazioni
- TT 474 Norme Tecniche per la fornitura di pannelli e teste per terminazione cavi secondari ed impianti interni
- TT 481 Norme Tecniche per la fornitura di apparecchiature di interdizione alla teleselezione distrettuale pubblica per apparecchi telefonici automatici (B.C.A.)
- TT 485 Norme Tecniche per la fornitura di alimentatori per autocommutatori telefonici funzionanti a tensione nominale di 60 Volt cc.
- TT 488 Norme Tecniche per la fornitura di scaricatori telefonici
- TT 505 Norme Tecniche per la fornitura di miscele isolanti per accessori di cavi per telecomunicazioni e di miscela bituminosa per la protezione dei cavi interrati in canalette
- TT 510 Norme Tecniche per la fornitura di piantane in vetroresina per impianti di telecomunicazioni
- TT 512 Norme Tecniche per la fornitura ed il collaudo di cunicoli affioranti ad una e due gole in conglomerato cementizio armato, utilizzati per la posa di cavi TT/IS
- TT 513 Capitolato Tecnico per l'impianto di apparecchiature di telediffusione sonora per linee in CTC a semplice binario
- TT 514 Norme Tecniche per la fornitura ed il collaudo di scatole per fusibili e scaricatori di tipo miniaturizzato per la protezione di linee di telecomunicazione ferroviarie
- TT 517 Norme Tecniche per la fornitura ed il collaudo di canalette in vetroresina
- TT 519 Norme Tecniche generali per l'acquisto di apparati per la ricerca delle persone e di relativi accessori

-
- TT 522 Capitolato Tecnico per sistema multiplex PCM a 2,048Mbit/s
 - TT 523 Specifica tecnica per multiplatori numerici a doppio salto 2/8-34Mbit/s con giustificazione positiva
 - TT 524 Capitolato Tecnico per sistema di linea PCM a 34 Mbit/s su cavi a coppie coassiali normalizzate CCITT (1,2/4,4mm)
 - TT 525 Capitolato Tecnico per sistema di linea PCM a 34,368Mbit/s su cavo a fibre ottiche monomodali in seconda finestra
 - TT 527 Capitolato Tecnico per il collaudo in opera di sistemi di telecomunicazioni in tecnica P.C.M.
 - TT 528 Specifica tecnica di fornitura di cavi in fibra ottica per telecomunicazioni
 - TT 529 Norma tecnica per la fornitura di sistemi interfonici a viva voce per gli sportelli delle biglietterie e degli uffici informazioni F.S.
 - TT 530 Norme Tecniche per la fornitura di cavi ottici misti per telecomunicazioni con guaina di alluminio
 - TT 531 Norme tecniche specifiche per la fornitura di cavi ottici per telecomunicazioni ad 8 e 16 fibre ottiche multimodali
 - TT 533 Capitolato Tecnico per sistema di linea PCM 2 Mbit/s su cavo a coppie simmetriche
 - TT 570 Linee guida per la progettazione di impianti e sistemi integrati di sicurezza sorveglianza e controllo
 - TT 573 Specifica per la realizzazione di sistemi di informazione al pubblico
 - TT 575 Specifica tecnica di fornitura per nuovo sistema di telefonia selettiva integrata
 - TT 582 Specifiche tecniche particolari per impianti di radiopropagazione per gallerie ferroviarie
 - TT 583 Impianti controllo accessi e sistemi rilevazione presenze
 - TT 584 Specifica tecnica per impianti di trasmissione su fibra ottica con sistemi SDH a 622 o 155 Mbit/s e PDH a 2Mbit/s
 - TT 585 Specifiche Tecniche per apparecchiature terminali di linea a 2Mbit/s su fibra ottica monomodale
 - TT 586 Specifica Tecnica per la fornitura in opera e messa in funzione di PABXs elettronici digitali nella rete telefonica della FS SpA
 - TT 588 Specifica tecnica di fornitura di apparati radio per il servizio delle manovre
 - TT 589 Linee guida per il tracciamento e la posa in opera di sistemi di supporto per cavo radiante nelle gallerie ferroviarie
-

-
- TT 590 Realizzazione di interfaccia di separazione galvanica per circuiti di telecomunicazione in ambito SSE
 - TT 592 Specifica tecnica per la realizzazione di sistemi di trasmissione in tecnologia HDSL e SHDSL
 - TT 595 Specifica dei requisiti funzionali per gli impianti di telefonia per l'esercizio ferroviario
 - TT 597 Specifica tecnica impianti di telecomunicazioni per la sicurezza nelle gallerie ferroviarie
 - TT 600 Specifica tecnica di fornitura per un sistema di registrazione delle comunicazioni verbali
 - LF 606 Norme tecniche per la fornitura per la fornitura ed il collaudo di lampade fluorescenti
 - LF 608 Specifica tecnica di costruzione per sistema di supervisione e controllo per applicazioni L.F.M.
 - LF 609 Specifica tecnica di costruzione per impianti di riscaldamento scambi di tipo elettrico con cavi autoregolanti
 - LF 610 Specifica tecnica di costruzione per il miglioramento della sicurezza nelle gallerie ferroviarie. Sottosistema L.F.M.
 - LF 680 Capitolato tecnico per la realizzazione di impianti di illuminazione nei piazzali ferroviari e grandi aree in genere
 - LF 663 Proiettori tipo FS a fascio medio e a fascio stretto per l'illuminazione dei piazzali ferroviari e grandi aree in genere
 - LF 690 Sostegni portafaro a pannello mobile h=18 m fuori terra per l'illuminazione di SSE, ponte scambi e piccole aree di stazioni ferroviarie
 - LS 664 Specifica Tecnica per la fornitura di apparecchi illuminanti per lampade fluorescenti
 - TE 161 Apparecchio illuminante in galleria
 - TE 652 Norme Tecniche per la fornitura di cavi elettrici per posa fissa per impianti luce e forza motrice non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumi, gas tossici e corrosivi
 - TE 653 Norme Tecniche per la fornitura di cavi elettrici per posa fissa per impianti di emergenza e sicurezza resistenti al fuoco non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumi, gas tossici e corrosivi
 - TE 651 Capitolato tecnico per la realizzazione di impianti di illuminazione nelle Stazioni
 - TE 679 Torri portafaro a corona mobile tipo FS per l'illuminazione di piazzali ferroviari e grandi aree in genere
 - TE 665 Trasformatori di potenza MT/bt con isolamento in olio
 - TE 666 Trasformatori di potenza MT/bt con isolamento in resina epossidica
 - I.TC/8565 Unità numeriche di protezione a microprocessore per massima corrente 50/51/51N
 - Norme CEI nelle edizioni più recenti relative a tutti i macchinari, apparecchiature e materiali degli impianti elettrici nonché all'esecuzione degli impianti stessi, nonché nelle modificazioni UNI ed UNEL già rese
-

obbligatorie con decreti governativi nei modi e termini stabiliti dai decreti stessi o, in ogni modo, già definiti e pubblicati, per quanto applicabili

- Norme Tecniche per la messa a terra degli impianti di sicurezza e segnalamento (Circolare ES.I/S/105851 del 04/06/92)
- Lettera Circolare IE/52 /2592 del 25/01/84 (Criteri di posa cavi IS e TT)
- Criteri progettuali per la realizzazione degli impianti idrico antincendio, elettrico e d'illuminazione, telecomunicazione, supervisione nelle gallerie ferroviarie" - ed. Aprile/2000"
- "Integrazioni ai criteri progettuali per la realizzazione di impianti TLC per l'emergenza in galleria"
- UNI 10779 Impianti di estinzione incendi – Reti idranti – Progettazione, installazione ed esercizio. (Maggio 2007)
- UNI EN 12845:2005 Installazioni fisse antincendio – Sistemi automatici a sprinkler – Progettazione, installazione e manutenzione
- UNI 9487 Apparecchiature per estinzione incendi. Tubazioni flessibili antincendio DN45 e 70 per pressioni di esercizio fino a 1,2Mpa. (Aprile 1989)
- UNI da 802 a 814 Apparecchiature per estinzione incendi (accessori) (Luglio 1975)
- UNI 7422 Apparecchiature per estinzione incendi. Requisiti delle legature per tubazioni flessibili. (luglio 1975)
- UNI EN 671-2 Sistemi fissi di estinzione incendi – Sistemi equipaggiati con tubazioni – Parte 2: Idranti a muro con tubazioni flessibili. (Settembre 2004)
- UNI EN 12201 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE)
- UNI EN 10224 Tubazioni in acciaio rivestito per condotta
- UNI EN 10255 Tubazioni senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione

3.3 Norme di carattere generale

- Prescrizioni applicabili contenute nelle Circolari Ministeriali specifiche per la materia
- Prescrizioni delle Norme UNI e CEI
- Prescrizioni dei Vigili del Fuoco, degli Enti preposti a vigilare sulla sicurezza e delle Autorità locali
- Raccomandazioni CIE
- Raccomandazioni della Commissione Europea Direzione Generale per l'Energia e i Trasporti

4. MODALITA' ESECUTIVE DEGLI IMPIANTI

4.1 Premessa

Di seguito sono descritti i materiali e gli elementi tecnici previsti nella esecuzione delle opere progettate.

Il capitolato precisa, sulla base delle specifiche tecniche, tutti i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto. Il capitolato contiene, inoltre, la descrizione, anche sotto il profilo estetico, delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e di componenti previsti nel progetto.

Forniture minori e di completamento quali bulloneria, viteria e minuteria metallica di uso comune non saranno trattate compiutamente in quanto ininfluenti al fine della definizione del costo dell'opera e del relativo livello di prestazione.

Non tutti i componenti e/o le apparecchiature descritte nel presente documento fanno parte degli impianti descritti nel progetto e ciò perché alcune descrizioni si ritengono possano servire per eventuali opere in variante.

Per alcune parti di impianto (es. quadri di tratta e di piazzale, condotti sbarre, telefoni di emergenza, telefoni STSI, etc) si richiamano specifiche tecniche alle quali si rinvia per avere le relative informazioni di dettaglio.

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

Tutti gli impianti forniti dovranno essere funzionali e funzionanti e quindi comprensivi di tutti gli oneri previsti o prevedibili, anche se non espressamente indicati, necessari all'impianto in opera funzionante a perfetta regola d'arte.

Gli impianti dovranno essere realizzati, oltre che secondo le prescrizioni del presente capitolato, anche secondo le buone regole dell'arte, intendendosi con tale denominazione tutte le norme più o meno codificate di corretta esecuzione dei lavori.

Tutto quanto sopra sarà ovviamente compreso nel prezzo di appalto dei lavori.

4.2 Protezione contro i contatti diretti e indiretti

4.2.1 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.

4.2.2 Protezione contro i contatti indiretti

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

Collegamento a terra di tutte le masse metalliche;

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

4.2.2.1 Sistema di distribuzione TN

La protezione contro i contatti indiretti, in un sistema TN, deve essere garantita mediante una o più delle seguenti misure:

- Tempestivo intervento delle protezioni di massima corrente degli interruttori preposti alla protezione delle linee, e, laddove ciò non risultasse possibile, tramite protezioni di tipo differenziale
- Utilizzo di componenti di classe II
- Realizzazione di separazione elettrica con l'uso di trasformatore di isolamento

Per la protezione contro i contatti indiretti nei sistemi TN è necessario che in ogni punto dell'impianto sia rispettata la condizione:

$$I_a \leq \frac{U_0}{Z_g}$$

dove:

- U_0 è la tensione di fase (stellata)
- Z_g è l'impedenza dell'anello di guasto
- I_a è la corrente di intervento in 5 s, 0.4 s o 0.2 s (a seconda del caso) del dispositivo di protezione

Tempi di intervento non superiori a 0.4 s sono prescritti per tutti i circuiti terminali. Per i circuiti di distribuzione (dove le probabilità di guasto sono minori), sono ritenuti sufficienti tempi di intervento pari a 5 s. Nell'impossibilità di soddisfare a tale relazione con i dispositivi magnetotermici preposti alla protezione delle linee è previsto il ricorso a sistemi di protezione differenziali.

Nei tratti della rete di distribuzione dove è previsto il sistema TN-C il dispositivo differenziale non può essere utilizzato.

Nel caso di utilizzo, a diversi livelli dell'impianto, di più dispositivi differenziali, dovrà essere garantita la selettività di intervento.

4.2.3 Sistema di distribuzione IT

Nel sistema IT le parti attive devono essere isolate da terra oppure collegate a terra attraverso un'impedenza di valore sufficientemente elevato.

Nel caso di un singolo guasto a terra la corrente è debole e non è necessario interrompere il circuito se è verificata la condizione relativa alla tensione limite di contatto (CEI 64-8, 413.1.5.2). Si devono tuttavia prendere precauzioni per evitare il rischio di effetti fisiologici dannosi su persone in contatto con le parti conduttrici simultaneamente accessibili nel caso di doppio guasto a terra.

La protezione contro i contatti indiretti, in un sistema IT, deve essere quindi garantita mediante le seguenti misure:

- Installazione di dispositivi per il controllo dell'isolamento a funzionamento continuo che deve azionare un segnale sonoro e/o visivo nel caso di primo guasto a terra
- Utilizzo di dispositivi di protezione contro le sovracorrenti e dispositivi a corrente differenziale in caso di secondo guasto a terra

Caso del 1° guasto

La corrente di guasto di tipo capacitivo che si verifica nel caso di un primo guasto a terra assume un valore assai modesto. Questa corrente non è in grado di far intervenire i dispositivi di protezione a sovracorrente. Il

circuito non si interrompe e viene così assicurata la continuità del servizio. Affinché la protezione si garantisca, deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_E \times I_d \leq U_L$$

dove:

- R_E è la resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse
- I_d è la corrente del primo guasto tra un conduttore di linea ed una massa. Il valore di I_d tiene conto delle correnti di dispersione e dell'impedenza totale verso terra dell'impianto elettrico
- U_L è la tensione limite di contatto il cui valore è di 50V (ambienti normali) o 25V (ambienti speciali)

Caso del 2° guasto

Con il 2° guasto a terra, su un conduttore attivo differente, l'interruzione automatica del circuito è indispensabile.

Le condizioni che devono essere verificate sono le seguenti:

a) Quando le masse sono interconnesse collettivamente da un conduttore di protezione allo stesso impianto di messa terra si applicano le seguenti condizioni:

- se il conduttore di neutro non è distribuito

$$2I_a Z_s \leq U$$

- se il conduttore di neutro è distribuito

$$2I_a Z'_s \leq U_0$$

dove

- U_0 è la tensione tra il conduttore di linea e il conduttore di neutro
 - U è la tensione tra i conduttori di linea
 - Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto comprendente il conduttore di linea e il conduttore di protezione del circuito
 - Z'_s è l'impedenza dell'anello di guasto comprendente il conduttore di neutro e il conduttore di protezione del circuito
 - I_a è la corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione entro i tempi indicati dalla norma (5 s, 0.4 s o 0.2 s analoghi per sistemi TN)
- b) Quando le masse siano messe a terra per gruppi o individualmente le condizioni per la protezione sono le stesse previste per i sistemi TT (CEI 64-8 art. 413.1.4, ad eccezione del terzo capoverso di 413.1.4.1).

Nel caso di utilizzo di dispositivo differenziale la I_d di non funzionamento deve essere almeno uguale alla corrente prevista per un eventuale 1° guasto a terra, onde non venir meno alle esigenze di continuità del servizio.

Relativamente a quanto previsto in caso di 2° guasto, se si utilizza per la protezione delle persone lo stesso dispositivo impiegato per la protezione contro le sovracorrenti, e nella fattispecie un dispositivo di tipo magnetotermico, è consigliabile utilizzare, per la verifica della relazione sopra riportata, la corrente di intervento della protezione magnetica I_m [A].

Al fine di verificare le condizioni di intervento del dispositivo contro le sovracorrenti si può, con buona approssimazione, utilizzare il metodo convenzionale per la determinazione della corrente di corto-circuito suggerito dalla norma. In questo modo, analogamente per il sistema TN è possibile determinare la lunghezza limite della conduttura utilizzata in funzione della corrente di intervento della protezione.

Si riportano di seguito le formule opportunamente adattate per il sistema IT:

- sistema senza neutro distribuito

$$L_{MAX} = k_X \cdot k_{par} \frac{0.8 \cdot U \cdot S_F}{2 \cdot 1.5 \cdot \rho \cdot (1 + m) \cdot k_m \cdot I_m}$$

- sistema con neutro distribuito

- a) circuito senza neutro

$$L_{MAX} = k_X \cdot k_{par} \frac{0.8 \cdot U_0 \cdot S_F}{2 \cdot 1.5 \cdot \rho \cdot (1 + m) \cdot k_m \cdot I_m}$$

- b) circuito con neutro

$$L_{MAX} = k_X \cdot k_{par} \frac{0.8 \cdot U_0 \cdot S_N}{2 \cdot 1.5 \cdot \rho \cdot (1 + m') \cdot k_m \cdot I_m}$$

dove:

- LMAX è la massima lunghezza della conduttura che permette l'intervento della protezione
- k_X è un fattore di riduzione che tiene conto della reattanza dei cavi di sezione maggiore di 95mm² (0.90 per S=120mm², 0.85 per S=150mm²)
- k_{par} è un fattore correzione per più cavi in parallelo
- k_m è un fattore che tiene conto della tolleranza della soglia di intervento magnetico (1.2 per sganciatori magnetotermici, 1.15 per sganciatori elettronici)
- 1.5 è un fattore correttivo per considerare un aumento del 50% della resistenza del circuito in caso di guasto rispetto al valore a 20°C
- 0.8 è un fattore correttivo per considerare una riduzione all'80% della tensione di alimentazione per effetto della corrente di corto circuito, rispetto alla tensione nominale
- U è la tensione concatenata di alimentazione

- U_0 è la tensione di fase di alimentazione
- ρ è la resistività a 20°C del materiale dei conduttori
- SF è la sezione del conduttore di fase
- SN è la sezione del conduttore di neutro
- m è il rapporto tra la sezione del conduttore di fase e la sezione del conduttore di protezione (sezione complessiva in caso di più conduttori in parallelo)
- m' è il rapporto tra la sezione del conduttore di neutro e la sezione del conduttore di protezione
- Im è la taratura della protezione contro i corto circuiti

Sulla base delle considerazioni sopra esposte si possono ricavare le seguenti tabelle per gli interruttori modulari comuni:

Lunghezza massima protetta per la protezione delle persone sistema IT

Interruttori curva B													
Sez. [mm²]	In [A]	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1.5		148	89	56	44	36	28	22	18	14	11	9	7
2.5		247	148	93	74	59	46	37	30	24	19	15	12
4		395	237	148	119	95	74	59	47	38	30	24	19
6			356	222	178	142	111	89	71	56	44	36	28
10				370	296	237	185	148	119	94	74	59	47
16					474	379	296	237	190	150	119	95	76
25						593	463	370	296	235	185	148	119
35								519	415	329	259	207	160
50									593	470	370	296	237

Interruttori curva C																		
Sez. [mm²]	In [A]	0.5	1	2	3	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1.5		889	444	222	148	111	74	44	28	22	18	14	11	9	7	6	4	4
2.5				370	247	185	123	74	46	37	30	23	19	15	12	9	7	6
4					395	296	198	119	74	59	47	37	30	24	19	15	12	9
6						444	296	178	111	89	71	56	44	36	28	22	18	14
10							494	296	185	148	119	93	74	59	47	37	30	24
16								474	296	237	190	148	119	95	75	59	47	38
25									463	370	296	231	185	148	118	93	74	59
35											415	324	259	207	165	130	104	83
50												463	370	296	235	185	148	119

Interruttori curva D o K																		
Sez. [mm ²]	In [A]	0.5	1	2	3	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1.5		635	317	159	106	79	53	32	20	16	13	10	8	6	5	4	3	3
2.5			529	265	176	132	88	53	33	26	21	17	13	11	8	7	5	4
4				423	282	212	141	85	53	42	34	26	21	17	13	11	8	7
6					423	317	212	127	79	63	51	40	32	25	20	16	13	10
10						529	353	212	132	106	85	66	53	42	34	26	21	17
16							564	339	212	169	135	106	85	68	54	42	34	27
25								529	331	265	212	165	132	106	84	66	53	42
35									463	370	296	231	185	148	118	93	74	59
50										529	423	331	265	212	168	132	106	85

4.2.4 Protezione combinata contro 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 14-6 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

4.3 Protezione contro i sovraccarichi ed i corto circuiti

La protezione contro le sovracorrenti di ogni condotta 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 condotta).

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 DL prima dell'inizio dei lavori.

4.3.1 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 condotta 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 condotta (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).

4.3.2 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 condotta 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.

4.4 Fornitura dell'energia elettrica

4.4.1 Forniture in media tensione

La fornitura di energia elettrica viene effettuata da parte dell'AD in media tensione, normalmente a 10 o 20 kV, mediante linea in cavo o aerea.

4.4.1.1 Punto di consegna e gruppi di misura

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 MT che collegano l'impianto di consegna (complesso di apparecchiature del distributore 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 misure. Essi devono essere derivati dalle sbarre MT del distributore a mezzo di TA e TV montati in una unità funzionale MT installata nel locale a disposizione dello stesso ente distributore (la misura in bt costituisce caso eccezionale e viene effettuata con particolari modalità).

4.4.1.2 Criteri realizzativi e locali da prevedere

La cabina di trasformazione deve risultare conforme alle vigenti disposizioni legislative e alle norme CEI applicabili.

In particolare, il manufatto in cemento o muratura della cabina deve 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

La cabina deve essere costituita da almeno tre locali:

- Consegna
- Misure
- Locale utente

Le dimensioni e la dislocazione dei locali “consegna” e “misure” devono rispettare le prescrizioni tecniche per la connessione alla rete di media tensione emanate dall'AD, ad esempio quelle contenute nel documento di unificazione DK 5600 di ENEL.

I suddetti locali devono generalmente risultare accessibili allo stesso distributore anche in assenza degli utenti.

4.4.1.3 Schemi di allacciamento

Lo schema di allacciamento alla rete pubblica di distribuzione in Media Tensione deve rispettare le prescrizioni tecniche per la connessione emanate dall'AD, ad esempio quelle contenute nel documento di unificazione DK 5600 di ENEL. In particolare, si farà riferimento alla versione più recente del documento in vigore al momento della realizzazione delle opere.

Lo schema elettrico di cabina deve essere esposto in posizione facilmente visibile.

4.4.1.4 Impianti nella cabina di ricezione e/o di trasformazione MT/bt

Impianto di ventilazione

Il/i locale/i utente, vano/i ove sono alloggiate le apparecchiature di proprietà dell'utente quali il/i trasformatore/i, i quadri MT e bt, le batterie di rifasamento, la batteria di rifasamento fissa del/i trasformatore/i, gruppi di continuità assoluta, soccorritori, ...) deve/devono essere dotato/i di idoneo sistema di ventilazione naturale/forzata atto a garantire che nel periodo estivo, in condizione di pieno regime (ad esempio con trasformatore/i a pieno carico), la temperatura interna non superi i limiti ammessi dai vari dispositivi al fine di non pregiudicarne il corretto funzionamento e la vita utile.

a) Raffreddamento con ventilazione forzata

Deve essere previsto un elettroventilatore con portata calcolata (valore indicativo) con la formula $Q=0.5 \cdot P$ m³/s (P: perdite totali in kW del/i trasformatore/i e delle altre apparecchiature) comandato da termostato ambiente attraverso un contattore che entrerà in funzione ogniqualvolta la temperatura all'interno della cabina risultasse eccessivamente elevata.

b) Raffreddamento con ventilazione naturale

Devono essere previste due aperture, una d'entrata di aria fresca di sezione $S=0,18 \cdot P/H^{1/2}$ situata nella parte bassa del locale (P: somma delle perdite in kW delle apparecchiature, H: differenza d'altezza tra l'apertura d'ingresso e quella d'uscita) l'altra d'uscita dell'aria calda $S'=1,1 \cdot S$ situata possibilmente nella parte opposta del locale ad un'altezza H dall'apertura d'ingresso.

Impianto luce, FM e speciali in cabina

L'impianto elettrico bt di cabina dovrà comprendere l'impianto di illuminazione generale dimensionato per avere un livello di illuminamento medio non inferiore a 200 lx, un impianto di illuminazione di emergenza (con corpi del tipo autoalimentato o alimentati da soccorritore) che garantisca per circa due ore un illuminamento medio pari a circa 10 lx ed un impianto forza motrice (FM) costituito da quadretti prese CEE interbloccate di servizio.

La dotazione impiantistica della cabina sarà completata con eventuali impianti speciali (rivelazione incendi, spegnimento, antintrusione...).

Le dimensioni dei cunicoli e/o delle tubazioni annegate nella platea della cabina per il passaggio dei conduttori devono avere dimensioni appropriate. In particolare, si dovranno evitare eccessivi stipamenti dei cavi, raggi di curvatura eccessivamente ridotti e promiscuità tra cavi per MT, cavi per bt e cavi per impianti speciali.

La posizione, le dimensioni, gli accessi e lo schema di cabina devono essere concordati con il competente ufficio tecnico dell'AD previo l'inizio dell'attività di installazione.

Impianto di terra

Lungo le pareti, ad una altezza di circa 50 cm, dovrà essere realizzato un collettore di terra costituito da un anello in piatto di rame o di acciaio zincato da 40x5 mm.

L'anello dovrà essere collegato alla rete elettrosaldata presente nella platea di fondazione almeno in corrispondenza degli angoli di ciascun locale.

Al collettore dovranno essere collegate tutte le parti metalliche e le apparecchiature di cabina.

In particolare:

- Porte e finestre metalliche
- Carpenterie dei quadri elettrici
- Carcasse dei trasformatori
- Centri stella del /i trasformatore/i
- Rotaie dei trasformatori
- Passerelle e canaline metalliche (se necessario)

I collegamenti a terra di parti mobili dovrà essere realizzato con treccia di rame avente sezione minima pari a 50 mm².

Il collettore sarà poi collegato al dispersore esterno mediante almeno due conduttori di terra aventi sezione adeguata .

Il dispersore sarà possibilmente costituito da un anello lungo il sedime della cabina, realizzato in corda di rame nudo da 35mm² (sezione minima) o altro materiale equivalente.

Il dispersore sarà integrato con elementi verticali (picchetti) e sarà collegato ai ferri di armatura della fondazione.

Accessori

Dovranno essere forniti i seguenti accessori (dotazione minima) in accordo alla guida CEI 11-35:

- n. 1 cartello "Vietato l'accesso alle persone non autorizzate" (applicato esternamente alla cabina)
- n. 1 cartello "Tensione elettrica pericolosa" (applicato esternamente alla cabina)
- n. 1 cartello di identificazione della cabina (applicato esternamente alla cabina)
- n. 1 cartello "Vietato usare l'acqua o sostanze conduttrici per spegnere gli incendi" (sulla porta della cabina)
- n. 1 cartello "Tensione ... kV" (sulla porta della cabina)
- n. 1 cartello con norme per il pronto soccorso compilato nelle parti relative ai numeri telefonici da contattare in caso di necessità (medici, ospedali, ambulanze, ecc. più vicini) (da applicare all'interno della cabina)
- Schema elettrico posto in cornice sotto vetro che riporti la codifica dei colori utilizzati per le varie tensioni (all'interno della cabina)
- Cartelli indicatori di linea
- Tappeto isolante a 24kV della larghezza di 0.5m, da posarsi anteriormente al quadro di media tensione per tutta la loro lunghezza
- Estintori in numero e tipo indicato negli altri elaborati di progetto (ovvero in altro progetto specifico) fissati a parete in posizione opportuna
- Tavolino con sedia ed armadietto
- Lampada portatile di emergenza con batterie sempre in carica

I segnali, le targhe, i cartelli posti all'esterno devono essere scritti con caratteri indelebili su un supporto che garantisca una buona resistenza alle intemperie. I colori dei segnali e dei relativi contrasti devono essere conformi a quanto richiesto nel D.L. 493/96 e alle norme UNI.

Nel caso sia prevista una sorgente autonoma di energia, questa viene segnalata mediante apposita targa posta in corrispondenza del dispositivo di sezionamento del circuito che la collega alla cabina.

Quando la cabina prevede batterie di condensatori e/o batterie di accumulatori, le porte delle celle corrispondenti sono munite di una targa che segnali la presenza dei condensatori e delle batterie di accumulatori.

4.5 Quadri ed apparecchiature di media tensione

Nel presente paragrafo vengono definiti i requisiti principali che dovranno essere soddisfatti dai quadri elettrici e dalle apparecchiature di media tensione.

Per ulteriori dettagli tecnici si rinvia all'Elenco Descrittivo delle Voci.

I quadri e le apparecchiature di media tensione dovranno essere, per quanto possibile, costruiti secondo procedure normalizzate, così da garantire la reperibilità sul mercato per tutta la durata di vita prevista e dovranno essere adatti per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche derivanti da un'eventuale corrente di guasto.

4.5.1 Prescrizioni comuni

Prescrizioni costruttive

I quadri elettrici dovranno essere costruiti a regola d'arte con l'impiego di materiali della migliore qualità, in accordo con quanto stabilito dalle Norme di costruzione, dai regolamenti di sicurezza e da quanto qui specificato.

Dimensioni

Le dimensioni di ingombro dei quadri elettrici, nonché il peso degli stessi, dovranno essere compatibili con le previsioni di progetto relativamente all'interfaccia con il resto dell'impianto, nonché al posizionamento dei quadri nei relativi locali tecnici.

4.5.2 Quadri di media tensione in categoria LSC 2a (ex "protetto"), a tenuta d'arco interno

Caratteristiche specifiche

I quadri saranno formati da unità funzionali MT isolate in aria e con tenuta ad arco interno su 4 lati; le unità saranno classificate, in base alla Norma CEI EN 62271-200 (CEI 17-6), nel seguente modo:

- Categoria di perdita della continuità di servizio (LSC): LSC 2A
- Classe dei diaframmi: PM (PM: diaframmi metallici, PI: almeno un diaframma isolante)

- tenuta all'arco interno: IAC AFLR (A: quadro accessibile alle persone autorizzate (B: quadro accessibile alle persone comuni); F: lato frontale; L: lati laterali; R: lato posteriore)
- dati di prova della resistenza all'arco interno: secondo specifiche di progetto

I quadri dovranno inoltre essere costruiti in modo che sia garantita la non propagazione dell'arco interno tra i diversi vani.

Caratteristiche costruttive

La costruzione del quadro dovrà essere conforme alle seguenti caratteristiche:

- Telaio per il fissaggio a pavimento e/o per il livellamento dei pannelli in profilato di acciaio saldato, verniciato con una doppia mano di fondo e una mano finale di colore nero;
- Struttura portante modulare costituita da intelaiature metalliche componibili in profilato d'acciaio o in lamiera pressopiegata;
- Pannelli di copertura in lamiera ribordata, apribile a cerniera anteriormente e posteriormente (anteriormente con chiave speciale e posteriormente con attrezzo) verniciati e corredati di collegamento flessibile di terra;
- La tipologia costruttiva del quadro (interruttori sezionabili o fissi, disposizione sbarre, tipo interruttori, ecc.) ed i dati tecnici principali saranno conformi agli elaborati di progetto;
- Diaframmi, otturatori, eventuali finestre di ispezione, in grado di assicurare il grado di protezione prescritto e robustezza meccanica comparabile a quella dell'involucro; otturatori (eventuali) provvisti di dispositivo di blocco nella posizione di chiuso; finestre dotate di griglie schermate di messa a terra, applicata sul lato interno delle finestre, per evitare la formazione di cariche elettrostatiche pericolose;
- Tenuta all'arco interno secondo la Norme IEC 60298 - allegato AA, accessibilità di classe A, criteri da 1 a 6 tale da garantire che:
 - Le porte, i pannelli, ecc. normalmente bloccati non si debbano aprire (criterio n.1);
 - Le parti dell'involucro metallico che possano rappresentare pericolo non debbano essere scagliate lontano (criterio n.2);
 - L'arco non debba produrre fori nelle parti esterne liberamente accessibili dell'involucro in conseguenza a bruciature o ad altre cause (criterio n.3);
 - Gli indicatori disposti verticalmente o orizzontalmente non devono prendere fuoco (criteri n.4 e n.5);
 - Tutte le connessioni di terra debbano rimanere efficaci (criterio n.6);
 - Le conseguenze di un arco interno restino circoscritte allo scomparto in cui l'arco si sia verificato;
- Blocchi ed asservimenti meccanici atti a garantire almeno che:
 - Il sezionatore di terra possa essere chiuso solo a sezionatore di linea aperto o a interruttore estratto;

-
- Il sezionatore di terra non possa essere aperto se è stato aperto il pannello di ispezione della cella linea e viceversa il pannello del vano linea non possa essere aperto se il sezionatore di terra è aperto;
 - L'interruttore non possa essere inserito se il sezionatore di terra è chiuso, ovvero il sezionatore di linea non possa essere chiuso se il sezionatore di terra è chiuso;
 - Canaletta interpannello per gli ausiliari, accessibile con quadro in servizio in condizioni di sicurezza; condotti in acciaio zincato verniciato o guaine metalliche a doppia graffatura per la posa delle cavetterie ausiliarie all'interno dei vari scomparti;
 - Guide e supporti per i cavi di potenza e per le terminazioni degli stessi;
 - Sbarra colletttrice di terra, in rame a spigoli arrotondati, posata longitudinalmente lungo tutto il quadro; messa a terra degli interruttori sezionati ottenuta mediante una pinza strisciante su apposito conduttore di rame; collegamenti flessibili in calza di rame stagnato, corredati di capocorda, rondelle elastiche e bulloni per la messa a terra dei portelli incernierati e dei diaframmi metallici;
 - Sbarre di potenza in rame, argentate, a sezione rettangolare a spigoli arrotondati o di tipo tubolare, isolate completamente in aria, o in aria e resina epossidica, in modo da garantire elevate caratteristiche dielettriche e meccaniche, montate sui relativi isolatori e munite della necessaria morsetteria e accessori vari;
 - Morsettiere ausiliarie per circuiti voltmetrici e amperometrici di tipo, rispettivamente, sezionabile e cortocircuitabile riunite in appositi complessi protetti da schermo in resina trasparente; morsettiere ausiliarie del tipo in resina termoindurente, montate su guide e corredabili di ponticelli superiori; tutte le morsettiere devono essere accessibili con quadro in servizio e i morsetti devono essere singolarmente numerati e ad essi non può essere attestato più di un conduttore;
 - Morsettiere ausiliarie, impiegabili nel caso di gestione centralizzata degli impianti, del tipo sezionabile individualmente e provviste di boccia di inserzione per strumento portatile;
 - Cablaggio dei circuiti ausiliari di comando e segnalazione con cavo di tipo non propagante l'incendio;
 - Resistenze anticondensa in versione protetta, complete di termostato di inserzione;
 - Illuminazione interna dei pannelli posteriori e/o anteriori del quadro a mezzo di corpi illuminanti protetti da diffusore in vetro e gabbia protettiva in acciaio zincato o in resina; lampade di tipo fluorescente, sostituibili dall'esterno a mezzo di apposito sportellino e pulsante di accensione bloccabile su ogni cella;
 - Prese FM in ogni cella ausiliari;
 - Dispositivi di comando elettrico degli interruttori e di comando meccanico dei sezionatori di terra; dispositivi di lampeggio della segnalazione luminosa per manovre discordi con i predispositori o vietate; dispositivi di segnalazione luminosa di "stato" e "allarme" di tutte le apparecchiature e protezioni previste, di tipo multiled.
-

Unità funzionali

Lo schema elettrico unifilare, le caratteristiche e tarature delle apparecchiature, gli ausiliari, la strumentazione, ecc., nonché la tipologia costruttiva, sono indicati negli elaborati di progetto.

Accessori di quadro

1 Set di pannelli laterali; 1 Carrello di movimentazione apparecchio; 1 Leva carica molle per interruttore; 1 Leva di manovra del sezionatore di terra; 1 Leva di manovra sezionatore di linea.

4.6 Protezioni per media ed alta tensione

Nel presente paragrafo vengono definiti i requisiti principali che dovranno essere soddisfatti dal sistema di protezione previsto per le reti di media e/o alta tensione.

Un sistema di protezione deve garantire:

- L'intervento contro tutti i possibili guasti e funzionamenti anomali che possono verificarsi all'interno dello stesso
- Il distacco di tutto l'impianto dalla rete di distribuzione MT o AT per guasti o funzionamenti anomali su quest'ultima, se richiesto dall'ente distributore o dal gestore della rete (nel caso di rete AT)

Di seguito vengono illustrate le caratteristiche richieste per le protezioni prendendo in considerazione le tipologie più frequenti.

4.6.1 Standard di riferimento

Prove di isolamento

- EN 60255-5, EN61010

Immunità elettromagnetica (EMC)

- Norma di Prodotto per i relè di misura ed i dispositivi di Protezione EN 50263
- Norma generica sull'immunità EN 61000-6-2 (ex EN50082-2)
- Apparat di automazione e controllo per centrali e stazioni elettriche
- Compatibilità elettromagnetica - Immunità ENEL REMC 02
- Normativa di compatibilità elettromeccanica per apparati e sistemi ENEL REMC 01

Immunità ai buchi di tensione

- EN 61000-4-11, IEC60255-11

Immunità ai disturbi

- EN 60255-22-1, IEC60255-22-1

- EN 60255-22-2, IEC60255-22-2 EN61000-4-2
- EN 60255-22-3, IEC61000-4-3
- EN 60255-22-4, IEC60255-22-4, IEC61000-4-4
- EN 60255-22-5, IEC61000-4-5
- EN 60255-22-6, IEC61000-4-6
- IEC 61000-4-8
- EN 61000-4-9, IEC61000-4-9
- EN 61000-4-10, IEC61000-4-10
- EN 61000-4-12, IEC61000-4-12
- EN 61000-4-16

Prove di emissione

- EN 61000-6-4 (ex EN 50081-2), EN 55022, EN 60255-25

Prove climatiche

- IEC 60068-2, ENEL R CLI 01, CEI 50

Prove meccaniche

- EN 60255-21-1, EN60255-21-2, RMEC01

Prescrizioni per la sicurezza

- EN 61010-1

Altre norme applicabili

- Relè elettrici EN 61810-1 (ex CEI 41-1) IEC 60255
- Prove climatiche e meccaniche CEI 50 - IEC 60068
- Gradi di protezione degli involucri (codice IP) EN 60529, EN60529/A1
- Conformità CE 89/336/EEC
- Direttiva BT 73/23/EEC

4.6.2 Protezione di massima corrente

Il relè di protezione di massima corrente dovrà provvedere alla protezione contro i sovraccarichi, i corto circuiti e i guasti verso terra.

Esso comprenderà tre circuiti di misura per le tre correnti di linea, un circuito trifase per la misura delle tensioni di linea e due circuiti, dotati di filtro passa banda, per la misura della corrente residua e della tensione residua.

Il relè dovrà eseguire le seguenti funzioni di protezione, ciascuna dotata del proprio ritardo:

- Protezione non direzionale di massima corrente (50-51) con tre soglie d'intervento, la prima programmabile a tempo indipendente o dipendente e le rimanenti a tempo indipendente
- Protezione direzionale di massima corrente (67) con tre soglie d'intervento, la prima programmabile a tempo indipendente o dipendente e le rimanenti a tempo indipendente
- Protezione non direzionale di massima corrente residua (50N-51N) con tre soglie d'intervento, la prima programmabile a tempo indipendente o dipendente e le rimanenti a tempo indipendente
- Protezione per mancata apertura interruttore (BF) programmabile per ogni soglia su tutte le funzioni di protezione

I valori di taratura e i tipi di curva d'intervento dovranno essere completamente programmabili dall'utente, così come l'assegnazione e il modo di funzionamento dei relè finali.

L'indicatore alfanumerico posto sul pannello frontale dovrà permettere di rilevare:

- Valori dei parametri di taratura e modo di funzionamento
- Valori istantanei delle grandezze d'entrata
- Numero d'interventi eseguiti per ciascuna funzione di protezione
- Conteggio della corrente cumulativa interrotta da ogni polo dell'interruttore
- Valori delle grandezze d'entrata corrispondenti almeno agli ultimi otto interventi (avviamenti e interventi)

Il circuito di blocco dovrà permettere di realizzare sistemi di protezione selettiva a logica accelerata.

Grazie al collegamento di comunicazione seriale, tutte le operazioni di lettura e di taratura dovranno potere essere eseguite a distanza da parte di un'unità centrale di controllo.

La tecnologia costruttiva a microprocessore assicurerà inoltre un controllo permanente autodiagnostico del corretto funzionamento interno del relè.

Caratteristiche principali

Le caratteristiche costruttive più significative del relè di protezione saranno le seguenti:

- Morsetti largamente dimensionati, con attacco a vite
- Costruzione di tipo estraibile, con connettore avente i contatti argentati a 6 punti di contatto
- Dispositivi cortocircuitanti nei circuiti amperometrici
- Involucro completamente isolante e protetto contro la polvere e lo stillicidio
- Pannello frontale del tipo a membrana, completamente protetto contro le scariche elettrostatiche

Le caratteristiche circuitali più significative saranno:

- Programmazione delle caratteristiche di funzionamento completamente digitale mediante i tasti del pannello frontale e visualizzazione mediante l'indicatore LCD a 16 caratteri, dotato d'illuminazione interna
- Assenza di qualsiasi dispositivo di taratura di tipo meccanico tradizionale, in quanto tutti i coefficienti di taratura dovranno essere conservati nella memoria non volatile del microprocessore
- Circuiti d'entrata e d'uscita isolati galvanicamente (compresi i circuiti di comunicazione, di blocco e d'entrata digitale)
- Controllo permanente dell'azzeramento dei circuiti analogici d'entrata e compensazione automatica dell'eventuale deriva
- Misura dei segnali d'entrata mediante campionamento e conversione A/D alla frequenza di 1 kHz
- Filtraggio ottimale dei segnali d'entrata mediante l'utilizzo congiunto di filtri analogici e digitali
- Contatti finali d'uscita di tipo elettromeccanico tradizionale, con controllo permanente della continuità delle bobine di comando
- Orologio - calendario con circuiti di memoria che garantiscano il funzionamento senza alimentazione sino a 150 ore (RTC, Real Time Clock)
- Alimentazione ausiliaria realizzata mediante un circuito stabilizzatore a commutazione, avente un campo d'impiego ampio e una dissipazione di potenza molto ridotta

Le caratteristiche di funzionamento più significative saranno:

- Programmazione dei modi e dei parametri di funzionamento mediante i tasti frontali e l'indicatore alfanumerico, con una procedura basata sull'attuazione di scelte guidate e sull'indicazione esplicita e immediata delle operazioni eseguite
- Necessità della conferma finale (ovvero dell'annullamento) per ogni modifica delle caratteristiche di funzionamento
- Le operazioni di modifica delle caratteristiche non dovranno interrompere il normale funzionamento del relè
- Oltre ai valori dei parametri (soglie e tempi d'intervento) saranno completamente programmabili anche le modalità di assegnazione delle varie funzioni di protezione ai relè finali, la condizione normale di ogni relè finale e il tipo di ripristino
- Impossibilità di programmare valori dei parametri inaccettabili, grazie alla limitazione automatica d'inizio e fondo scala dei rispettivi campi di taratura
- Duplicazione della memoria contenente i dati di taratura, con correzione automatica di eventuali errori

La funzione direzionale di corrente utilizzerà un criterio particolare di funzionamento basato su un algoritmo ad aggancio di fase: ciò permetterà al relè di funzionare correttamente anche in occasione di un guasto franco trifase in cui la tensione della linea si riduce notevolmente sino ad annullarsi.

Il circuito di blocco, destinato alla realizzazione di sistemi di protezione a logica accelerata, sarà dotato anch'esso di elevate caratteristiche di affidabilità, grazie al processo di controllo periodico della continuità del collegamento a filo pilota.

I circuiti d'entrata digitale, destinati tipicamente alla realizzazione di sistemi di protezione adattativi, dovranno permettere di selezionare due differenti configurazioni di taratura.

In alternativa potranno essere utilizzati per le seguenti funzioni accessorie:

- Ripristino a distanza
- Comando memorizzazione misure
- Ingresso di blocco da contatto
- Supervisione del circuito di scatto
- Comando di sincronizzazione orologio (mediante collegamento dati al sistema di supervisione)

Saranno presenti le funzioni accessorie:

- Memoria dei valori delle grandezze d'entrata corrispondenti almeno agli ultimi otto interventi e registrazione dei segnali misurati per un tempo precedente e successivo all'intervento ($2.5 + 2.5s$)
- Supervisione del circuito di scatto
- Protezione per mancata apertura interruttore (BF)
- Inibizione delle funzioni programmabile all'accensione per un tempo regolabile

4.6.3 Sistema di supervisione e controllo

I relè dovranno essere dotati di interfaccia standard RS485 per il collegamento con l'unità centrale di supervisione tramite una rete di comunicazione; dovrà essere disponibile a richiesta una interfaccia locale con un PC portatile mediante il connettore frontale a fibra ottica.

Il protocollo di comunicazione potrà essere scelto tra due tipi:

- ModBus RTU con parametri programmabili (velocità, parità, stop - bit)
- Protocollo proprietario in modo da garantire la compatibilità con le reti di comunicazione che prevedono l'impiego del dispositivo concentratore

La disponibilità di un protocollo standard consentirà di integrare i relè di protezione in un sistema di supervisione (SCADA) standard.

4.6.4 Manutenzione

I relè non dovranno richiedere alcuna particolare manutenzione; tutti i circuiti utilizzeranno infatti componenti statici di elevata qualità, i semilavorati dovranno essere sottoposti a verifiche dinamiche di funzionamento prima dell'assemblaggio dell'apparecchio completo. I circuiti dedicati ed il firmware preposto alla funzione di autodiagnosi dovranno operare un controllo continuo sul funzionamento del relè; la funzione di autoazzeramento funzionante in permanenza correggerà dinamicamente gli errori di misura causati da offset, derive termiche, invecchiamento dei componenti ecc.

Il microprocessore disporrà di un circuito denominato watch-dog che provvederà a ripristinare il corretto funzionamento del firmware in caso di guasto.

Tutte le azioni di manutenzione che l'utente dovrà considerare dovranno essere descritte in un libretto di manutenzione da consegnare in sede di fornitura.

4.6.5 Accettazione ed approvazione delle apparecchiature

In sede di approvazione dei materiali, dovranno essere comunicate le seguenti informazioni:

- Descrizione dettagliata delle protezioni specificandone le caratteristiche elettriche e dimensionali, allegando i relativi cataloghi
- Disegno delle protezioni con indicate le dimensioni di ingombro
- Certificati o estratto dei rapporti di prova delle prove di tipo
- Peso in assetto di trasporto
- Suddivisione dei colli per la spedizione
- Lista di referenze per apparati simili consegnati dal fornitore negli ultimi tre anni

A seguito di approvazione della fornitura, l'Appaltatore dovrà consegnare, nei tempi definiti dalla DL, i seguenti documenti:

- Schemi elettrici tipici
- Disegno d'assieme con dimensioni d'ingombro impegnative
- Manuale d'installazione e manutenzione
- Manuale d'installazione e manutenzione degli accessori principali

Al momento della consegna in cantiere dovranno essere allegati i seguenti documenti finali:

- Schemi elettrici dettagliati
- Certificati di collaudo dei dispositivi
- Dichiarazione di conformità alle normative in vigore ed eventuale dichiarazione di conformità alle direttive dell'UE applicabili e riguardanti l'apposizione della marcatura CE

Con le protezioni dovrà essere inoltre fornito un manuale di installazione e d'uso in cui siano almeno riportate:

- Indicazioni sulle condizioni di stoccaggio e sull'installazione
- Verifiche prima della messa in servizio
- Indicazioni sulle operazioni di manutenzione
- Indicazioni sulla risoluzione dei problemi

4.6.6 Imballaggio e trasporto

I singoli pezzi da trasportare dovranno essere forniti con adeguata protezione contro i depositi polverosi e le infiltrazioni di acqua; adeguate protezioni dovranno essere previste in corrispondenza delle parti sporgenti al fine di evitare danneggiamenti durante il trasporto o la movimentazione.

4.7 Trasformatori MT/bt

Nel presente paragrafo vengono definiti i requisiti principali che dovranno essere soddisfatti dai trasformatori di potenza MT/BT.

Per ulteriori dettagli tecnici si rinvia all'Elenco Descrittivo delle Voci.

I trasformatori MT/BT potranno essere con isolamento in olio, in resina o a secco secondo quanto indicato negli altri documenti di progetto.

I trasformatori dovranno essere, per quanto possibile, costruiti secondo procedure normalizzate così da garantire la reperibilità sul mercato per tutta la durata di vita prevista e dovranno essere adatti per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche derivanti da un eventuale corrente di guasto.

Si dovranno inoltre limitare i rumori e le vibrazioni emessi dalla macchina al di sotto delle soglie imposte per legge.

4.7.1 Prescrizioni comuni

Prescrizioni costruttive

I trasformatori dovranno essere costruiti a regola d'arte con l'impiego di materiali della migliore qualità, in accordo con quanto stabilito dalle Norme di costruzione, dai regolamenti di sicurezza e da quanto qui specificato.

Nucleo magnetico

Il nucleo magnetico dovrà essere costruito con lamierini a cristalli orientati, ad alta permeabilità e basse perdite specifiche, isolati sulle due facce ed assiemati in modo da formare colonne pressoché circolari. Sarà corredato di carpenterie metalliche zincate a caldo e/o verniciate, con supporti specifici per il fissaggio degli avvolgimenti di bassa e media tensione.

Nelle macchine con potenze elevate i blocchetti di sospensione degli avvolgimenti saranno dotati di molle a spirale per compensare le dilatazioni termiche durante l'esercizio.

Nelle giunzioni tra colonne e gioghi, che saranno realizzate a 45°, i lamierini saranno tagliati con sistema "step-lap" per ridurre al minimo le perdite.

Il pacco magnetico sarà pressato da profilati in lamiera piegata.

Il nucleo sarà trattato con vernici non igroscopiche e contro la corrosione.

Collegamenti elettrici

Saranno previsti n. 3 terminali sul lato MT e n. 4 terminali sul lato (bt), contrassegnati secondo le normative vigenti.

Il tipo di terminali (a spina, per blindosbarre, ecc.) è indicato negli altri documenti di progetto.

I terminali MT, se non indicato diversamente negli altri documenti, dovranno essere unipolari a spina per innesto rapido, tipo ELASTIMOLD o equivalente.

In ogni caso, per i trasformatori installati a giorno, i terminali dovranno essere protetti contro i contatti diretti per mezzo di coprimorsetti aventi grado di protezione minimo IP3X.

I cavi MT e bt, ove non siano previsti collegamenti in condotto sbarre, dovranno essere fissati alle pareti del locale (o al box di protezione trasformatore) con adeguati telai di sostegno ed in modo tale che risulti agevole e poco "distruttiva" l'estrazione del trasformatore in caso di manutenzione e/o sostituzione.

Tutti i conduttori dei circuiti ausiliari e di messa a terra dovranno essere provvisti di capocorda a compressione ed inoltre quelli dei collegamenti di messa a terra saranno di tipo ad occhiello.

Tutti i collegamenti ausiliari dovranno essere posati entro guaine protettive e le connessioni andranno eseguite entro cassette dedicate di tipo isolante; le morsettiere di collegamento saranno di tipo antivibrante.

Dovrà comunque essere garantito un grado di protezione IP55.

I collegamenti saranno infine contrassegnati in modo leggibile e permanente con le stesse sigle riportate negli schemi elettrici; le marcature saranno conformi alla norma CEI 16-7, di tipo ad anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti presigliati termorestringenti.

Dimensioni

Le dimensioni di ingombro del trasformatore, dei relativi terminali di collegamento, nonché il peso dello stesso, dovranno essere compatibili con le previsioni di progetto relativamente all'interfaccia con il resto dell'impianto, nonché al posizionamento della macchina elettrica nei relativi locali tecnici.

Compatibilità elettromagnetica

Per l'apparecchiatura di controllo della temperatura ed altri collegamenti ausiliari, comprese le sonde, la protezione contro i disturbi elettromagnetici dovrà essere conforme alle specifiche norme in tema di compatibilità elettromagnetica.

Il trasformatore dovrà avere caratteristiche tali da risultare compatibile con tutte le altre apparecchiature di cui è prevista l'installazione nell'ambito del presente appalto.

Box di contenimento

I trasformatori di potenza dovranno essere contenuti in appositi alloggiamenti così costituiti:

- Carpenteria metallica modulare, costituita da una struttura autoportante in lamiera di acciaio e da una serie di elementi di completamento (porte e pannelli di tamponamento). Per l'accessibilità allo scomparto dovranno essere previste 2 porte anteriori apribili a cerniera
- Verniciatura secondo ciclo normalizzato, colore della scala RAL a scelta della DL
- Sistema di ventilazione naturale
- Sbarra in rame di messa a terra
- Oblò per visualizzazione interno scomparto
- Serratura di sicurezza (chiave asportabile solo a porte anteriori chiuse)
- Sistema di illuminazione interna del box, provvisto di relativo interruttore di comando, con lampade sostituibili dall'esterno
- Targhette indicatrici e di sequenza manovre
- Staffe per supporto/ammarraggio cavi MT e BT
- Rotaie di scorrimento trasformatore
- Minuterie a completamento

Gli alloggiamenti dovranno avere dimensioni tali da contenere in modo agevole i trasformatori e permettere lo smaltimento del calore da essi prodotto, dovranno essere non rumorosi in presenza di sollecitazioni elettrodinamiche ed immuni dalla generazione di scariche parziali anche in presenza di sovratensioni nei limiti previsti dalla normativa.

Accessori

Il trasformatore dovrà essere completo di tutti gli accessori necessari per il suo funzionamento ottimale.

Si dovranno fornire almeno i seguenti dispositivi e accessori:

- Ruote di scorrimento bidirezionali e relativi dispositivi per il bloccaggio alle rotaie o al pavimento
- Isolatori portanti per collegamento primario
- Variatore di tensione a vuoto sull'avvolgimento di media tensione, con prese $\pm 2 \times 2,5\%$
- Ganci per il traino dei trasformatori nei due sensi ortogonali
- Golfari di sollevamento
- Elettroventilatori per incremento della potenza (se richiesti esplicitamente)
- Targa di identificazione con evidenziati i dati caratteristici del trasformatore, ubicata in posizione visibile sia nel caso di macchina a giorno (entro box di muratura) sia nel caso di macchina entro box di protezione (tramite oblò di ispezione)
- Due morsetti di messa a terra (UNEL 061312-71), con bullone di tipo antiallentante, contrassegnati secondo le norme
- Targa di identificazione con evidenziati i dati caratteristici del trasformatore, ubicata in posizione visibile sia nel caso di macchina a giorno (entro box di muratura) sia nel caso di macchina entro box di protezione (tramite oblò di ispezione)
- Attrezzi speciali per l'esercizio e la manutenzione

Commutatore a vuoto

Il trasformatore sarà dotato di un commutatore a 5 posizioni ($\pm 2 \times 2,5\%$) che serve ad adattare la tensione nominale dell'avvolgimento MT alla tensione disponibile nell'impianto, nonché adattare la tensione a vuoto secondaria alle esigenze dell'impianto utilizzatore, anche in termini di caduta di tensione sulle linee. La commutazione dovrà avvenire a trasformatore staccato dalla rete, utilizzando la manopola posta sopra il coperchio. La manopola sarà bloccabile in ognuna delle 5 posizioni, per evitare manovre accidentali.

Condizioni normali di installazione

La temperatura ambiente all'interno del locale, quando il trasformatore è in esercizio, dovrà rispettare i seguenti limiti:

- Temperatura minima : -25°C
- Temperatura massima : $+ 40^{\circ}\text{C}$

Accettazione ed approvazione delle apparecchiature

In sede di approvazione dei materiali, dovranno essere comunicate le seguenti informazioni:

- Descrizione dettagliata del trasformatore, specificandone le caratteristiche elettriche e dimensionali, allegando i relativi cataloghi

- Disegno del trasformatore e dello schema degli ausiliari con indicate le dimensioni di ingombro (preliminari) e le distanze di rispetto in caso di richiesta del trasformatore senza armadio di protezione
- Curve di sovraccarico
- Rendimenti e cadute di tensione a 25%, 50%, 75%, 100% della potenza nominale e per $\cos\phi = 0,9$ e $\cos\phi = 1$
- Certificati o estratto dei rapporti di prova delle prove di tipo
- Peso del trasformatore in assetto di trasporto
- Suddivisione dei colli per la spedizione
- Lista di referenze per trasformatori simili consegnati dal fornitore negli ultimi tre anni

A seguito di approvazione della fornitura, l'Appaltatore dovrà consegnare, nei tempi definiti dalla DL, i seguenti documenti:

- Schemi elettrici ausiliari tipici
- Disegno delle fondazioni da predisporre
- Disegno d'assieme con dimensioni d'ingombro impegnative
- Manuale d'installazione e manutenzione del trasformatore
- Manuale d'installazione e manutenzione degli accessori principali

Al momento della consegna in cantiere dovranno essere allegati i seguenti documenti finali:

- Schemi elettrici dettagliati
- Certificati di collaudo del trasformatore
- Certificati di collaudo degli ausiliari
- Dichiarazione di conformità alle normative in vigore ed eventuale dichiarazione di conformità alle direttive dell'UE applicabili e riguardanti l'apposizione della marcatura CE

Con il trasformatore dovrà essere inoltre fornito un manuale di installazione e d'uso in cui siano almeno riportate:

- Indicazioni sulle condizioni di stoccaggio e sull'installazione
- Indicazioni sulle regolazioni
- Protezioni del trasformatore e tarature suggerite
- Verifiche prima della messa in servizio
- Indicazioni sulle operazioni di manutenzione

- Indicazioni sulla risoluzione dei problemi

Imballaggio e trasporto

I trasformatori dovranno essere forniti con adeguata protezione contro i depositi polverosi e le infiltrazioni di acqua; adeguate protezioni dovranno essere previste in corrispondenza delle parti sporgenti al fine di evitare danneggiamenti durante il trasporto o la movimentazione.

4.7.2 Trasformatori MT/bt isolati in resina

Caratteristiche specifiche

Trasformatori trifase con avvolgimenti MT inglobati sotto vuoto in resina epossidica, con raffreddamento ad aria naturale o forzata, a seconda delle specifiche di progetto.

La resina isolante sarà del tipo epossidico; il processo di polimerizzazione dovrà avvenire sotto vuoto ad alta temperatura, per permettere l'eliminazione dei gas eventualmente presenti nella resina ancora fluida. La resina impiegata dovrà assicurare le seguenti proprietà principali:

- Tenuta alle sollecitazioni ad impulso
- Tenuta alle sollecitazioni di corto circuito
- Contenuto minimo di scariche elettriche parziali
- Completa assenza di igroscopicità
- Autoestinguenza al cessare della causa di incendio
- Coefficiente di dilatazione termica il più possibile vicino al coefficiente di dilatazione termica dei conduttori impiegati

Condizioni ambientali, climatiche e di comportamento al fuoco

Le norme di riferimento classificano i trasformatori a secco in relazione alle condizioni ambientali, climatiche e di comportamento al fuoco come descritto nelle tabelle seguenti:

CLASSE AMBIENTALE	E0	Sul trasformatore non si manifesta condensa e l'inquinamento è trascurabile. Questa condizione si verifica nelle installazioni all'interno in ambiente pulito e asciutto
	E1	Condensa occasionale può manifestarsi sul trasformatore (ad es. quando il trasformatore non è alimentato). E' possibile la presenza di un modesto inquinamento
	E2	Il trasformatore è soggetto a consistente condensa o intenso inquinamento o ad una combinazione di entrambi i fenomeni

CLASSE CLIMATICA	C1	Il trasformatore è atto a funzionare a temperature non inferiori a -5°C, ma può essere esposto durante il trasporto ed il magazzinaggio a temperature ambiente sino a -25°C
	C2	Il trasformatore è atto a funzionare, essere trasportato ed immagazzinato a temperature ambiente sino a -25°C

CLASSE DI COMPORTAMENTO AL FUOCO	F0	Non è previsto un particolare rischio di incendio. Non vengono prese particolari misure per limitare l'infiammabilità, a parte le caratteristiche intrinseche al progetto del trasformatore
	F1	Trasformatori soggetti a rischio di incendio. E' richiesta l'infiammabilità ridotta. Entro un tempo determinato, da concordarsi, se non specificato da Norma CEI, tra costruttore e acquirente, il fuoco deve autoestinguersi (è ammessa una debole fiamma con consumo energetico di sostanze tossiche e di fumi opachi. I materiali impiegati devono fornire solo un limitato contributo di energia termica ad un incendio esterno
	F2	Per mezzo di dispositivi particolari, il trasformatore deve essere atto a funzionare per un tempo definito quando investito da un incendio esterno. Devono essere rispettate anche le prescrizioni relative alla classe F1

L'Appaltatore dovrà dimostrare la rispondenza dell'apparecchiatura fornita alle specifiche di progetto, anche mediante documentazione acquisita presso il proprio fornitore, che attesti il superamento presso un laboratorio ufficiale di tutte le prove prescritte dalle norme per le classi sopra descritte.

Per quanto riguarda la classe di comportamento al fuoco, il costruttore dovrà dimostrare inoltre che, in caso di incendio, i gas emessi dal sistema epossidico utilizzato rientrano comunque nei limiti stabiliti dalle norme stesse.

La classificazione della macchina dovrà essere riportata anche nella targa recante tutte le caratteristiche della stessa.

Avvolgimenti

L'avvolgimento di media tensione, avente come conduttore l'alluminio o il rame, sarà inglobato in resina sotto vuoto tramite l'impiego di uno stampo appropriato.

La classe di isolamento dei materiali dielettrici utilizzati sarà almeno pari ad "F".

L'avvolgimento di bassa tensione sarà realizzato in nastro di alluminio e/o rame, per contenere al minimo gli sforzi assiali e radiali derivanti da sollecitazioni di corto circuito. Esso sarà del tipo interavvolto con isolante flessibile pre-impregnato.

La classe di isolamento dei materiali dielettrici utilizzati sarà almeno pari ad "F".

Accessori specifici

Si dovranno fornire almeno i seguenti dispositivi e accessori, specifici per trasformatori isolati in resina:

- n. 3 sonde di temperatura Pt100, una per ciascun avvolgimento di bassa tensione, riportate ad unica cassetta per il collegamento con il relè di protezione e controllo della temperatura
- n. 1 sonda di temperatura Pt100 sul nucleo
- Relè di protezione e controllo della temperatura (centralina termometrica) completo di morsettiera per la raccolta di tutti i circuiti di protezione e allarme, ubicato in posizione facilmente accessibile dal fronte, in grado di generare un segnale di allarme qualora una delle grandezze controllate superi la soglia preimpostata. La centralina sarà dotata di due contatti indipendenti per segnalazione di allarme e scatto, al fine di comandare l'attivazione della ventilazione forzata nel locale. La centralina termometrica non dovrà essere fissata a bordo del trasformatore al fine di evitare malfunzionamenti. Questa dovrà prevedere una opportuna isteresi tra le soglie di inserzione e di disinserzione al fine di evitare problemi di pendolamento.

Sovratemperatura degli avvolgimenti

Il trasformatore sarà progettato in modo che la ventilazione naturale mantenga la temperatura della macchina al di sotto dei valori massimi previsti dalle norme.

Il locale all'interno del quale il trasformatore verrà installato, sarà dotato di ventilazione adeguata.

Le sovratemperature degli avvolgimenti dei trasformatori destinati a funzionare nelle condizioni normali di servizio sopra indicate non dovranno superare i limiti specificati nella seguente tabella per la classe di isolamento scelta:

Classe di isolamento	Temperature medie degli avvolgimenti (°C)	Temperature massime del sistema isolante (°C)
F	140	155

4.8 Gruppi elettrogeni per alimentazione di emergenza

4.8.1 Generalità

All'interno del locale gli impianti elettrici dovranno essere in conformità alle indicazioni della norma 64/8, per i locali a maggior rischio in caso di incendio del tipo C ed in ogni caso dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni seguenti:

- I quadri elettrici, gli apparecchi illuminanti, i motori, ecc., dovranno essere di tipo stagno, con grado di protezione non inferiore a IP44; stesso grado di protezione avranno gli eventuali apparecchi di comando e manovra (interruttori, sezionatori di macchina, ecc.); essi dovranno inoltre essere onnipolari, dovranno cioè sezionare tutti i conduttori (escluso quello di terra) costituenti le linee di alimentazione delle utenze su cui sono inseriti
- Il contenitore della batteria di avviamento, viceversa, dovrà avere un grado di protezione almeno pari a IP40
- Dovranno essere impiegati cavi adatti alla posa in ambienti umidi provvisti di guaina esterna protettiva (FG7(O)R/FG7(O)M1). Per la loro posa potranno essere usate, a seconda delle necessità, canalette in acciaio zincato di tipo chiuso, munite di coperchi costruite ed installate in modo da presentare un grado di protezione non inferiore a IP40, oppure tubazioni in acciaio zincato UNI 3824 (tubo Mannesmann), oppure tubi rigidi in PVC di tipo filettabile
- Per i collegamenti al gruppo o alle eventuali macchine che possono trasmettere vibrazioni saranno impiegati tubi flessibili con spirale in acciaio zincato di tipo a doppia aggraffatura, e guaina esterna in PVC
- I raccordi alle estremità per il collegamento a cassette, canalette, tubi rigidi, dovranno essere di tipo adatto alle dimensioni del tubo stesso. Non dovranno essere impiegati raccordi con clips strette con viti
- Le canalette avranno dimensioni tali che i cavi siano posati su non più di uno strato; il diametro dei tubi invece sarà tale che il rapporto con il diametro del fascio di cavi contenuti non sia inferiore a 1,5
- Le derivazioni dovranno essere eseguite su morsettiera entro cassette stagne (IP44) in lega leggera (collegate a terra) o in materiale isolante
- Dovranno essere rese equipotenziali e collegate a terra tutte le tubazioni (dei gas di scarico, di collegamento al serbatoio di stoccaggio, ecc.) entranti o uscenti dal locale, e le masse metalliche indicate sui disegni
- In base a quanto sopra detto, i conduttori di collegamento al quadro e alla batteria saranno posati entro tubi flessibili opportunamente supportati fino al cunicolo. Nel cunicolo saranno posati entro canaletta in acciaio zincato con coperchio distanziata dal fondo del cunicolo stesso
- Adatti raccordi e/o pressacavo garantiranno il mantenimento dei gradi di protezione della cassetta di contenimento della morsettiera, del quadro elettrico, del contenitore della batteria e delle canalette

4.8.2 Motore

Il motore sarà previsto con avviamento ed arresto automatici, e sarà dotato di:

- Raffreddamento ad acqua o ad aria secondo quanto eventualmente richiesto in altro elaborato
- Avviamento elettrico ottenuto con motore stagno (grado di protezione non inferiore a IP44). Se richiesto l'avviamento sarà ad aria compressa
- Filtri dell'aria, dell'olio e del combustibile
- Apparecchi di controllo per l'impiego specifico del motore nell'esecuzione automatica, quali il pressostato per l'olio, il termostato per il motore o per l'acqua, (per i motori raffreddati ad acqua), i dispositivi di controllo di sovravelocità
- Manometro per l'olio
- Termometro per l'acqua o per l'olio, rispettivamente per i motori raffreddati ad acqua e ad aria
- Dispositivo elettromagnetico di arresto di emergenza per l'intercettazione del carburante di alimentazione
- Silenziatore per i gas di scarico con elementi a risonanza e ad assorbimento accoppiati in un unico corpo in lamiera di acciaio saldata e protetta con vernici resistenti alle alte temperature, completo di isolamento acustico e termico ottenuto con materiali resistenti fino a 500 °C, e conforme a quanto prescritto dalla circolare n° 31 del Ministero dell'Interno (art. 5.3), supporti di sostegno, flange e guarnizioni di raccordo, spurghi per scarico condensa. L'attenuazione del silenziatore non dovrà essere inferiore ai seguenti valori in db(A) misurati in campo libero ed in corrispondenza ai rispettivi valori in Hz delle frequenze centrali delle ottave indicati entro parentesi: 31,5(25) - 40(125) - 40(1000) - 27(8000)
- Scaldiglia di preriscaldamento dell'olio completa di termostato di regolazione
- Supporti antivibranti interposti fra motore-alternatore e basamento, e fra basamento e blocco di fondazione in calcestruzzo oppure (se non è richiesto il blocco di fondazione) fra basamento e pavimento
- Vaschetta di lamiera di acciaio zincato alta 2-3 cm e il più possibile larga (compatibilmente con la necessità di estrarla) posata sotto il motore per raccogliere olio e/o gasolio che dovessero gocciolare dal motore medesimo
- Olio di primo riempimento

Per il collegamento dei vari apparecchi di cui è dotato il motore (termostati, pressostati, ecc.) saranno impiegati cavi uni o multipolari flessibili provvisti di guaina antiabrasiva (tipo N1VV-K). I cavi saranno posati entro tubazioni flessibili in acciaio zincato con doppia aggraffatura e guaina esterna in PVC). Le tubazioni saranno saldamente supportate e distanziate in modo da non subire danneggiamenti a causa delle vibrazioni e delle elevate temperature che possono raggiungere alcune parti del motore. Per giunzioni, collegamenti, ecc., dovranno essere impiegati esclusivamente gli accessori previsti allo scopo del costruttore. Non è ammesso bloccare le estremità delle tubazioni con raccordi del tipo con clips strette con viti.

4.8.3 Generatore

Alternatore sincrono trifase di tipo protetto adatto all'installazione all'interno, conforme alle norme CEI 2-4/57 fasc. 122 e 2-3/74 fasc. 355 e rispondente alle seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale: valore indicato negli altri elaborati di progetto
- Fattore di potenza del carico: 0,8 in ritardo
- Servizio: continuo
- Temperatura ambiente: 40 °C
- Possibilità di sovraccarico istantaneo fino a: 3 x I nominale
- Sovraccaricabilità: 10% per 1 ora ogni 12 ore
- Tensione nominale: 400/230 V
- Campo di variazione della V in regime statico: + 1,5%
- n° fasi: 3
- Collegamento avvolgimenti: a stella con neutro accessibile in morsettiera
- Morsetti: 4 + terra
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Velocità di rotazione: valore indicato negli altri elaborati di progetto
- Classe di isolamento: F
- Grado di protezione non inferiore a: IP22

L'alternatore sarà completo di gabbia smorzatrice e di dispositivo di autoregolazione della tensione. La morsettiera sarà posta entro una cassetta stagna (grado di protezione non inferiore a IP44) in lega leggera pressofusa o in materiale isolante

4.8.4 Altri componenti

Basamento

Sarà ottenuto mediante profilati o robusta lamiera pressopiegata in acciaio saldato e verniciato; sarà completo di giunti antivibranti per l'ancoraggio del motore e del generatore.

Quadro elettrico

Descrizione

Il quadro elettrico di comando e controllo sarà di tipo ad armadio per installazione all'interno appoggiato a pavimento, dovrà essere rispondente alle prescrizioni di Legge e conforme alle Norme CEI (in particolare alle Norme 17-13/92 fasc. 542). Sarà costituito da una robusta intelaiatura metallica in profilati di acciaio o in profili tubolari di acciaio con spessore minimo di 2 mm o in lamiera di acciaio piegata ed irrigidita di spessore di almeno 2 mm. L'involucro sarà costituito da pannelli in lamiera di almeno 1,5 mm di spessore ribordati, saldati

e fissati all'intelaiatura con viti. La porta sarà apribile a cerniera, dotata di chiusura a chiave e maniglie isolanti e provvista di adeguati irrigidimenti per evitare deformazioni o svergolamenti. Il grado di protezione dell'involucro dovrà essere non inferiore a IP44. Tutte le parti in acciaio del quadro, sia interne che esterne, dovranno essere accuratamente verniciate a forno con smalti a base di resine epossidiche previo trattamento protettivo (sgrassatura, fosfatazione e due mani di antiruggine). Le parti non verniciate, ed in particolare la bulloneria, dovranno essere state sottoposte a trattamenti protettivi superficiali (zincatura, zincocromatura, cadmiatura). Tutti i materiali isolanti impiegati saranno di tipo incombustibile o non propagante la fiamma. L'esecuzione dovrà essere conforme alle prescrizioni seguenti:

- I cablaggi dei circuiti ausiliari dovranno essere eseguiti con conduttori flessibili isolati in PVC (cavo N07V-K/ N07G9-K) aventi sezioni non inferiori a 1,5 mm², dotati di capicorda a compressione isolati e di collari di identificazione. Essi dovranno essere disposti in maniera ordinata e, per quanto possibile, simmetrica entro canalette in PVC munite di coperchio e ampiamente dimensionate
- Le canalette dovranno essere fissate mediante viti autofilettanti, o con dado o rivetti, interponendo in tutti i casi una rondella. Non è ammesso l'impiego di canalette autoadesive
- Sulla porta saranno montati solo apparecchi di comando e segnalazione (pulsanti, selettori, commutatori, indicatori luminosi, ecc.) appartenenti ai circuiti ausiliari o strumenti di misura indicatori (esclusi quindi i contattori di misura dell'energia), apparecchi cioè per il collegamento dei quali non siano necessari conduttori di sezione superiore a 1,5 mm². Tali conduttori dovranno essere raccolti in fasci, protetti con guaina o spirale in plastica ed avere lunghezza sufficiente ad evitare sollecitazioni di trazione o strappi a pannello completamente aperto
- Tutti i conduttori di neutro e di protezione o di terra dovranno essere chiaramente contraddistinti fra loro e dagli altri conduttori usando colorazioni diverse (blu chiaro per il neutro e giallo-verde per i conduttori di terra)
- Tutti i conduttori in arrivo e/o in partenza dal quadro e di sezione minore o uguale a 16 mm² dovranno essere attestati su morsetti di adeguata sezione di tipo isolato, componibili, montati su guida profilata unificata, e numerati o contrassegnati; quelli aventi sezione superiore a 16 mm² saranno provvisti di adatto capicorda a compressione collegati direttamente agli interruttori ed ancorati all'intelaiatura per non sollecitare gli interruttori stessi
- Tutti i conduttori di terra in arrivo e/o in partenza dal quadro dovranno essere attestati su una sbarra di terra in rame. I conduttori dovranno essere collegati singolarmente mediante viti con dado, rosette elastiche e capicorda ad occhiello
- Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra (conformemente a quanto previsto dalle citate Norme CEI 17-13). Il collegamento di quelle mobili o asportabili dovrà essere eseguito con

cavo flessibile (cavo N07V-K/ N07G9-K) di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm², muniti alle estremità di capicorda a compressione di tipo ad occhiello

- Sui pannelli frontali dovranno essere riportate, incise con pantografo su targhette in plastica, tutte le scritte necessarie ad individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione, ecc. Alla consegna degli impianti la Ditta dovrà corredare il quadro con una copia aggiornata degli schemi sia dei circuiti principali che di quelli ausiliari

Il quadro eseguito secondo quanto sopra descritto sarà completo di:

- Indicatori luminosi per la segnalazione di minima pressione olio, massima temperatura motore, minimo livello combustibile, sovravelocità sovraccarico del generatore, mancato avviamento, inserzione scaldiglie preriscaldamento olio e massima temperatura acqua (per i gruppi con questo fluido di raffreddamento)
- Strumenti indicatori per la misura della corrente erogata (n° 3 amperometri), della tensione fase-fase sia lato rete che lato gruppo (n° 1 voltmetro con commutatore a sette posizioni) della frequenza in uscita dal generatore (n° 1 frequenziometro a lamelle 47-53 Hz)
- Un gruppo di misura di energia costituito da contatori muniti di regolare certificato di taratura ed in conformità con le prescrizioni di legge e UTF (per i gruppi di potenza non inferiore a 200 kW)
- Contatore di funzionamento del gruppo
- Un segnalatore acustico
- Un predispositore per la scelta del tipo di carica per la batteria a tre posizioni: automatico - a fondo - mantenimento
- Un predispositore per il comando manuale della commutazione rete-gruppo
- Un pulsante per l'arresto d'emergenza
- Un pulsante di tacitazione dell'allarme acustico
- Interruttori automatici magnetotermici per la protezione delle linee, alternatore, carica batterie, scaldiglie ed un interruttore sulla linea entrante per alimentazione ausiliari (scaldiglie, carica batterie, ecc.)
- Fusibili per la protezione dei circuiti ausiliari e di misura voltmetrici
- Relè ed apparecchi per l'avviamento e l'arresto del gruppo, nonché per il comando della commutazione completamente automatici
- Trasformatore, raddrizzatore, protezioni e dispositivo elettronico di controllo della carica della batteria con il passaggio automatico dalla carica a fondo alla carica di mantenimento e viceversa, a seconda del livello di tensione
- Morsettiera per l'attestazione delle linee in arrivo e tutti gli accessori necessari per il perfetto funzionamento

Per i gruppi di piccola potenza (fino a 25 kVA compresi) il quadro, anziché di tipo ad armadio appoggiato a pavimento potrà essere di tipo a cassetta. Dovrà però essere comunque fissato a parete e non potrà essere quindi montato sul gruppo. Per quanto riguarda rispondenza alle Norme CEI, gradi di protezione dell'involucro, trattamenti protettivi, modalità di esecuzione e dotazione di apparecchi come quanto indicato per il quadro di tipo ad armadio. La dotazione di strumenti potrà essere ridotta ad un voltmetro con commutatore a sette posizioni e ad un amperometro con commutatore.

Funzionamento

L'avviamento del gruppo dovrà avvenire in modo completamente automatico con un ritardo regolabile fra 0 e 30 secondi nel caso in cui, su una qualsiasi delle tre fasi, venga a mancare la tensione, o si verifichi un abbassamento al di sotto di un certo valore regolabile fra 80% e 90% della tensione nominale, per un tempo regolabile da 0 a 5 secondi. Qualora il gruppo non parta al primo tentativo, il comando di avviamento sarà ripetuto altre due volte. Se anche dopo il terzo tentativo non si ha l'avviamento, il gruppo sarà bloccato, ed il blocco sarà segnalato con allarme acustico e luminoso. La segnalazione dovrà essere riportata in prossimità dell'analogia del "combustibile in riserva" nel serbatoio di stoccaggio. La commutazione del carico da rete a gruppo dovrà avvenire entro un tempo massimo di 12 secondi a partire dall'istante in cui si è verificato l'abbassamento o la mancanza di tensione in linea. Al ripristinarsi delle condizioni nominali della tensione di rete, e dopo un ritardo regolabile fra 0 e 120 secondi, avverrà la commutazione del carico su rete. In tale intervallo la tensione su tutte le fasi dovrà essersi mantenuta al di sopra di un valore regolabile fra il 90% e il 100% della tensione nominale. Dovranno essere evitati eventuali fenomeni di parallelo sull'arco, ritardando la chiusura su rete di circa 1 secondo. Effettuata la commutazione del carico su rete avverrà l'arresto del gruppo con un ritardo regolabile fino a 180 secondi.

Batteria

Batteria di accumulatori al Pb di tipo ermetico di adeguata capacità completa di:

- Involucro di contenimento in acciaio verniciato con smalto resistente all'acido previo trattamento con due mani antiruggine. L'involucro dovrà essere costruito in modo da mantenere la batteria sollevata dal pavimento dovrà presentare un grado di protezione non inferiore a IP40 e dovrà essere apribile in modo da rendere agevole la normale manutenzione della batteria
- Cavi di collegamento al carica batterie nel quadro elettrico ed al motorino di avviamento protetti da tubo flessibile con spirale interna in acciaio zincato a doppia aggraffatura e guaina in PVC e adatti raccordi di collegamento c.s.d.

Dovranno essere costruttivamente conformi alle norme CEI 21.3/89 e quanto descritto nel capitolo F.03.3.

Scarico dei gas di combustione

Il tubo se non diversamente specificato in altro elaborato di progetto, sarà in acciaio inossidabile AISI 316 saldato e sarà completo di giunto elastico di raccordo, di controflangia di collegamento e, per la parte situata entro il locale, di isolamento termico c.d. per il silenziatore. Sui disegni di progetto e sul computo metrico o specifica dei materiali sono riportati forma e dimensioni trasversali indicative, che dovranno essere verificate in funzione del diametro del collettore di scarico, della quantità di gas da espellere e della lunghezza, dopo che è stata scelta la marca e sentito il costruttore. Il tubo avrà spessore di 1 mm per diametri fino a 100 mm, 1,5 mm per diametri compresi fra 100 mm e 250 mm e 2 mm per diametri superiori a 250 mm e sarà coibentato con almeno 6 cm di lana minerale, avente una densità di 30 kg/mc ed una conduttività termica di 0,035 kcal/mh °C.

Apparecchi per arresto

L'arresto in caso di emergenza dovrà essere possibile agendo sugli apparecchi previsti allo scopo ed installati nella posizione indicata sui disegni. Gli apparecchi consistono in un interruttore per il sezionamento della linea destinata all'alimentazione del carica-batterie e delle scaldiglie, ed in un pulsante agente sul dispositivo di blocco del gruppo. Essi, come indicato negli elaborati di progetto, saranno posti entro cassetta stagna (grado di protezione non inferiore a IP55) in lamiera di acciaio verniciata dotata di portina con vetro frangibile antischeggia e serratura a chiave e di martelletto di frattura con catenella e supporto fissato a parete. La cassetta sarà di tipo sporgente o da incasso a seconda delle esigenze o delle indicazioni della D.L.

Serbatoio incorporato (gruppi diesel)

Sarà conforme alle prescrizioni della Circolare n° 31 del 31/08/1978 del Ministero degli Interni artt. 3.2.1. - 3.2.4, in lamiera di acciaio con giunzioni saldate, saldamente ancorato al basamento e protetto contro vibrazioni, urti e calore emanato dal motore e dal tubo di scappamento. Avrà capacità proporzionata alla potenza del motore e comunque non superiore a 50 litri per potenza fino a 100 kW e a 120 litri per potenze superiori. Nel collegamento con il motore saranno interposti dei tratti flessibili corazzati di raccordo. Per lo scarico del troppo pieno sarà munito di tubazione, priva di qualsiasi organo di intercettazione, fino al serbatoio di servizio o di stoccaggio. Sarà inoltre provvisto di interruttori di livello:

- Per il comando di avviamento e di arresto della pompa di alimentazione del carburante
- Per la segnalazione ottica ed acustica sia del livello minimo che massimo
- Per il comando della elettrovalvola di intercettazione, che sarà del tipo adatto per gasolio e normalmente aperta in assenza di alimentazione elettrica

Verrà installata nel pozzetto del serbatoio di stoccaggio sulla tubazione di aspirazione delle elettropompe a valle della saracinesca a strappo e sarà comandata, in chiusura, dall'interruttore di massimo livello (allarme) nel serbatoio.

Apparecchiature per travaso (gruppi diesel)

Per il travaso del combustibile dal serbatoio di stoccaggio saranno installate le seguenti apparecchiature:

- a) Una pompa a mano a movimento alternativo o rotativo completamente in bronzo, di tipo autoadescante, e adatta all'aspirazione da serbatoi interrati fino a 3 m di profondità posti a distanza di almeno 10 m
- b) Due elettropompe (una di riserva all'altra), di tipo monoblocco ad ingranaggi costituite da:
 - Corpo pompa in ghisa
 - Ingranaggi a dentatura retta od elicoidale, in acciaio al Ni-Cr-Mo
 - Albero in acciaio rettificato, cementato e temperato
 - Dispositivo di by-pass (incorporato) di sovrappressione
 - Doppio supporto lato pompa, con bussole semi fluttuanti lubrificate dal liquido pompato
 - Motore elettrico trifase in esecuzione antideflagrante ruotante a 1450 giri con doppio supporto dell'albero, su cuscinetti e ventilazione esterna
 - La portata di ciascuna pompa sarà 300 l/h e la prevalenza di 50 m;
 - Quattro valvole di esclusione a sfera da 1/2";
 - Due filtri di tipo ad Y da 1/2" in bronzo con cestello in acciaio inossidabile;
 - Due valvole di ritegno in bronzo da 1/2";
 - Due manometri con proprio rubinetto di esclusione;
 - Accessori e raccordi di collegamento alle tubazioni del combustibile;
- c) Linee di alimentazione in cavo flessibile multipolare con guaina esterna (cavo H07RN-F) di sezione non inferiore a 1,5 mm² protetto da tubazioni c.p.d.
- d) Interruttori di sezionamento (uno per ciascuna pompa) di tipo rotativo stagno con grado di protezione non inferiore a IP55 installati a parete o su colonnina nelle immediate vicinanze delle pompe stesse
- e) Apparecchi di comando e protezione installati in proprio quadro elettrico stagno (grado di protezione non inferiore a IP 44)

Oltre ad un selettore per la scelta della pompa dovrà essere previsto per ciascuna pompa:

- Interruttore non automatico-sezionatore di tipo rotativo o a leva
- Portafusibili e terna di fusibili di tipo AH di corrente nominale adeguata
- Contattore di manovra comandato dall'interruttore di livello nel serbatoio incorporato o nel serbatoio di servizio eventuale
- Contattore di emergenza azionato, assieme alla elettrovalvola di intercettazione e alla segnalazione di allarme, nel caso in cui il gasolio dovesse raggiungere il massimo livello consentito nel serbatoio
- Relè termico di protezione del motore contro il sovraccarico

Tubazioni per combustibile (gruppi diesel)

Saranno in rame rivestito con guaina in PVC.

Quella di presa avrà diametro 16/18 mm e sarà munita di valvola di fondo e succheruola. Quella di ritorno avrà diametro 22/25 mm e sarà portata fino a 10 cm dal fondo del serbatoio.

4.9 Gruppi di continuità assoluta (UPS)

4.9.1 Generalità

L'impianto deve essere dotato di uno o più gruppi di continuità (UPS: Uninterruptible Power System) in grado di garantire un'alimentazione di riserva che sopprima la mancanza dell'alimentazione normale senza alcuna interruzione (no break).

Ogni UPS deve essere del tipo statico on-line (carico alimentato dall'inverter sia in condizioni ordinarie che all'insorgere di interruzioni di alimentazione da rete o "buchi di tensione") completo di convertitore AC/DC (raddrizzatore), accumulatori, convertitore DC/AC (inverter) e commutatore statico.

Per piccole utenze ($P < 500 \text{ VA}$) il gruppo UPS può essere del tipo statico off-line (carico normalmente alimentato dalla rete e commutato sull'UPS all'insorgere di interruzioni o "buchi di tensione" o distorsioni d'onda in tempi dell'ordine dei 5-10 ms) completo di convertitore AC/DC (raddrizzatore), accumulatori e convertitore DC/AC (inverter).

La potenza dell'UPS deve essere pari alla massima potenza che il carico alimentato può richiedere in regime permanente maggiorata del 10-15% per futuri ampliamenti ed approssimata per eccesso alla più prossima potenza commerciale.

Per UPS monofase – monofase la linea di alimentazione deve essere dimensionata per $1,5 I_n$ (I_n = corrente nominale in uscita all'UPS).

Per UPS trifase – trifase, trifase – monofase la linea di alimentazione deve essere dimensionata per $1,1 I_n$ (I_n = corrente nominale in uscita all'UPS).

L'energia erogata dall'UPS deve essere fornita da batteria di accumulatori mantenuta in carica in tampone alla rete. Gli accumulatori devono essere del tipo a ricombinazione di gas (accumulatori ermetici) e pertanto completamente chiusi salvo la valvola di sfogo.

La capacità degli accumulatori deve garantire un'autonomia dell'alimentazione alla potenza nominale dell'UPS per un tempo adeguato.

Deve essere predisposto (se non incorporato nell'UPS) un circuito di by-pass ad azionamento manuale per permettere in caso di avaria o di interventi di manutenzione, di alimentare il carico in modo indipendente dall'UPS.

Per quanto concerne la protezione contro i contatti indiretti si possono verificare i seguenti due casi:

Arrivo unico da rete per commutatore statico - inverter

Il commutatore statico e la serie raddrizzatore/carica batteria/Inverter saranno alimentati da un unico arrivo da rete.

La protezione contro i contatti indiretti dei circuiti a valle dell'UPS deve essere garantita da interruttore differenziale installato immediatamente a monte dello stesso. Tale interruttore differenziale deve essere di tipo A o meglio di tipo B (sensibile anche a correnti di guasto unidirezionali) e deve avere corrente differenziale di intervento compatibile con la corrente di dispersione dei filtri in ingresso all'UPS.

Arrivi indipendenti da rete per commutatore statico - inverter

Il commutatore statico e la serie raddrizzatore/carica batteria/Inverter saranno alimentati da due arrivi da rete indipendenti.

La protezione contro i contatti indiretti dei circuiti a valle dell'UPS deve essere garantita da interruttori differenziali installati immediatamente a monte dello stesso. Tali interruttori differenziali devono essere di tipo A o meglio di tipo B (sensibile anche a correnti di guasto unidirezionali) e devono avere corrente differenziale di intervento compatibile con la corrente di dispersione dei filtri in ingresso all'UPS.

Il gruppo statico dovrà consentire l'alimentazione per tutti quei "carichi critici" che necessitano un'autonomia della rete in caso di interruzione della stessa. Dovrà inoltre garantire:

- Isolamento galvanico tra utenze e rete
- Continuità assoluta di alimentazione, anche al mancare della rete
- Completa eliminazione delle perturbazioni di rete quali microinterruzioni e fluttuazioni di tensione e frequenza
- Elevata qualità della forma d'onda della corrente erogata

Sarà costituito dalle seguenti sezioni:

La sezione raddrizzatore dovrà provvedere alla trasformazione della tensione di rete in tensione continua stabilizzata necessaria all'alimentazione dell'inverter stesso, nonché alla carica e al mantenimento in carica della batteria collegata in tampone. La sezione inverter trasformerà la tensione continua fornita dalla "sezione raddrizzatore" (o dalla batteria) in una tensione alternata sinusoidale stabilizzata in ampiezza e frequenza. La sezione commutazione automatica avrà il compito di commutare istantaneamente e senza interruzione

l'alimentazione del carico dell'inverter nel caso di avaria che precluda la continuità di servizio o in caso di sovraccarichi, per cause esterne, oltre i limiti cui l'apparecchiatura è in grado di sopportare. La sezione batterie di accumulatori soddisferà alle prescrizioni esposte in altro capitolo.

4.9.2 Accumulatori al piombo di tipo ermetico

Gli elementi costituenti la batteria saranno di tipo ermetico in vaso chiuso conforme alle Norme CEI 21-6/74 fasc. 361 e provvisti di contrassegno relativo.

Dovranno essere classificati come Accumulatori senza manutenzione, essere a bassissima aut scarica, ed essere esenti da presenza di antimonio. Tale sostanza presente in concentrazione minima, grazie alla caratteristica costruttiva degli elementi, consentirà una riduzione della corrente assorbita in carica e quella che provoca l'elettrolisi dell'acqua. I contenitori saranno sempre in materiale plastico acrilanitrilico trasparente traslucido chiusi in modo ermetico da un coperchio dello stesso materiale. Ciascun elemento dovrà essere numerato in modo progressivo.

Le piastre che compongono l'elemento saranno così composte:

- Quelle positive avranno una struttura tubolare conduttrice, ottenuta per pressofusione in lega leggera e priva di antimonio
- Quelle negative saranno di materiale attivo riportato su griglia. Anche per queste varrà il criterio costruttivo di bassa percentuale di antimonio

L'isolamento interno dovrà essere assicurato da un reticolo di tubetti contenenti la materia attiva positiva, con frapposto un separatore microscopico.

4.9.3 Altri componenti

Cavi di collegamento agli utilizzatori

I cavi per il collegamento con gli utilizzatori o con il carica batterie dei poli positivo e negativo della batteria saranno in corda di rame stagnato rigido o flessibile munito alle estremità di capicorda in rame o ottone stagnato di tipo ad occhiello fissato per compressione.

I capicorda saranno rivestiti da una guaina termorestringente fino a ricoprire anche parte dell'isolante del cavo.

La connessione al polo sarà protetta con una calotta isolante o con altro sistema equivalente atto ad impedire la possibilità di toccare contemporaneamente le due polarità.

I conduttori saranno posti entro tubazioni in PVC rigido di tipo filettabile ancorate alle pareti o ad altre strutture fisse del locale.

I tratti terminali delle tubazioni saranno di tipo flessibile collegate a quelle rigide mediante adatto raccordo.

4.10 Soccorritori in corrente continua (raddrizzatori)

4.10.1 Soccorritori in corrente continua per servizi ausiliari

L'apparecchio dovrà essere in grado di:

- Fornire, in condizioni normali, sia la carica di mantenimento della batteria, sia l'alimentazione diretta in c.c. ai carichi collegati
- Provvedere, in caso di mancanza dell'alimentazione di rete, o in caso di guasto intervenuto sul raddrizzatore, alla alimentazione senza interruzione dei carichi collegati tramite batteria tampone
- Ristabilire, al ritorno dell'alimentazione di rete, il funzionamento ordinario del raddrizzatore provvedendo alla alimentazione dei carichi collegati e alla ricarica a fondo della batteria di accumulatori

Il soccorritore sarà costituito da un alimentatore con batteria in tampone, adatto per l'alimentazione continuativa dei carichi permanenti e la contemporanea ricarica di una batteria di accumulatori.

L'apparecchiatura avrà le caratteristiche funzionali descritte nella direttiva ENEL DK 5600 e le caratteristiche tecniche specificate nei documenti di progetto o nell'Elenco Descrittivo delle Voci.

Le caratteristiche di sovraccaricabilità dell'apparecchiatura saranno comunque le seguenti:

- 200 % per 1 minuto
- 300 % per 30 secondi

Sarà dotata di pannello sinottico completo dei seguenti led per segnalazione di:

- Presenza rete
- Tensione uscita
- Tensione batteria regolare
- Minima tensione batteria
- Avaria

Disporrà inoltre di Contatti flottanti su scheda interfaccia allarmi per le seguenti segnalazioni di allarme:

- Minima tensione batteria

- Mancanza rete
- Avaria

Le caratteristiche degli accumulatori saranno invece le seguenti:

- Tipologia: ermetici al Pb con vita attesa di 10-12 anni (classificazione "High Performance" secondo la classificazione EUROBAT), salvo diversamente specificato nei documenti di progetto.

La batteria di accumulatori sarà fornita cablata e staffata su piastra.

Con l'apparecchio dovranno essere fornite, di scorta, tre serie complete di tutti i fusibili di cui esso è dotato.

Esso verrà alloggiato all'interno del quadro di media tensione (ipotesi da valutare con il Costruttore del quadro), ovvero entro armadio di contenimento in lamiera, con dimensioni sufficienti e margine di almeno 100 mm su tutte e tre le dimensioni rispetto alle dimensioni max di ingombro del soccorritore. L'armadio sarà dotato di opportune aperture e alettature per la ventilazione, in modo tale che la temperatura interna non superi mai i 40 °C a porta chiusa.

4.11 Quadri e apparecchiature di bassa tensione

4.11.1 Generalità

I quadri dovranno essere in grado di sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche in condizione di cortocircuito.

Si dovrà verificare che la corrente di breve durata (I_{cw}), intesa come corrente che il quadro può sopportare per 1 s (ovvero I_{cc} : se si considera l'intervento di un dispositivo di protezione installato sul quadro o a monte del quadro, la tenuta al cortocircuito è individuata dalla corrente di cortocircuito condizionata (I_{cc}) risulti superiore alla corrente di cortocircuito presunta (I_{cp})).

La prova di tenuta al cortocircuito non è richiesta per i quadri con I_{cw} (o I_{cc}) inferiore a 10 kA o quando il quadro sia protetto da un interruttore limitatore che limiti la corrente di cortocircuito a 15 kA (valore di picco).

La sovratemperatura raggiunta all'interno del quadro nei confronti dell'ambiente esterno deve essere compatibile con i materiali isolanti utilizzati e con il corretto funzionamento delle apparecchiature installate all'interno del quadro stesso.

I quadri installati dovranno appartenere ad una delle seguenti tipologie (classificazione in base alle norme CEI 17-13):

- Quadri di tipo AS e ANS: norma CEI 17-13/1
- Quadri di tipo ASD: norma CEI 17-13/3
- Quadri di tipo ASC: norma CEI 17-13/4

Ogni quadro elettrico deve essere conforme alle relative norme CEI. La rispondenza alla normativa vigente deve essere certificata dal Costruttore del quadro stesso.

Sbarre

Le sbarre saranno ovunque in rame a spigoli arrotondati, contrassegnate in conformità alla normalizzazione CEI-UNEL; le sbarre con portate maggiori di 250A saranno argentate o stagnate al fine di prevenire fenomeni di ossidazione. I supporti di sostegno ed ancoraggio delle sbarre saranno in resina poliestere rinforzata; avranno dimensioni e interdistanze tali da sopportare la massima corrente di corto circuito prevista.

Cablaggio

Il cablaggio dei quadri dovrà essere effettuato con cavi non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. La densità di corrente nei conduttori non dovrà eccedere il valore risultante dalle prescrizioni della norma CEI 20-21, moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 0,8; tale valore, che sarà riferito alla corrente nominale I_n dell'organo di protezione, e non alla corrente di impiego I_b della conduttura in partenza, non dovrà essere comunque superiore a 4 A/mm^2 .

Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capicorda a compressione di tipo preisolato, adeguati al cavo e all'apparecchiatura da cablare, con esclusione di qualsiasi adattamento di sezione e/o di dimensione del cavo o del capocorda stesso.

Morsettiere

Le morsettiere saranno in melamina o altro materiale da approvare, di tipo componibile e sezionabile, con serraggio dei conduttori di tipo indiretto, opportunamente identificate per gruppi di circuiti appartenenti alle diverse sezioni costituenti il quadro, secondo le modalità previste nel presente documento; inoltre, la suddivisione tra gruppi di morsettiere adiacenti, appartenenti a diverse sezioni, dovrà avvenire mediante separatori.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

Le morsettiere di attestazione delle linee in arrivo dovranno essere complete di targhette con opportuna simbologia antinfortunistica, o scritte indicanti parti in tensione.

Non saranno ammesse morsettiere di tipo sovrapposto.

Collegamenti equipotenziali

Tutti i conduttori di terra o di protezione in arrivo e/o in partenza dal quadro dovranno essere attestati singolarmente su di una sbarra di terra in rame, completa di fori filettati.

Tutte le parti metalliche ove siano installate apparecchiature elettriche (ad eccezione di quelle con isolamento doppio o rinforzato) dovranno essere collegate a terra mediante collegamento equipotenziale.

I collegamenti di terra di tutte le masse metalliche mobili o asportabili dovranno essere eseguiti con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione $\geq 16 \text{ mm}^2$.

Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capocorda a compressione di tipo ad occhiello.

Riserva di potenza e di spazio

Il quadro dovrà garantire, sia per quanto riguarda la portata delle sbarre, sia per quanto riguarda lo spazio disponibile all'interno delle canalizzazioni e per l'installazione di nuove apparecchiature, una riserva di almeno il 20-25% (salvo diversa indicazione negli specifici documenti di progetto).

Marcature

Ogni apparecchiatura elettrica all'interno del quadro e ogni estremità dei cavi di cablaggio dovrà essere contrassegnata in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli schemi elettrici, in modo da consentirne l'individuazione.

Le marcature saranno conformi alla norma CEI 16-7 e saranno del seguente tipo:

- Targhette adesive o ad innesto da applicare a freddo per tutte le apparecchiature elettriche (morsetti, interruttori, strumentazione, ausiliari di comando e segnalazione, ecc.) posizionate sulle apparecchiature stesse, o nelle vicinanze sulla struttura del quadro
- Anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti presiglati termorestringenti per le estremità dei cavi di cablaggio
- Cinturini con scritta indelebile per tutti i cavi in arrivo e partenza nel quadro con riportate le sigle di identificazione della linea, il tipo di cavo, la conformazione e la lunghezza secondo quanto riportato negli schemi elettrici

Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano sulle guaine dei cavi stessi, ovvero mediante targhette in carta legate o incollate ai cavi.

Designazione dei cavi

Negli schemi, le designazioni delle linee in partenza o in arrivo dai quadri dovranno essere fatte secondo le sigle unificate delle tabelle CEI-UNEL, in base alle quali risulta pure deducibile in modo inequivocabile, la formazione delle linee e, in particolare, se esse risultano costituite da cavi unipolari o da cavi multipolari.

Per facilitare l'identificazione si riportano i seguenti esempi di designazione di formazione di linea:

- cavo N07G9-K 4x1x1,5: quattro conduttori unipolari di sez. 1,5 mm² , tipo N07G9-K
- cavo FG7R 0,6/1 kV 4x1x10: quattro conduttori unipolari di sez. 10 mm² , tipo FG7R
- cavo FTG100M1 0,6/1 kV 3x25: cavo multipolare a tre conduttori di sez. 25 mm² , tipo FTG100M1

4.11.2 Quadri di tipo AS

Per quadri di tipo AS si intendono quadri sottoposti a tutte le prove di tipo previste dalle norme (su campioni) e conformi ad un prototipo (o derivati con modifiche "minimali" da prototipo).

Possono essere montati direttamente in fabbrica oppure dalla ditta installatrice seguendo le istruzioni per l'assieme fornite dallo stesso costruttore.

Le prove relative ai quadri di tipo AS sono condotte dal costruttore e sono relative a:

- Limiti di sovratemperatura
- Tenuta al cortocircuito
- Distanze di isolamento
- Grado di protezione IP
- Funzionamento meccanico

Rimangono a carico dell'installatore le seguenti prove:

- Ispezione visiva del corretto cablaggio
- Prova di funzionamento elettrico
- Prova di tensione applicata per un minuto (NB: la tensione di prova deve essere conforme alle tabelle 10 e 11 della norma 17-13/1; a titolo di informazione si ricorda che per circuiti principali con tensione nominale verso terra superiore a 30 V ma non superiore a 300 V la tensione efficace di prova (verso terra) deve essere non inferiore a 2000 V mentre per circuiti ausiliari la tensione di prova deve essere pari a 250 V, 500 V o 2U+1000 V a seconda che la tensione nominale U sia rispettivamente non superiore a 12 V, superiore a 12 V e non superiore a 60 V e superiore a 60 V)
- Ispezione visiva della correttezza delle misure di protezione contro i contatti diretti
- Controllo della continuità del circuito di protezione

I quadri AS installati possono essere diversi dal quadro totalmente provato al tipo purché le varianti apportate non siano sostanziali.

4.11.3 Quadri di tipo ANS

Per quadri di tipo ANS si intendono quadri sottoposti ad alcune prove di tipo (quadri parzialmente provati) che si rifanno ad un quadro originario AS ma rispetto al quale presentano modifiche.

L'idoneità del quadro può essere desunta mediante calcoli sostitutivi delle corrispondenti prove o da misure semplificate.

In particolare, per ogni quadro di tipo ANS dovrà essere calcolata la massima sovratemperatura interna e se necessario dovrà essere dotato di sistema di ventilazione forzata ed inoltre dovrà essere garantita una tenuta al cortocircuito adeguata alla corrente di cortocircuito massima ipotizzabile alle sbarre.

L'eventuale calcolo della sovratemperatura interna deve essere condotto secondo le norme CEI 17-43.

La prova di tenuta al cortocircuito o il calcolo corrispondente non sono necessari nei seguenti casi:

- Corrente di cortocircuito nominale non superiore a 10 kA
- Dispositivo di protezione generale a fusibile oppure interruttore limitatore che limiti la cresta della corrente di cortocircuito a 15 kA

L'eventuale calcolo della tenuta al cortocircuito deve essere condotto secondo le norme CEI 17-52.

Rimangono a carico dell'installatore le seguenti prove:

- Ispezione visiva del corretto cablaggio
- Prova di funzionamento elettrico
- Misura della resistenza d'isolamento: applicando una tensione non inferiore a 500 V la resistenza tra circuiti e massa deve essere non inferiore a 1000 ohm/V (con riferimento alla tensione verso terra di ciascun circuito)
- Ispezione visiva della correttezza delle misure di protezione contro i contatti diretti
- Controllo della continuità del circuito di protezione

4.11.4 Quadri di tipo ASD

Per quadri di tipo ASD si intendono quadri tipicamente destinati a comandare e proteggere circuiti di tipo civile e del terziario (sono pertanto destinati ad essere utilizzati da persone non qualificate e non sono soggetti a periodica verifica da parte di personale addetto alla manutenzione).

La corrente nominale del dispositivo generale di un quadro di tipo ASD non deve superare i 250 A.

La corrente nominale dei dispositivi derivati dalle sbarre di un quadro di tipo ASD non deve superare i 125 A.

I quadri di tipo ASD devono essere sottoposti a tutte le prove di tipo ed individuali previste per i quadri AS.

4.12 Rifasamento

4.12.1 Generalità

Qualora si ravvisi l'opportunità di ridurre la potenza reattiva assorbita dall'impianto utilizzatore (anche in relazione alle condizioni contrattuali previste dall'ente fornitore di energia), l'impianto dovrà essere dotato di idoneo impianto di rifasamento atto a riportare il fattore di potenza complessivo verso il valore unitario.

I complessi di rifasamento saranno installati in armadi dedicati (lamiera 20/10) dotati di aperture di ventilazione e/o torrini di ventilazione comandati da termostato.

Se indicato nei documenti progettuali, i complessi di rifasamento potranno essere anche integrati nei quadri elettrici, purché in scomparti separati.

L'impianto di rifasamento deve essere scelto in funzione delle reali esigenze tenendo conto delle seguenti indicazioni:

- Impianto di rifasamento a compensazione locale con banchi di condensatori fissi: da prevedere per gli apparecchi utilizzatori con elevate ore giornaliere di funzionamento, che presentano potenza superiore a 10-20 kW e basso fattore di potenza (ad es. grossi motori); per motori fino a 15 kW i condensatori possono essere derivati direttamente ai morsetti del motore, mentre per potenze superiori devono essere derivati a monte dell'avviatore mediante un contattore ausiliario azionato dall'avviatore stesso quando il motore è in funzione
- Impianto di rifasamento ad inserzione automatica in relazione al fattore di potenza di prelievo: tale impianto deve essere dimensionato sulla base della massima energia reattiva capacitiva necessaria al contenimento del fattore di potenza entro i limiti concessi da distributore (tipicamente $\cos\phi=0.9$), tenendo conto anche dell'eventuale presenza di impianti di rifasamento per compensazione locale

Nel caso di grossi impianti, potranno essere previsti più impianti di rifasamento a compensazione parziale (posizionando i banchi di condensatori sull'arrivo delle linee ad ogni reparto, nel relativo quadro di distribuzione) oppure un impianto a compensazione globale (posizionando i banchi di condensatori sulle partenze del quadro generale di bassa tensione).

Nel caso di impianto alimentato in MT deve essere installata una batteria di condensatori per ogni trasformatore MT/BT (connessa permanentemente ai morsetti BT). La potenza di tale batteria di condensatori deve essere commisurata alla potenza e alla tipologia del trasformatore.

In ogni caso, l'inserzione dei condensatori deve avvenire in modo da evitare in ogni momento l'assorbimento di energia con fattore di potenza capacitivo.

4.12.2 Regolatore di potenza reattiva

Il dispositivo per l'inserzione automatica/manuale delle batterie di condensatori sarà completo di:

- Trasformatori di misura, collegamenti circuito amperometrico e voltmetrico
- Led presenza tensione
- Led induttivo/capacitivo
- Led segnalazione batterie inserite
- Selettore man/aut.
- Selettore per l'inserzione manuale delle batterie di condensatori
- Potenziometro per la regolazione del cos ϕ da 0,8 induttivo a 0,9 capacitivo
- Potenziometro per la regolazione del C/K

Il regolatore effettua anche il controllo della temperatura azionando il torrino di estrazione (ove previsto) al raggiungimento della temperatura impostata; nel caso in cui venga superata una ulteriore soglia limite di temperatura, il regolatore dovrà disattivare automaticamente le batterie di condensatori, attivando nel contempo il relè di allarme; il regolatore dovrà riprendere a funzionare automaticamente al ritorno della temperatura entro i limiti della normalità; due led sul fronte del regolatore segnalano il superamento delle due soglie di temperatura; la temperatura in gradi (°C) può essere rilevata sul display.

4.12.3 Apparecchiature di protezione e comando

Le apparecchiature di comando e protezione dovranno essere montate su piastre separate dai condensatori e saranno accessibili anteriormente.

Date le caratteristiche di assorbimento dei condensatori, il circuito di alimentazione deve essere dimensionato per sopportare almeno $1.5 I_n$.

Le apparecchiature in oggetto sono le seguenti:

- Sezionatore generale tripolare con comando rinvio blocco porta
- Sezionatore tripolare di protezione sulle singole batterie di condensatori, con fusibili di portata adeguata alla potenza reattiva della batteria da proteggere
- Contattori tripolari per l'inserzione dei condensatori con dispositivo di limitazione della corrente d'inserzione dei condensatori; categoria AC-6b con corrente nominale di esercizio $I_e > 1.5 I_n$
- Reattanze di scarica rapida per ridurre la tensione ai morsetti entro un tempo prefissato
- Condensatori cilindrici trifasi a bassissime perdite, di caratteristiche specificate negli elaborati di progetto

Qualora necessario, dovrà essere possibile realizzare una tensione ausiliaria 230 Vca tramite apposito trasformatore installato all'interno del quadro.

4.13 Cavi, conduttori ed accessori

4.13.1 Cavi e conduttori per media tensione

Vengono riportate nel seguito le caratteristiche prescritte per i cavi da utilizzare per reti a media tensione. Per ulteriori dettagli tecnici si rinvia all'Elenco Descrittivo delle Voci.

Si prescrive l'utilizzo di cavi in media tensione aventi le caratteristiche previste dal progetto, del tipo RG7H1(O)(Z)R (conduttori in rame) o ARG7H1(O)(Z)R (conduttori in alluminio) per cavi isolati in gomma G7, ovvero RE4H1(O)(Z)R (conduttori in rame) o ARE4H1(O)(Z)R (conduttori in alluminio) nel caso di cavi isolati in XLPE.

Tutti i cavi utilizzati per collegamenti in media tensione avranno sezione come prevista a progetto, adeguata alla corrente da trasportare e, in ogni caso, mai inferiore a 25 mm².

La tensione di isolamento U_0/U dovrà rispettare quanto previsto a progetto ed essere comunque compatibile con la tensione nominale dell'impianto.

Lo schermo metallico dei cavi di MT dovrà essere connesso a terra ad entrambe le estremità, che devono essere terminate con apposite teste di cavo. Nel caso di lunghezze di posa elevate (superiori a qualche km) dovrà essere previsto il cross-bonding degli schermi.

La temperatura di posa, i raggi di curvatura minimi e gli sforzi di tiro durante la posa devono essere conformi alle prescrizioni del costruttore del cavo.

Prescrizioni di posa

I cavi dovranno essere posati con tecniche compatibili alla posizione di posa e, se del caso, i tiri dovranno tenere conto delle massime sollecitazioni meccaniche sopportate dai cavi; gli sforzi di trazione non dovranno perciò superare i limiti previsti dai costruttori.

I cavi su canali/passarelle dovranno essere posati in modo ordinato, paralleli fra loro, senza attorcigliamenti e incroci; i cavi non dovranno presentare giunzioni intermedie lungo il percorso, tranne nel caso in cui la lunghezza dei collegamenti sia maggiore della pezzatura di fabbrica.

Nel caso di posa diretta nel terreno, le modalità di posa dei cavi e la loro profondità di interrimento rispetteranno le prescrizioni della Norma CEI 11-17. Se richiesto dagli elaborati di progetto, si farà ricorso alla protezione meccanica supplementare costituita da tegolo in resina.

Le distanze di posa saranno quelle indicate negli elaborati di progetti in funzione della portata massima richiesta.

Particolare attenzione dovrà essere posta per evitare abrasioni dei cavi durante la posa in opera.

Sia nel caso di posa interrata che nel caso di posa entro canale, i cavi andranno fissati con apposite fascette di materiale plastico, da prevedere:

- Ogni 4-5 m di percorso su passerelle orizzontali o entro trincea
- Ogni 0.5 m di percorso nei tratti verticali od obliqui di salita o discesa

I cavi dovranno essere fissati anche nel caso di canali pieni (non forati) utilizzando apposite barre trasversali.

Le curvature dovranno essere effettuate con raggio non inferiore a $9x(D+d)$, dove D = diametro esterno del cavo e d = diametro del conduttore.

I cavi andranno posati con temperature esterne superiori ai valori indicati nella norma CEI 11-17 o a catalogo dal costruttore, valendo la più alta tra le due riportate.

Caratteristiche e confezionamento di terminali e giunzioni

I terminali per cavi di media tensione saranno in materiale elastico modulare per interno ovvero in gomma siliconica prestampata adatta per atmosfere inquinate. Il tipo di terminale sarà commisurato alla tensione massima di utilizzo del cavo (U_m).

Le giunzioni termorestringenti, per cavi in media tensione ad isolamento estruso senza armatura e tensioni fino a 36 kV, saranno realizzate tramite:

- Tubo termorestringente ad impedenza caratteristica non lineare per la distribuzione del campo elettrico sulla zona del connettore dove è stato interrotto lo schermo semiconduttivo
- Tubo termorestringente a doppia parete costituito da uno strato interno di materiale elastomerico su un supporto esterno di termorestringente conduttivo, per la ricostruzione dell'isolamento e la schermatura esterna in un'unica operazione
- Schermatura metallica costituita da calza di rame stagnato da stendersi su tutta la superficie del giunto al fine di ripristinare la continuità elettrica della schermatura metallica; guaina esterna termorestringente sigillante con funzioni protettive meccaniche e chimiche, sulla parte interna della quale sia stato spalmato uno strato di adesivo sigillante termofusibile che, fondendo durante il termorestringimento della guaina, garantisca adesione della stessa e sigillatura contro l'umidità e la corrosione del cavo sottostante

Particolare cura dovrà essere posta nel confezionamento delle giunzioni e dei terminali, facendo attenzione a non lasciare tracce di umidità e a ripristinare correttamente gli isolamenti. Gli schermi metallici ai terminali dovranno essere collegati a terra su entrambi i lati del collegamento.

Identificazione cavi e terminali

Tutti i terminali devono essere identificati con targhe circolari ($D > 12$ cm), di contrassegno di fase, riportanti le diciture “L1”, “L2”, “L3”. Le targhe, da applicare in basso sulle briglie, sia in arrivo che in partenza, devono essere in alluminio anodizzato, spessore 2 mm, con scritte nere su fondo giallo o comunque chiaramente visibili.

In merito alla identificazione delle linee in cavo posate su passerelle o canalizzazioni si rimanda al paragrafo relativo a queste ultime.

I cavi posati entro cavidotti interrati, in corrispondenza ad ogni pozzetto di ispezione, dovranno essere identificati con targhe metalliche, in alluminio anodizzato, con fondo giallo e scritte nere, con dicitura: “ Cavo ... kV – da ... a”.

4.13.2 Cavi e conduttori per bassa tensione

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
- PE: giallo-verde

L'azzurro ed il giallo-verde non potranno essere utilizzati per altri servizi, nemmeno per gli impianti ausiliari, salvo quanto specificatamente previsto dalla normativa tecnica vigente.

Eventuali circuiti SELV dovranno avere colore diverso dagli altri circuiti.

I cavi per energia devono avere conduttore in rame con sezione non inferiore:

- 1,5 mm² per circuiti luce
- 2,5 mm² per circuiti FM

L'isolamento dovrà essere idoneo alle condizioni di posa.

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

- Senza guaina: N07V-K 450/750 V, N07G9-K 450/750 V
- Con guaina: FG7(O)R 0.6/1 kV, FG7(O)M1 0,6/1kV, FROR 450/750 V

In generale, in tutte le situazioni in cui il rischio legato allo sviluppo di gas tossici e corrosivi a seguito di incendio con cavi ordinari è da ritenersi inaccettabile, si prescrive l'utilizzo di cavi tipo "LS0H"; in linea di massima, l'utilizzo di questo tipo di cavi si prescrive per tutti i luoghi a maggior rischio in caso di incendio di tipo "A", secondo la definizione della norma CEI 64-8/7.

All'esterno e per impianti interrati devono essere utilizzati cavi con guaina (ad es. tipo FG7(O)R 0.6/1 kV).

I cavi per i circuiti di comando e segnalazione devono avere conduttore in rame con sezione non inferiore a 0.5 mm² e isolamento idoneo alle condizioni di posa. A seconda dei casi, oltre che fra i cavi per energia, i cavi per i circuiti di comando e segnalazione possono essere scelti tra i seguenti (tutti non propaganti la fiamma):

- Senza guaina: H05V-K 300/500 V
- Con guaina: FROR 300/500 V

Per alcune applicazioni speciali (ad esempio circuiti di sicurezza) si prescrive l'utilizzo di cavo con guaina del tipo resistente al fuoco (ad es. tipo FTG10(O)M1 0,6/1kV).

Infine è ammesso l'uso di condotti sbarre ("elettrocondotti prefabbricati"), di tipo compatto o ventilato, ogni volta che sussistano validi motivi tecnico-economici che ne fanno preferire l'uso al posto dei cavi tradizionali.

Ferma restando la prescrizione di suddivisione in canalizzazioni diverse dei cavi afferenti a categorie diverse, tutti i cavi contenuti in una stessa canalizzazione devono essere isolati per la tensione massima prevista dai diversi sistemi presenti.

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 autorizzata, ove motivatamente richiesta, l'omissione della protezione contro i sovraccarichi nei circuiti di alimentazione di impianti di illuminazione, peraltro 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 idonea protezione meccanica (ad es. tubazione di caratteristiche adeguate). Le tubazioni interrate devono far capo a pozzetti di ispezione di adeguate dimensioni, dotati 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 resistenza REI.

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

I tipi di cavo da utilizzare, nonché la loro formazione, sono definiti negli altri documenti di progetto (in particolare si vedano gli schemi elettrici unifilari dei quadri).

Vengono riportate nel seguito le caratteristiche dei cavi che sono ammessi. Per ulteriori dettagli tecnici si rinvia all'Elenco Descrittivo delle Voci.

Cavi senza guaina, isolati in gomma

L'isolante utilizzato sarà costituito da una composizione a base di gomma o altro elastomero, ad elevate caratteristiche meccaniche ed elettriche.

Le caratteristiche salienti del cavo possono essere desunte anche dalla sua sigla, secondo la seguente codifica (CENELEC):

- N = cavo di tipo nazionale (secondo norme armonizzate)
- 07 = tensione di esercizio a frequenza industriale, pari a 450/750 V (300/500 V)
- G9 = isolante in elastomero reticolato di qualità G9
- K = conduttore flessibile per cavo per installazioni fisse

Cavi con guaina, isolati in gomma

L'isolante utilizzato per l'isolamento delle singole anime sarà costituito da una composizione a base di gomma o altro elastomero, ad elevate caratteristiche meccaniche ed elettriche, ed avrà elevata resistenza all'invecchiamento termico, al fenomeno delle scariche parziali e all'Azoto; ciò consentirà maggior temperatura di esercizio dei conduttori.

Sull'insieme delle anime dei cavi multipolari, sarà disposto un riempitivo non igroscopico ovvero in gomma ad alta autoestinguenza.

La distinzione delle diverse anime dovrà essere eseguita secondo le tabelle UNEL 00722-78 per cavi di tipo "5" (senza conduttore di protezione) e così individuata:

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

Le caratteristiche salienti del cavo possono essere desunte anche dalla sua sigla, secondo la seguente codifica (UNEL):

- F(R) = corda flessibile (rigida)
- (T) = (cavo resistente al fuoco grazie a uno o più nastri di vetro micato o treccia di vetro chiusa)
- G7(G10) = isolante in gomma etilenpropilenica ad alto modulo (in elastomero reticolato atossico)
- (O) = (cavo a forma rotonda)
- (H2) = (schermo a treccia o calza di rame)
- R(M1) = guaina esterna in PVC (in materiale termoplastico atossico LS0H qualità M1)
- 0.6/1 kV = tensione di esercizio a frequenza industriale, espressa in kV

Prescrizioni di posa dei cavi

I cavi dovranno essere posati con tecniche compatibili alla posizione di posa e, se del caso, i tiri dovranno tenere conto delle massime sollecitazioni meccaniche sopportate dai cavi; gli sforzi di trazione non dovranno perciò superare i limiti previsti dai costruttori.

I cavi su canali/passarelle dovranno essere posati in modo ordinato, paralleli fra loro, senza attorcigliamenti e incroci; i cavi non dovranno presentare giunzioni intermedie lungo il percorso, tranne nel caso in cui la lunghezza dei collegamenti sia maggiore della pezzatura di fabbrica.

Particolare attenzione dovrà essere posta per evitare abrasioni dei cavi durante la posa in opera.

Tutti i cavi saranno da fissare ai canali/passarelle, e alle strutture, con apposite fascette di materiale plastico da prevedere:

- Ogni 4-5 m di percorso su passerelle orizzontali

- Ogni 0,5 m di percorso nei tratti verticali od obliqui di salita o discesa

I cavi dovranno essere fissati anche nel caso di canali pieni (non forati) utilizzando apposite barre trasversali.

Le curvature dovranno essere effettuate con raggio non inferiore a quello indicato dai costruttori.

I cavi andranno posati con temperature esterne superiori a 3 °C.

Identificazione cavi e connessioni terminali

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 saranno conformi alla norma CEI 16-7 ed applicate alle estremità del cavo in corrispondenza dei quadri e delle cassette di derivazione dorsali con anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti presigliati o termorestringenti.

Le connessioni dei cavi comprendono la formazione delle terminazioni ed il collegamento ai morsetti. La guaina dei cavi multipolari dovrà essere opportunamente rifinita nel punto di taglio con manicotti termorestringenti. Le terminazioni saranno di tipo e sezione adatte alle caratteristiche del cavo su cui saranno montate e all'apparecchio a cui verranno collegate; si esclude qualsiasi adattamento di dimensione o sezione del cavo o del capocorda stesso.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

I cavi, presso i punti di collegamento, dovranno essere fissati con fascette o collari, ovvero si dovranno utilizzare appositi pressacavi, in modo da evitare sollecitazioni sui morsetti di quadri o cassette, ecc.

Per le connessioni dei cavi di energia, di comando, di segnalazione e misura, si dovranno impiegare capicorda a compressione in rame stagnato, del tipo preisolato o protetto con guaina termorestringente.

Specifiche particolari per cavi bt per sistemi ferroviari

I cavi elettrici di bassa tensione per impianti luce e forza motrice, specifici per sistemi ferroviari, per posa fissa, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumi, gas tossici e corrosivi dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni di specifica RFI - TE 652.

I cavi elettrici di bassa tensione per impianti di emergenza e sicurezza, specifici per sistemi ferroviari, per posa fissa, resistenti al fuoco non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumi, gas tossici e corrosivi dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni di specifica RFI - TE 653.

Condotti sbarre e binari elettrificati

I condotti sbarre devono essere conformi alle norme CEI 17-13/2 (EN 60439-2 e IEC 439-2). Come per i quadri, su ogni condotto sbarre deve essere posta una targa con le principali caratteristiche costruttive vicino al punto (o ai punti) di alimentazione. L'involucro metallico del condotto sbarre, che costituisce una "massa", deve essere collegato a terra nei punti indicati dal costruttore e può essere usato come conduttore di

protezione qualora dichiarato idoneo a tale scopo. Sono da evitare i condotti sbarre la cui continuità non è garantita dal costruttore e deve essere ottenuta mediante cavallotti. L'unità di derivazione a spina deve essere dotata di protezione contro le sovracorrenti a fusibili e deve poter essere utilizzata come dispositivo di sezionamento; nel caso di derivazione con corrente nominale superiore a 16 A il dispositivo di sezionamento, non adatto ad essere manovrato sotto carico, deve essere installato ad altezza superiore a 2,5 m con la scritta "vietato manovrare sotto carico". L'unità di derivazione a spina scorrevole (tipo "trolley") deve essere dotata di protezione contro le sovracorrenti a fusibili. Le derivazioni dai condotti sbarre, se posate in tubo (metallico nel caso siano prevedibili forti sollecitazioni meccaniche) e di lunghezza inferiore a 3 m possono non essere protette contro i cortocircuiti. Devono in ogni caso essere protette contro sovraccarico mediante dispositivo posto entro l'unità di derivazione oppure (ad esclusione dei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio) al termine della derivazione (ad es. sul quadretto di arrivo). L'interasse tra le staffe di fissaggio dei condotti sbarre non deve superare quello prescritto dal costruttore, tenuto conto di eventuali carichi supplementari.

I binari elettrificati per apparecchi di illuminazione devono essere conformi alle norme CEI 34-17 e pertanto non possono avere corrente nominale superiore a 16 A per tensioni fino a 440 V; possono arrivare a 25 A se la tensione nominale non supera 25 V. Per correnti superiori si applica la norma CEI 17-13/2 come per i condotti sbarre. Ai fini della protezione contro il sovraccarico i binari elettrificati vanno considerati come condutture con portata pari alla loro corrente nominale.

Le mensole di sostegno saranno previste in numero e tipologia tali da sopportare le sollecitazioni massime previste. In ogni caso la distanza tra due mensole successive non dovrà essere superiore a 2 m.

Condotti sbarre per gallerie ferroviarie

I condotti sbarra di bt, specifici per le gallerie ferroviarie, destinati all'alimentazione delle utenze del sottosistema LFM, lungo le tratte in galleria, dovranno essere realizzati e provati secondo le prescrizioni di specifica **RFI - LF 610**.

4.13.3 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.

Particolare attenzione va posta alla posa di conduttori entro tubazioni, onde 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.

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.

4.13.4 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 dei tubi protettivi se questi sono conformi alla prova di resistenza alla propagazione della fiamma secondo la norma CEI 23-25 o CEI 23-39, ed hanno 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 DL.

Setti tagliafuoco di tipo componibile

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

- Telaio in profilato di acciaio zincato da installare o annegare alla struttura muraria in maniera che risulti facilitato successivamente il montaggio delle guarnizioni
- Guarnizioni in materiale antifiama 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 DL.

4.13.5 Cavi speciali

Specifiche particolari per cavi in rame per sistemi di comunicazione ferroviari

I cavi principali a quarte con conduttori in rame diametro 0,9 o 1 mm, isolati in polietilene espanso "Foam Skin", specifici per sistemi di comunicazione ferroviari, dovranno essere realizzati e provati secondo le prescrizioni di specifica **RFI – TT 242/S**. Tale specifica prevede l'utilizzo di cavi dotati di 20, 30, 40 50 coppie, dotati di schermo di protezione metallico, guaina ordinaria ovvero LSZH ovvero LSZH resistente al fuoco, etc. Dovranno inoltre essere verificate le prescrizioni di specifica generale **RFI – TT 465**.

I cavi secondari a quattro coppie con conduttori in rame diametro 0,7 mm, isolati in polietilene materiale termoplastico, specifici per sistemi di comunicazione ferroviari, dovranno essere realizzati e provati secondo

le prescrizioni di specifica **RFI – TT 413**. Tale specifica prevede l'utilizzo di cavi dotati di schermo di protezione metallico in piombo o nastro di acciaio biplaccato e corrugato, guaina ordinaria ovvero LSZH, etc. Dovranno inoltre essere verificate le prescrizioni di specifica generale **RFI – TT 465**.

4.13.6 Cavi in fibra ottica

Specifiche particolari per cavi con fibre ottiche per sistemi di comunicazione ferroviari

I cavi con fibre ottiche monomodali, specifici per sistemi di comunicazione ferroviari, dovranno essere realizzati e provati secondo le prescrizioni di specifica **RFI – TT 528**. Tale specifica prevede l'utilizzo di cavi dotati di 8, 16, 24, 32 fibre, dotati di schermo di protezione metallico ovvero dielettrico, guaina ordinaria ovvero LSZH ovvero LSZH resistente al fuoco, etc.

I cavi con fibre ottiche multimodali, specifici per sistemi di comunicazione ferroviari, dovranno essere realizzati e provati secondo le prescrizioni di specifica **RFI – TT 531**.

Giunzione fibra ottica mediante fusione ad arco

Le giunzioni, tra cavo con fibre ottiche e pigtails ovvero tra cavi in fibra ottica, dovranno essere realizzati da operatore qualificato, tramite fusione ad arco con doppio allineamento sul core e sul cladding della fibra.

Per l'esecuzione della giunzione dovranno essere utilizzate:

- apparecchiature di giunzione per fusione ad arco e verifica della tenuta
- attrezzature sguainacavo, sguainafibra, etc.
- taglierine diamantate, microscopi, lappatori automatici/manuali, fornelli, sostegni, etc.
- materiali di consumo specifico per eseguire la giunzione quale carta da lappatura di varia dimensione, resine, tubetti termo restringenti, sistemi per la pulizia, etc.

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.

Prova di collaudo e test di in campo di cavi a fibra ottica

Tutti i cavi saranno soggetti ad una serie finale di test e prove di collaudo, in campo.

Dovranno essere realizzate le seguenti prove:

- Misure riflettometriche, con tecnica dell'anello con ausilio di soppressori di impulso, effettuate alle frequenze di 1310 nm e 1500 nm, per fibre monomodali, e alle frequenze di 850 nm e 1300 nm per fibre multimodali

L'Appaltatore, al termine delle diverse dovrà produrre i rapporti di misura e certificazioni di ogni singola fibra ottica dei cavi ottici verificati.

4.14 Cavidotti ed accessori

4.14.1 Tubazioni per posa all'interno

Generalità

I tubi protettivi pieghevoli in materiale isolante, posati sotto pavimenti o a parete, devono essere almeno della serie "media"; per questi tubi non sono ammesse giunzioni lungo tutto il tratto di tubo.

Per la posa in vista si richiedono invece tubi rigidi della serie "pesante"; la raccorderia sarà di tipo a pressatubo o filettata, a seconda dei casi, mentre il fissaggio in vista dovrà essere eseguito impiegando morsetti di tipo plastico con bloccaggio del tubo a scatto. Le tubazioni in vista dovranno essere fissate alle

pareti con sostegni distanziati quanto necessario per evitare la flessione; in ogni caso la distanza dei sostegni non dovrà essere superiore a 1 m e dovranno essere previsti supporti in corrispondenza di curve e derivazioni.

Si devono utilizzare tubi metallici in acciaio (con o senza saldature) quando siano prevedibili violente sollecitazioni meccaniche.

Per impianti da realizzare in luoghi con pericolo di esplosione saranno utilizzate tubazioni metalliche idonee senza saldature, e comunque conformi alle specifiche normative in materia di impianti in luoghi con pericolo di esplosione.

Per evitare fenomeni di accoppiamento induttivo, tutti i conduttori unipolari relativi allo stesso circuito devono essere posati nel medesimo tubo. Il raggio di curvatura dei tubi non deve essere inferiore a 3 volte il diametro esterno dei tubi stessi, e comunque in accordo con le prescrizioni dei costruttori.

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; le tracce sulle murature dovranno essere effettuate secondo percorsi verticali e orizzontali e comunque di preferenza in una fascia di 30 cm dal filo soffitto, filo pavimento e filo pareti; saranno tollerati, ove necessario, percorsi obliqui per le sole tubazioni pieghevoli incassate nel massetto dei pavimenti.

Dovranno essere evitate le giunzioni tra tubi di diametro diverso, salvo l'utilizzo di accessori specifici.

Accessori specifici dovranno essere utilizzati anche per realizzare le eventuali giunzioni fra tubazioni di differente tipologia (ad es. rigida e flessibile). Il serraggio con clips strette con viti è ammesso solo sul lato tubo rigido e solo qualora non venga ridotto il grado di protezione previsto per l'impianto.

In mancanza di indicazioni o prescrizioni diverse nei documenti 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, ecc.) dovranno essere collegate fra loro mediante bulloni in nylon o in acciaio inossidabile.

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, tale da non ridurre il grado di prestazione previsto.

Allo scopo di facilitare l'infilaggio e lo sfilaggio dei cavi, sulle tubazioni non dovranno essere eseguite più di due curve, o comunque curve per più di 180°, nel percorso compreso tra due cassette di transito/derivazione. Analogamente, nei tratti rettilinei non dovrà essere superata la lunghezza di 10 m senza l'interposizione di una cassetta rompitratta.

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:

- 1,4 per le linee luce, FM e simili
- 1,6 per i cavi di tipo telefonico
- 2,5 per i cavi di tipo coassiale

Il diametro delle tubazioni non dovrà comunque essere inferiore a quello riportato negli elaborati di progetto.

Prima della chiusura di tracce, controsoffitti e/o pavimenti sopraelevati, dovrà essere avvisata con sufficiente anticipo la DL, in modo da consentire un esame a vista delle modalità con cui è stata effettuata la posa delle tubazioni

Tubazioni isolanti di tipo pieghevole

Le tubazioni di questo tipo saranno generalmente utilizzate per la posa sottotraccia a parete, soffitto o pavimento, curando che in tutti i punti risultino ricoperte da almeno 20 mm di intonaco/massetto; queste tubazioni possono essere utilizzate anche entro pareti prefabbricate del tipo a sandwich e, occasionalmente, per brevi tratti di raccordo entro controsoffitto.

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

Dovrà essere evitato, salvo esplicita deroga da parte della DL, l'uso di queste tubazioni per posa interrata; nell'eventualità, la tubazione dovrà essere protetta da idoneo getto di calcestruzzo, anche in relazione alla profondità di posa prevista.

La tabella che segue riporta, a titolo indicativo, il diametro della tubazione necessaria in relazione al tipo ed al numero dei cavi da contenere; in ogni caso il diametro minimo delle tubazioni da utilizzare dovrà essere pari a 20 mm.

Cavi			Sezione (mm ²)						
U ₀ /U*	Tipo		n°	1,5	2,5	4	6	10	
450/750 V	Cavo unipolare PVC (senza guaina) N07V-K N07G9-K		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	
	Cavo multipolare PVC FROR		Bipolare	1	20	25	25	32	40
				2	32	40	50	50	63
				3	40	50	50	63	-
			Tripolare	1	20	25	25	32	40
				2	40	40	50	63	63
				3	40	50	50	63	-
			Quadripolare	1	25	25	32	32	50
				2	40	50	50	63	-
				3	50	50	63	-	-
0,6/1 kV	Cavo unipolare PVC o gomma (con guaina) FG7(O)M1 FG7(O)R N1VV-K FTG10(O)M1		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 multipolare PVC o gomma FG7(O)M1 FG7(O)R N1VV-K FTG10(O)M1		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 **PIEGHEVOLI** in PVC, in relazione alla sezione e al numero dei cavi

Tubazioni isolanti di tipo rigido

Le tubazioni di questo tipo saranno generalmente utilizzate per la posa in vista (a parete, a soffitto, in controsoffitto o sotto pavimento sopraelevato). Non è ammessa la posa interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) o in vista in posizioni dove si prevedono forti sollecitazioni meccaniche. Le giunzioni e i cambiamenti di direzione dei tubi potranno essere ottenuti sia impiegando rispettivamente manicotti e curve con estremità a bicchiere, conformi alle norme di prodotto, ovvero eseguendo i manicotti e le curve a caldo, direttamente sul posto di posa; nel caso in cui sia adottato questo 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.

Nei casi in cui siano necessarie tubazioni di diametro maggiore rispetto a quelli contemplati dalle norme CEI di prodotto, 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 di 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.

Nel caso di tubi del tipo filettabile, le giunzioni saranno ottenute con manicotti filettati. I cambiamenti di direzione potranno essere ottenuti sia con curve ampie con estremità filettate internamente, sia tramite piegatura a caldo.

La tabella che segue riporta, a titolo indicativo, il diametro della tubazione necessaria in relazione al tipo ed al numero dei cavi da contenere; in ogni caso il diametro minimo delle tubazioni da utilizzare dovrà essere pari a 20 mm.

Cavi			Sezione (mm ²)							
U ₀ /U*	Tipo		n°	1,5	2,5	4	6	10		
450/750 V	Cavo unipolare PVC (senza guaina) N07V-K N07G9-K		1	20	20	20	20	20		
			2	20	20	20	20	25		
			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		
	Cavo multipolare PVC FROR		Bipolare		1	16	20	20	25	32
					2	32	40	40	50	-
					3	40	40	50	50	-
			Tripolare		1	16	20	20	25	40
					2	32	40	40	50	-
					3	40	50	50	-	-
Quadripolare		1	20	20	25	32	40			
		2	40	40	50	50	-			
		3	40	50	50	-	-			
0,6/1 kV	Cavo unipolare PVC o gomma (con guaina) FG7(O)M1 FG7(O)R N1VV-K FTG10(O)M1		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 multipolare PVC o gomma FG7(O)M1 - FG7(O)R N1VV-K FTG10(O)M1		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

Tubazioni isolanti di tipo flessibile (guaine)

Le tubazioni di questo tipo saranno generalmente utilizzate per la posa in vista entro controsoffitto, ovvero per il raccordo di tubazioni rigide agli apparecchi utilizzatori.

Saranno costituito da un tubo in materiale isolante morbido, internamente liscio e rinforzato da una spirale di sostegno in PVC ovvero in acciaio zincato.

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

Tubazioni in acciaio zincato pesante

Saranno del tipo "Mannesmann", senza saldatura, zincate a fuoco, internamente lisce e con estremità filettate; saranno generalmente impiegate per la posa in vista all'interno e all'esterno. E' tollerata la posa interrata, purchè il tubo sia protetto inferiormente e superiormente con almeno 10 cm di calcestruzzo oppure rivestito con tela di iuta 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.

Dovrà in ogni caso essere garantita la continuità elettrica fra le varie parti e, qualora il tubo costituisca "massa", essere effettuato il collegamento a terra delle estremità.

Tubazioni in acciaio inox

Saranno del tipo "conduit" in acciaio inox, con le pareti interne completamente lisce e prive di qualsiasi asperità, per facilitare l'infilaggio dei cavi elettrici evitandone possibili abrasioni. Saranno di tipo filettabile e fornite complete di manicotto.

4.14.2 Tubazioni per posa all'esterno

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

- Dovranno avere le caratteristiche dimensionali e lo sviluppo indicati nei disegni di progetto

- Essere di materiale termoplastico (polietilene) e dotate di sufficiente resistenza allo schiacciamento (> 450 N), in relazione al tipo di posa previsto
- Avere giunti di tipo a bicchiere, sigillati con apposito collante, ovvero di tipo filettato, per evitare lo sfilamento e le infiltrazioni di acqua. Non saranno ammesse giunzioni lungo tutto il tratto di tubo
- Essere posate a circa 0,5 m di profondità, avendo cura di stendere sul fondo dello scavo e sopra il tubo, una volta posato, uno strato di sabbia di circa 5-10 cm di spessore; in ogni caso, la metodologia di posa deve essere coerente con il tipo di tubazione utilizzata, oltre che con le prescrizioni di enti pubblici eventualmente proprietari dei luoghi e di enti fornitori di sottoservizi, in tema di parallelismi ed incroci con gli stessi
- Sopra il cavidotto sarà posato nastro avvisatore in polietilene con dicitura e colore definiti in sede di progetto o DL
- Dovranno, in corrispondenza ai cambiamenti di direzione e comunque ad intervalli indicativi di 30-40 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)
- Tutti i pozzetti dovranno essere senza fondo, o comunque con fori adeguati ad evitare il ristagno dell'acqua al loro interno
- I tratti rettilinei orizzontali dovranno essere posati con pendenza verso un pozzetto per evitare il ristagno dell'acqua all'interno della tubazione
- Il tratto entrante nel fabbricato deve essere posato con pendenza verso l'esterno, per evitare l'ingresso di acqua nello stesso
- Dopo aver infilato i cavi, le estremità all'interno e/o all'esterno del fabbricato dovranno essere chiuse e sigillate con tappo o passacavo stagno
- Prima della chiusura degli scavi dovrà essere avvisata con sufficiente anticipo la DL, in modo da consentire un esame a vista delle modalità con cui è stata effettuata la posa delle tubazioni
- I tubi vuoti saranno corredati di filo pilota in acciaio zincato di adeguata robustezza

In linea di principio, nello stesso tubo non dovranno essere presenti conduttori afferenti a servizi diversi, anche qualora funzionanti 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.

Nel caso si utilizzino tubazioni metalliche rigide esse saranno del tipo "Mannesmann" senza saldatura, conformi alle tabelle UNI 8863 zincati a caldo secondo le tabelle UNI 5745, ovvero del tipo elettrosaldato,

purché le saldature siano realizzate con procedimenti che assicurino l'eliminazione di eventuali sbavature interne e zincati secondo procedimento Sendzimir.

Nel caso di tubi di tipo elettrosaldato, l'accoppiamento con cassette, quadri, apparecchiature e la giunzione tra tubo e tubo dovrà avvenire con raccordi tali da non richiedere la filettatura del tubo stesso e garantire la tenuta meccanica e il grado di protezione richiesto.

I raccordi/sostegni saranno dimensionati per sostenere il peso complessivo corrispondente ai tubi previsti, supposti con il massimo contenuto consentito di cavi.

4.14.3 Canali e passerelle

Generalità

Le dimensioni dei canali/passerelle portacavi non dovranno essere inferiori a quelle riportate negli elaborati di progetto e, salvo diversa indicazione o in assenza di dimensione, dovranno essere tali da portare i cavi al massimo su 2 strati sovrapposti.

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; i setti saranno provvisti di forature o asolature idonee per il fissaggio ai canali, ma non dovranno presentare aperture sulla parete di separazione dei cavi. 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 avvisata con sufficiente anticipo la DL, 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, si dovrà considerare nella posa un'interdistanza tale da consentire la futura posa di nuovi conduttori e l'esecuzione di eventuali lavori di manutenzione. Salvo diverse indicazioni, tra due canali sovrapposti si dovrà lasciare una distanza netta non inferiore a 200 mm.

Il collegamento tra due elementi costituenti la canalizzazione dovrà essere realizzato tramite appositi giunti e non mediante saldature; i canali dovranno infatti essere costituiti da elementi componibili, così che la loro messa in opera non richieda operazioni di saldatura, ma solo eventuali tagli e forature.

I canali dovranno essere opportunamente contrassegnati, con passo regolare non superiore a 15 m, mediante etichette (metalliche o plastiche) da fissare sul fondo o sul bordo del canale. Tali etichette, aventi dimensioni minime di 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 incendi, 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 DL, ed essere riportate sui disegni da consegnare al Committente al termine dei lavori stessi.

Canali, passerelle e tubi protettivi, se metallici, sono generalmente da considerare masse e vanno pertanto collegati a terra; non sono da considerare masse, e non è pertanto necessario il loro collegamento a terra, qualora contengano soltanto cavi in classe II di isolamento: in tal caso il collegamento a terra non è comunque vietato.

Canali e passerelle metalliche

Prescrizioni comuni

Per la sospensione dei canali saranno impiegate mensole che potranno essere ancorate sia a profilati fissati a soffitto, sia con tasselli direttamente a parete, con classe di resistenza al fuoco REI 120 qualora richiesto dagli elaborati di progetto, in modo da avere sempre un lato libero per l'inserimento dei cavi. I sostegni saranno di tipo prefabbricato, di materiale e finitura conforme al canale; dovranno essere sempre previsti nei punti di diramazione, dove iniziano i tratti in salita o in discesa e alle estremità delle curve. I sostegni dovranno assicurare ai canali una completa rigidità in tutti i sensi e non dovranno subire né forature, né altra lavorazione dopo il trattamento di protezione superficiale. La viteria e bulloneria sarà in acciaio inossidabile con testa a goccia e sottotesta quadra; si esclude l'uso di rivetti. La distanza tra due sostegni dovrà essere generalmente non superiore a 1.5 m e comunque tale che la freccia massima d'inflessione misurata non risulti superiore a $D/100$ dove per D si intende il passo tra i sostegni, secondo quanto indicato dalla Norma EN 61537. Le staffe e le mensole dovranno essere dimensionate nell'ipotesi che i canali contengano la loro massima quantità di cavi e che sia applicato in mezzzeria un carico accidentale concentrato pari ad almeno 80 kg; a tale scopo l'Appaltatore è tenuto a presentare alla DL, prima della loro installazione, i calcoli atti a stabilire il tipo di mensole e la loro interdistanza, in funzione delle specifiche tipologie commerciali individuate

in sede di approvazione materiali. In ogni caso lo spessore minimo dei supporti dovrà essere pari almeno a 2.5 mm.

La distanza del canale dal soffitto, o da un'altro canale sovrapposto, 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, ecc.. 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 con testa tonda e larga, posta all'interno del canale e muniti di rondella.

Ove sia richiesto, o comunque necessario, il coperchio da installare avrà caratteristiche analoghe al canale e sarà fissato a scatto o tramite ganci di chiusura innestati sul coperchio; non è consentito l'uso di viti autofilettanti o precarie molle esterne. Il coperchio dovrà avere i bordi ripiegati privi di parti taglienti e dovrà essere asportabile per tutta la lunghezza, anche in corrispondenza degli attraversamenti di pareti.

Il grado di protezione richiesto per la canalizzazione risulta precisato negli elaborati di progetto e sarà ottenuto mediante l'utilizzo di specifici accessori forniti dal costruttore; il grado di protezione richiesto dovrà essere mantenuto anche in corrispondenza di punti di giunzione, collegamenti con tubazioni, cassette, ecc..

Canalizzazioni in acciaio zincato e/o verniciato

L'utilizzo di questo tipo di canalizzazione sarà generalmente riservato ai percorsi delle dorsali principali di distribuzione, con posa in vista, in appoggio diretto alle strutture (ad es. nel caso di locali o percorsi tecnici) ovvero all'interno di controsoffitti o pavimenti flottanti (tipicamente nei corridoi o nei principali locali tecnici).

Nei cavedi verticali e nei contropavimenti dei locali tecnici si possono utilizzare passerelle del tipo a traversini (scale portacavi). Ove sia necessario realizzare percorsi particolarmente complessi, e comunque ove prescritto a progetto, si potranno utilizzare passerelle del tipo a rete (griglie portacavi) che consentono l'utilizzo di un numero molto modesto di pezzi speciali ed accessori.

Per i canali zincati e/o verniciati (in particolare con zincatura per immersione dopo la lavorazione), dovrà essere ripristinata la protezione nei punti in cui dovesse essere indispensabile intervenire con tagli, brucce piegature, fori, ecc.; oltre, ovviamente, alla zincatura per immersione, potranno essere impiegate vernici catodiche rispetto allo zinco, quali minio o cromato di Pb. Tutti gli eventuali tagli effettuati su canali metallici non dovranno presentare sbavature e parti taglienti, proteggendo eventualmente il taglio con guarnizioni opportune. I fori e le asolature effettuate per l'uscita dei cavi verso le cassette di derivazione, dovranno essere opportunamente rifiniti con passacavi o guarnizioni in materiale isolante.

I canali e coperchi di tipo verniciato, dovranno essere corredati di idonei morsetti (o aree di collegamento prive di verniciatura) onde poter effettuare il collegamento equipotenziale e garantire la continuità metallica della canalizzazione.

4.15 Contenitori ed accessori

4.15.1 Generalità

I cavi e le giunzioni posti all'interno delle cassette non devono occupare più del 50% del volume interno delle stesse. 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 saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile, montate su guida di tipo unificato. Il serraggio dei conduttori dovrà essere indiretto a vite con l'interposizione di una piastrina metallica. Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a serraggio diretto.

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.

I coperchi delle cassette devono essere fissati con viti imperdibili. Ove richiesto, o comunque necessario, tra i coperchi e le cassette saranno interposte guarnizioni del tipo anti-invecchiante al neoprene o al silicone.

Nella stessa cassetta potranno attestarsi, salvo deroghe, solamente cavi appartenenti ad un solo servizio (luce, FM, vari impianti speciali). 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 agli impianti speciali (di segnale) potranno essere utilizzate per impianti ordinati (di potenza).

Salvo diversa indicazione in altri elaborati di dettaglio del progetto, o diversa indicazione della DL, per ogni locale (o coppia di locali adiacenti o affacciati) dovrà essere installata una cassetta di derivazione principale collocata lungo lo sviluppo del collegamento dorsale, nonché una cassetta secondaria posta all'interno del locale stesso.

Le cassette dovranno essere 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. Per quanto possibile, si dovrà cercare di unificare i tipi e le dimensioni delle cassette installate. Il fissaggio dovrà essere effettuato tramite tasselli ad espansione con classe di resistenza al fuoco REI 120, qualora richiesto negli elaborati di progetto, e bulloneria in acciaio zincato o chiodatura a sparo, in modo comunque da non trasmettere sollecitazioni ai tubi o ai cavi che vi fanno capo; lo stesso dicasi per i telai in profilati metallici, staffe, zanche, dimensionati per sostenere la cassetta.

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 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. Casette destinate a più impianti e/o servizi diversi dovranno essere complete di adeguati separatori interni e riportare le sigle di tutti gli impianti contenuti.

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 Vca oppure 24 Vcc): 12Vca (24Vcc)
- impianti speciali di sicurezza (rivelazione incendi, antintrusione, controllo accessi,...): SPS
- impianti speciali di comunicazione (trasmissione dati, TV, citofonico, diffusione sonora,...): SPC
- impianti speciali in genere: SP

4.15.2 Cassette di derivazione isolanti, in vista

Saranno in materiale isolante autoestinguente e dotate di coperchio fissato con viti o con sistema a 1/4 di giro o equivalente; preferibilmente, il coperchio sarà fissato per mezzo di viti imperdibili in nylon a passo lungo, con testa sferica che consenta l'apertura a cerniera del coperchio. In alternativa, le viti dovranno essere rese imperdibili ed essere in acciaio inossidabile o in ottone o comunque con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zincocromatura, ecc.); non sono ammesse viti di tipo autofilettante.

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 quanto previsto dal costruttore. In tali cassette il taglio degli eventuali passacavi in plastica morbida dovrà avvenire in modo che ne risulti un foro circolare e non sia ridotto il grado di protezione prescritto. 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.

4.15.3 Cassette di derivazione metalliche

Saranno di costruzione robusta con resistenza agli urti e grado di protezione IP adeguati alla loro ubicazione. Le superfici interne saranno trattate con vernici anticondensa a base di resine assorbenti, senza fibre sintetiche di vellutazione.

Saranno dotate di coperchio fissato con viti o con sistema a 1/4 di giro o equivalente. Le viti dovranno essere rese imperdibili ed essere in acciaio inossidabile o in ottone o comunque con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zincocromatura, ecc.); non sono ammesse viti di tipo autofilettante.

I pressacavi dovranno essere in acciaio inossidabile o ottone.

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 quanto 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.

4.16 Impianti terminali

4.16.1 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 fissato 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 protezione 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 (16 A 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 spine sia tipo schuko che spine 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 16 A	2,5 mm ²	2,5 mm ²
Alimentazione di più punti presa da 16 A	6 mm ²	4 mm ²
Alimentazione di singoli punti presa fino a 32 A	6 mm ²	4 mm ²
Alimentazione di più punti presa fino a 32 A	10 mm ²	6 mm ²

4.16.2 Punti luce

Per la definizione e remunerazione dei cosiddetti "punti luce" ci si riferisce al concetto di "punto luce equivalente", inteso come l'insieme di tutti i materiali necessari all'alimentazione di un apparecchio illuminante (o altro apparecchio simile).

Nel punto luce equivalente sono comprese perciò tutte le condutture (cavidotti e conduttori), i morsetti ed i contenitori necessari per realizzare l'allacciamento, a partire dal quadro di locale o dalla derivazione operata sulla dorsale in partenza dal quadro di distribuzione e fino alla terminazione predisposta per l'allacciamento dell'utilizzatore (quest'ultimo escluso).

Resta inteso fin d'ora che, trattandosi di valutazione applicabile alle più svariate situazioni, la definizione e la remunerazione si riferiscono a situazioni medie tipiche; ciò nonostante, la definizione ed il prezzo restano applicabili ad ogni situazione. Nel seguito vengono descritte le situazioni tipiche di riferimento, senza che per questo venga negato il concetto di applicabilità appena espresso.

Punto luce equivalente in vista

Il punto luce equivalente in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali luce)
- Quota parte della cassetta di derivazione o transito secondaria di locale (ovvero porzione della cassetta dedicata a questo scopo), completa di morsettiera (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a parete; salvo diverso accordo con la DL, tale cassetta sarà riservata ai soli circuiti luce)
- Quota parte delle condutture di collegamento tra la cassetta primaria e secondaria (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 25 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE)
- Conduittura terminale in partenza dalla cassetta secondaria fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 20 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE; ove richiesto, saranno utilizzati guaina spiralata in PVC, ovvero tubo rigido in acciaio zincato, di diametro equivalente); è ammesso che tratti di conduittura terminale risultino comuni a più punti luce, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna conduittura terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Ove richiesto, la conduittura terminale potrà essere costituita da cavo con guaina posato in vista e privo di protezione meccanica aggiuntiva
- Cassetta terminale del punto luce (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a soffitto o parete, completa di pressatubo e passacavo); la cassetta terminale sarà installata ove previsto a progetto, o comunque richiesto dalla DL, e generalmente nelle situazioni in cui l'apparecchio non sia idoneo all'ingresso di una tubazione, ma necessiti di uno spezzone di cavo per il raccordo tra cassetta terminale e apparecchio (lo spezzone è compreso nel punto luce). In ogni caso la cassetta terminale sarà installata qualora sia prevista l'installazione dell'utilizzatore solo in un secondo tempo

4.16.3 Punti comando

Per la definizione e remunerazione dei cosiddetti “punti comando” ci si riferisce al concetto di “punto comando equivalente”, inteso come l'insieme di tutti i materiali necessari alla realizzazione di un punto che consenta il comando di un apparecchio illuminante (o altro apparecchio similare).

Nel punto comando equivalente sono comprese perciò tutte le condutture (cavidotti e conduttori), i morsetti ed i contenitori necessari per realizzare tale comando, a partire dalla cassetta secondaria di locale o dalla derivazione operata sulla dorsale di comando in partenza dal quadro di distribuzione e fino all'apparecchiatura di comando (quest'ultima compresa).

Resta inteso fin d'ora che, trattandosi di valutazione applicabile alle più svariate situazioni, la definizione e la remunerazione si riferiscono a situazioni medie tipiche; ciò nonostante, la definizione ed il prezzo restano applicabili ad ogni situazione. Nel seguito vengono descritte le situazioni tipiche di riferimento, senza che per questo venga negato il concetto di applicabilità appena espresso.

Punto comando equivalente in vista

Il punto comando equivalente in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera, installata lungo la dorsale di comando (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali luce)
- Ovvero quota parte della cassetta di derivazione o transito secondaria di locale (ovvero porzione della cassetta dedicata a questo scopo), completa di morsettiera (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a parete; salvo diverso accordo con la DL, tale cassetta sarà riservata ai soli circuiti luce)
- Conduttura terminale in partenza dalla cassetta principale o secondaria fino all'apparecchiatura di comando (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 20 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati); è ammesso che tratti di conduttura terminale risultino comuni a più punti comando, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna conduttura terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Ove opportuno, alcuni tratti della conduttura terminale potranno essere comuni anche alla conduttura terminale del rispettivo punto luce comandato
- Quota parte della cassetta terminale del punto comando (trattasi generalmente di cassetta portafrutto in vista installata a parete, che potrà essere condivisa con altri punti comando compatibili)
- Quota parte del telaio portafrutto, che potrà essere condiviso con altri punti comando compatibili
- Apparecchiatura di comando costituita da frutto della serie civile, idoneo al fissaggio a scatto sul telaio e alla rimozione per mezzo di utensile, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'elenco descrittivo delle voci

- Tasti ciechi modulari per la chiusura dei moduli inutilizzati
- Quota parte della placca di finitura, fissata a pressione e rimovibile per mezzo di utensile (per versioni IP21), ovvero del coperchio con membrana trasparente e chiusura a scatto (per versioni IP55 a coperchio chiuso); la placca o coperchio di finitura potranno essere condivisi con altri punti comando compatibili

4.16.4 Punti alimentazione diretta

Per la definizione e remunerazione dei cosiddetti “punti alimentazione diretta” ci si riferisce al concetto di “punto alimentazione diretta equivalente”, inteso come l'insieme di tutti i materiali necessari all'alimentazione di un apparecchio utilizzatore.

Nel punto alimentazione diretta equivalente sono comprese perciò tutte le condutture (cavidotti e conduttori), i morsetti ed i contenitori necessari per realizzare l'allacciamento, a partire dal quadro di locale o dalla derivazione operata sulla dorsale in partenza dal quadro di distribuzione e fino alla terminazione predisposta per l'allacciamento dell'utilizzatore (quest'ultimo escluso).

Resta inteso fin d'ora che, trattandosi di valutazione applicabile alle più svariate situazioni, la definizione e la remunerazione si riferiscono a situazioni medie tipiche; ciò nonostante, la definizione ed il prezzo restano applicabili ad ogni situazione. Nel seguito vengono descritte le situazioni tipiche di riferimento, senza che per questo venga negato il concetto di applicabilità appena espresso.

Punto alimentazione diretta equivalente in vista

Il punto alimentazione diretta equivalente in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)
- Quota parte della cassetta di derivazione o transito secondaria di locale (ovvero porzione della cassetta dedicata a questo scopo), completa di morsettiera (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a parete; salvo diverso accordo con la DL, tale cassetta sarà riservata ai soli circuiti FM o CA)
- Quota parte delle condutture di collegamento tra la cassetta primaria e secondaria (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE, e diametro adeguato allo scopo)
- Conduittura terminale in partenza dalla cassetta secondaria fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE, e diametro adeguato allo scopo; ove richiesto, saranno utilizzati guaina spiralata in PVC, ovvero tubo rigido in acciaio zincato, di diametro equivalente); è ammesso che tratti di conduittura terminale risultino comuni a più punti alimentazione, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura

dell'impianto; ciascuna condotta terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Ove previsto, la condotta terminale potrà essere costituita da cavo con guaina posato in vista e privo di protezione meccanica aggiuntiva

- Cassetta terminale del punto alimentazione (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a soffitto o parete, completa di pressatubo e passacavo); la cassetta terminale sarà installata ove previsto a progetto, o comunque richiesto dalla DL, e generalmente nelle situazioni in cui l'utilizzatore non sia idoneo all'ingresso di una tubazione, ma necessiti di uno spezzone di cavo per il raccordo tra cassetta terminale e utilizzatore (lo spezzone è compreso nel punto alimentazione). In ogni caso la cassetta terminale sarà installata qualora sia prevista l'installazione dell'utilizzatore solo in un secondo tempo.

4.16.5 Punti utilizzatori

Per la definizione e remunerazione dei cosiddetti "punti utilizzatori" ci si riferisce al concetto di "punto utilizzatore equivalente", inteso come l'insieme di tutti i materiali necessari alla realizzazione di un punto che consenta l'utilizzo dell'energia secondo svariate funzionalità.

Nel punto utilizzatore equivalente sono comprese perciò tutte le condutture (cavidotti e conduttori), i morsetti ed i contenitori necessari per realizzare tale utilizzo; si comprendono cioè, oltre all'utilizzatore vero e proprio, anche il relativo punto alimentazione/allacciamento come definito in precedenza, a partire cioè dal quadro di locale o dalla derivazione operata sulla dorsale in partenza dal quadro di distribuzione e fino alla terminazione di allacciamento all'utilizzatore (quest'ultimo compreso).

Resta inteso fin d'ora che, trattandosi di valutazione applicabile alle più svariate situazioni, la definizione e la remunerazione si riferiscono a situazioni medie tipiche; ciò nonostante, la definizione ed il prezzo restano applicabili ad ogni situazione. Nel seguito vengono descritte le situazioni tipiche di riferimento, senza che per questo venga negato il concetto di applicabilità appena espresso.

Punto utilizzatore equivalente, serie civile in vista

Il punto utilizzatore serie civile in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)
- Quota parte della cassetta di derivazione o transito secondaria di locale (ovvero porzione della cassetta dedicata a questo scopo), completa di morsettiera (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a parete; salvo diverso accordo con la DL, tale cassetta sarà riservata ai soli circuiti FM o CA)

- Quota parte delle condutture di collegamento tra la cassetta primaria e secondaria (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 32 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE)
- Conduittura terminale in partenza dalla cassetta secondaria fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 25 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE; ove richiesto, sarà utilizzato tubo rigido in acciaio zincato di diametro equivalente); è ammesso che tratti di conduittura terminale risultino comuni a più punti utilizzatore, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna conduittura terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Si precisa che, ove i singoli utilizzatori siano predisposti per un collegamento in "entra-esci", lo stesso punto alimentazione può allacciare più utilizzatori e risulta perciò conteggiato in quota parte
- Quota parte della cassetta terminale del punto utilizzatore (trattasi generalmente di cassetta portafrutto in vista installata a parete, che potrà essere condivisa con altri punti utilizzatore compatibili)
- Quota parte del telaio portafrutto, che potrà essere condiviso con altri punti utilizzatore compatibili
- Apparecchio utilizzatore costituito da frutto della serie civile, idoneo al fissaggio a scatto sul telaio e alla rimozione per mezzo di utensile, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'elenco descrittivo delle voci
- Tasti ciechi modulari per la chiusura dei moduli inutilizzati
- Quota parte della placca di finitura, fissata a pressione e rimovibile per mezzo di utensile (per versioni IP21), ovvero del coperchio con membrana trasparente e chiusura a scatto (per versioni IP55 a coperchio chiuso); la placca o coperchio di finitura potranno essere condivisi con altri punti utilizzatore compatibili

Punto utilizzatore equivalente, serie industriale in vista

Il punto utilizzatore serie industriale in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)
- Conduittura terminale in partenza dalla cassetta fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 32 mm e contenente cavi senza guaina in numero e sezione adeguati, compreso PE; ove richiesto, sarà utilizzato tubo rigido in acciaio zincato di diametro equivalente); è ammesso che tratti di conduittura terminale risultino comuni a più punti utilizzatore, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna conduittura terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Si precisa che, ove si preveda la realizzazione di un "quadretto

prese” (o altro analogo raggruppamento di utilizzatori) lo stesso punto alimentazione può allacciare più utilizzatori e risulta perciò conteggiato in quota parte

- Quota parte della cassetta terminale di ripartizione, ovvero della base modulare, necessarie alla formazione del quadretto prese (trattasi generalmente di base in vista installata a parete, che potrà essere condivisa con altri punti utilizzatore compatibili)
- Apparecchio utilizzatore costituito da utilizzatore della serie industriale, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'elenco descrittivo delle voci
- Eventuali coperchi ciechi per la chiusura di moduli inutilizzati

Punto utilizzatore equivalente, serie industriale in alluminio in vista

Il punto utilizzatore serie industriale in alluminio in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito principale, completa di morsettiera fissa, installata lungo la dorsale (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione e riservata alla derivazione dalle dorsali FM o CA)
- Conduittura terminale in partenza dalla cassetta fino all'utilizzatore (trattasi generalmente di tubo rigido in acciaio zincato, posato in vista, di diametro minimo pari a 32 mm e contenente cavo con guaina di formazione adeguata, compreso PE); è ammesso che tratti di conduittura terminale risultino comuni a più punti utilizzatore, nell'ottica di un maggior ordine nella stesura dell'impianto; ciascuna conduittura terminale potrà avere lunghezza massima indicativa pari a 10 m. Si precisa che, ove si preveda la realizzazione di un “quadretto prese” (o altro analogo raggruppamento di utilizzatori) lo stesso punto alimentazione può allacciare più utilizzatori e risulta perciò conteggiato in quota parte
- Quota parte della cassetta terminale in pressofusione di alluminio necessaria alla formazione del quadretto prese (trattasi generalmente di cassetta in vista installata a parete, che potrà essere condivisa con altri punti utilizzatore compatibili)
- Apparecchio utilizzatore costituito da utilizzatore della serie industriale in pressofusione di alluminio, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'elenco descrittivo delle voci
- Eventuali coperchi ciechi per la chiusura di moduli inutilizzati

Pulsante di sgancio ad accesso protetto, in vista

Il punto pulsante di sgancio in vista risulta mediamente formato dai seguenti componenti:

- Quota parte della cassetta di derivazione o transito installata lungo la dorsale, ove necessaria (trattasi generalmente di cassetta in vista, installata nei pressi della canalizzazione principale di distribuzione, e presente nel caso in cui sia prevista la duplicazione dello sgancio mediante altri pulsanti in parallelo)
- Canalizzazioni in partenza dal punto pulsante fino alla canalizzazione di dorsale e da quest'ultima fino alla bobina di sgancio dell'interruttore/i installato/i sul quadro generale e/o di zona (lato pulsante, trattasi

generalmente di tubo rigido in PVC, posato in vista, di diametro minimo pari a 25 mm per contenere cavo con guaina di formazione adeguata, idoneo anche all'alimentazione di eventuali spie di segnalazione; lato bobina, la tipologia di canalizzazione è funzione della posizione del quadro dove si trova la bobina da comandare)

- Qualora compreso nel punto (ovvero conteggiato a parte) cavo in partenza dal punto pulsante fino alla bobina di sgancio dell'interruttore/i installato/i sul quadro generale e/o di zona (la tipologia e le caratteristiche del cavo sono funzione del tipo di sgancio da operare e dei luoghi che la linea di sgancio deve attraversare; in mancanza di indicazioni specifiche, si utilizzerà un cavo multipolare con guaina, del tipo resistente al fuoco)
- Cassetta terminale per l'alloggiamento del pulsante di sgancio (trattasi generalmente dell'involucro di base del pulsante stesso, installato in vista a parete)
- Pulsante di sgancio della serie industriale, avente le caratteristiche tecniche specificate nell'elenco descrittivo delle voci, e individuabile in modo inequivocabile rispetto agli altri apparecchi di comando; il pulsante dovrà essere tale che non sia possibile avviare la segnalazione di allarme senza produrre la frattura del vetro e, viceversa, che non sia possibile il ripristino senza la sostituzione del vetro o l'ausilio di un attrezzo o di una chiave.

Altezza di installazione apparecchiature

Le quote di installazione delle apparecchiature (punti di comando e prese) devono essere conformi alle indicazioni della guida CEI 64-50. In particolare le quote di installazione, con riferimento agli assi ed al piano di calpestio finito, dovranno essere (salvo specifica indicazione riportata negli elaborati grafici):

- Comando luce: h = altezza maniglie porte, ~ 90 cm (20 cm dalle porte)
- Presa in genere (salvo diversa indicazione): 40 cm (20 cm dalle porte)
- Suoneria: $160 < h < 205$ cm
- Apparecchio di segnalazione ottica: $250 < h < 300$ cm
- Termostato: $150 < h < 160$ cm (20 cm dalle porte)
- Quadro elettrico o centralino: $h = 160$ cm

4.16.6 Abbattimento delle barriere architettoniche

Se l'immobile in oggetto (o alcuni suoi locali) è soggetto a regolamentazione sull'abbattimento delle barriere architettoniche, le apparecchiature elettriche devono essere collocate ad altezza idonea al loro utilizzo da parte di soggetti disabili, devono essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità ed essere protette contro danneggiamenti per urto.

Nelle scale, i dispositivi di comando devono essere visibili anche al buio (luminosi).

Le norme sull'abbattimento delle barriere architettoniche devono essere estese a:

- Spazi esterni: almeno lungo un percorso agevolmente fruibile da persone con ridotte capacità motorie o sensoriali
- Parti comuni dei condomini
- Nel 5% degli alloggi previsti negli interventi di edilizia residenziale convenzionata con un minimo di un'unità per intervento
- Nei servizi igienici per i portatori di handicap deve essere installato un campanello di allarme in prossimità della vasca e del WC

Le altezze di installazione delle apparecchiature nei locali soggetti a regolamentazione sull'abbattimento delle barriere architettoniche sono le seguenti (si noti che non sono in contrasto con la normativa CEI la quale prescrive solo altezze di installazione consigliate):

- Comando luce: $60 < h < 140$ cm (20 cm dalle porte)
- Campanello o pulsante di comando: $40 < h < 140$ cm
- Presa in genere: $45 < h < 115$ cm (20 cm dalle porte)
- Citofono: $110 < h < 130$ cm
- Termostato: $h = 140$ cm (20 cm dalle porte)
- Quadro elettrico o centralino: $60 < h < 140$ cm

4.17 Impianti di illuminazione

4.17.1 Illuminazione di interni

Prescindendo dalla modalità del sistema d'illuminazione (illuminazione diretta, indiretta, mista), l'illuminazione artificiale degli ambienti interni deve essere realizzata considerando i seguenti aspetti:

- Livello ed uniformità di illuminamento
- Temperatura e resa di colore
- Abbagliamento

Vengono nel seguito specificate alcune prescrizioni esecutive in merito.

Livello ed uniformità di illuminamento

I livelli d'illuminamento medio in esercizio necessari all'interno dei vari locali dovranno essere conformi, per quanto pertinente, con le prescrizioni della norma UNI 12464-1.

In genere, l'illuminamento è calcolato, e/o misurato, su zone del compito visivo poste ad un'altezza di 0,85 m dal pavimento; mentre, nelle zone di transito all'interno dei fabbricati, ci si riferisce al piano collocato ad una quota di 0,20 m dal pavimento.

Al fine di considerare l'efficienza decrescente dell'impianto nel tempo, dovuta all'invecchiamento delle lampade, all'insudiciamento, al deterioramento delle ottiche degli apparecchi di illuminazione, alla diminuzione della riflessione delle pareti, ecc., si introduce il fattore di manutenzione pari a 0,8 in condizioni normali.

Per quanto concerne l'uniformità di illuminamento si prescrive un rapporto fra l'illuminamento minimo e quello medio, con riferimento alla zona del compito visivo, non inferiore a 0,7.

In presenza di attività che richiedano livelli di illuminamento molto diversi, è conveniente prevedere per tutto l'ambiente il livello di illuminamento più basso e aggiungere un'illuminazione localizzata che permetta di raggiungere il livello di illuminamento richiesto per le attività più critiche, ferma restando la necessità di limitare il "salto" di illuminamento e garantire una adeguata uniformità delle zone circostanti, secondo le prescrizioni normative.

Nel caso di locali adiacenti l'illuminamento medio del locale più illuminato non deve essere superiore a 5 volte quello del locale meno illuminato.

Temperatura e resa di colore

Le lampade per interni sono suddivise in tre gruppi secondo la tonalità del colore della luce emessa:

- Gruppo W: luce calda, temperatura di colore inferiore a 3300 K
- Gruppo I: luce intermedia o neutra, temperatura di colore compresa fra 3300 K e 5300 K
- Gruppo C: luce fredda, temperatura di colore superiore a 5300 K

L'indice di resa dei colori (Ra), variabile da 0 a 100, esprime l'attitudine di una sorgente luminosa a rendere correttamente i colori degli oggetti illuminati. Quanto maggiore è l'indice Ra tanto più sono apprezzabili i colori.

Le sorgenti luminose sono state suddivise in gruppi di resa dei colori (Ra') in funzione dell'indice Ra.

Il gruppo di tonalità e di resa dei colori saranno conformi a quanto previsto dalla norma UNI12464-1 e dai documenti progettuali, in ogni caso oggetto di conferma in sede di DL.

In generale, per gli ambienti interni si prescrive un indice di resa dei colori non inferiore a 80 e, per gli ambienti lavorativi, si privilegiano le tonalità di luce intermedia (tipicamente 4000 K).

Abbagliamento

L'impianto di illuminazione andrà eseguito contenendo l'abbagliamento (diretto o molesto e da riflessione o riflessione velante) entro limiti accettabili (ovvero senza provocare sensazioni fastidiose ai fruitori degli ambienti stessi). La limitazione dell'abbagliamento diretto dipende dall'angolo di schermatura degli apparecchi di illuminazione e dalla loro disposizione nel locale.

Per la limitazione dell'abbagliamento, in relazione al tipo di locale, dovranno essere rispettati i valori limite di UGR previsti dalla norma UNI12464-1.

L'abbagliamento riflesso (o la riflessione velante) può essere ridotto mediante un'opportuna disposizione degli apparecchi di illuminazione rispetto ai posti di lavoro, ricorrendo a pareti e soffitti chiari ed impiegando arredi ed apparecchiature con superfici di finitura opache.

Prescrizioni esecutive aggiuntive di carattere generale

L'illuminamento di eventuali vetrine dovrà contenere l'effetto specchio.

Le lampade utilizzate per l'illuminazione di merci o cose soggette a scolorimento devono essere dotate di appositi filtri per raggi infrarossi e/o ultravioletti.

Le lampade con riflettore dicroico devono essere installate solo su apparecchi idonei a sopportarne le elevate temperature di esercizio.

I faretti devono essere posti ad adeguata distanza da eventuali sostanze combustibili, in funzione della loro potenza:

- Fino a 100 W: 0,5 m
- Da 101 a 300 W: 0,8 m
- Da 301 a 500 W: 1,0 m

Nell'installazione di corpi illuminanti in controsoffitto si deve prima verificare che il controsoffitto stesso sia idoneo a sostenere il peso del corpo illuminante e dei relativi accessori. Il corpo illuminante e la relativa condotta devono essere protetti contro i contatti diretti anche se il controsoffitto non è accessibile (tale prescrizione non si applica a corpi illuminanti alimentati da circuiti SELV). Se il controsoffitto è metallico si dovranno usare apparecchi di classe I o II (evitare di installare apparecchi con involucro isolante non di classe II) e cavi in tubo isolante o in classe II.

Il collegamento in cascata (entra - esci) dei corpi illuminanti è tollerato solo se i morsetti sono doppi o appositamente predisposti.

In tutti gli uffici dove è prevedibile l'uso di videoterminali i corpi illuminanti devono essere del tipo idoneo (es. con schermo di tipo lamellare darklight).

Tutti i corpi illuminanti sono da intendersi completi di lampada e accessori, cablati ed eventualmente rifasati e dotati di protezione per radiodisturbi. La protezione per radiodisturbi deve essere estesa anche ad eventuali trasformatori elettronici per l'alimentazione di lampade a bassissima tensione. La protezione contro i radiodisturbi si intende attuata solamente in caso di presenza di apposito marchio IMQ ANTI DISTURBI RADIO.

I trasformatori elettronici devono essere installati a non meno di 20 cm dai corpi illuminanti (e da altre fonti di calore). La linea a bassissima tensione derivata da ogni trasformatore elettronico non deve comunque avere lunghezza superiore a 2 m (per limitare le cadute di tensione e l'irradiazione di radiodisturbi) e deve avere sezione commisurata alla corrente di impiego (almeno 1 mm² ogni 50 W a 12 V).

Reattore elettronico

Dispositivo atto ad alimentare lampade di qualsiasi tipo sostituendosi ai sistemi convenzionali costituiti da:

- Alimentatore ferromagnetico
- Condensatore di rifasamento
- Starter

Dovrà essere costruttivamente atto a:

- Garantire, nel tempo, un risparmio energetico non inferiore al 25%
- Aumentare la durata di vita media delle lampade non inferiore al 40% rispetto al sistema tradizionale
- Avere una tensione di funzionamento ristretta in un campo compreso tra 190 V min. e 260 V max, sia in c.c. che in c.a.
- Proteggere contro le sovratensioni impulsive
- Resistere tramite protezioni interne all'applicazione di tensione di valore diverso della nominale
- Assicurare l'accensione delle lampade in modo istantaneo
- Avere bassissime perdite e quindi basso sviluppo di calore
- Essere in grado di eliminare l'effetto stroboscopico e dello sfarfallio
- Essere in grado di eliminare la necessità di rifasamento
- Essere idoneo a mantenere le caratteristiche peculiari delle lampade (identici livelli di illuminamento)
- Disinnescare immediatamente e automaticamente della lampada esaurita
- Avere dotazione di un filtro antidisturbo
- Presentare un contenuto armonico entro i limiti imposti dalla Normativa vigente

Sarà infine costruttivamente costituito da elementi di tipo elettronico (semiconduttori e/o transistorizzati) e rispondente alle normative di legge nazionali ed europee.

In particolare alle VDE 0875-0712-0871, classe B nonché IEC 923, CEI del CT34 .

- alimentatore elettronico per lampade fluorescenti:
 - potenza W: 7÷120 W
 - V alimentazione: 230 V o corrente continua ove richiesto
 - f alimentazione: 0÷50/60 Hz
 - W perdite: 3+10
 - fattore di potenza: $\cos\phi$ 0,95 min.
 - t° funzionamento: -10÷+40°C

- V secondaria: 230 V
- alimentatore elettronico per lampade ad alogeni:
 - Potenza W: 50+80 W
 - V alimentazione: 230 V corrente continua ove richiesto
 - V secondaria: 12 V
 - f alimentazione: 0÷50/60 Hz
 - W perdite: max 5
 - fattore di potenza: $\cos\phi$ 0,95 min.
 - t° funzionamento: -10÷+40°
- alimentatore elettronico per lampade HQI-NAV:
 - Potenza W: 70 W max
 - V alimentazione: 230 V o corrente continua ove richiesto
 - V secondaria: 230 V
 - f alimentazione: 0÷50/60 Hz
 - W perdite: max 10
 - fattore di potenza: $\cos\phi$ 0,90 min.
 - t° funzionamento: -10÷+50°C

Corpi illuminanti di tipo industriale

Corpo illuminante stagno equipaggiato con tubi fluorescenti

Apparecchio con diffusore in policarbonato trasparente in esecuzione stagna (IP65).

Sarà costituito da un corpo stampato in resina poliestere autoestinguente e rinforzato con fibre di vetro.

Il diffusore sarà in metacrilato trasparente, stampato mediante termoformatura. Sarà esternamente liscio, prismatico internamente, autoestinguente e antiurto.

Il fissaggio del diffusore dovrà avvenire mediante dispositivi a scatto.

Una guarnizione di tenuta farà sì che il grado di isolamento dell'apparecchio non sia inferiore a IP65.

L'ingresso alla morsettiera dovrà avvenire a mezzo pressacavi, pressatubi o pressa guaine in modo da non diminuire il grado di protezione sopra citato.

Infine l'apparecchio sarà equipaggiato con apparecchiature di accensione, rifasamento e lampade fluorescenti ad alta resa come espresso nel capitolo "generalità" e del tipo indicato negli elaborati di progetto.

Corpo illuminante stagno equipaggiato con lampada incandescente

Apparecchio adatto per l'illuminazione dei vani corsa ascensori, cavedi impianti, intercapedini, ecc., o locali dove non vi permanenza di persone se non a causa di eventi specifici; esempio manutenzioni o accessi a locali tecnici.

Sarà costituito da un corpo in alluminio pressofuso colore naturale o colorato, in bachelite, in materiale plastico rigido a base di PVC. Il diffusore sarà in vetro trasparente infrangibile, rigato o opale per le versioni con corpo in bachelite o alluminio e in materiale plastico trasparente per la versione con corpo in PVC rigido.

Tutte le versioni sopra menzionate saranno dotate di gabbietta metallica antiurto applicata a scatto e imperdibile.

Una guarnizione a tenuta farà sì che il grado di protezione dell'apparecchio non sia inferiore a IP54.

L'ingresso alla morsettiera dovrà avvenire a mezzo passacavi, pressatubi o pressa guaine in modo da non diminuire il grado di protezione sopra citato.

L'apparecchio sarà infine equipaggiato con lampada ad incandescenza E27-230V - 60/100 W.

Corpo illuminante stagno equipaggiato con lampade fluorescenti o incandescenti

Apparecchio per illuminazione decorativa di terrazze, rampe e scale accesso garage, percorsi all'aperto lungo gli edifici, ecc.

Sarà costituito da un corpo in materiale plastico rigido a base di PVC dotato di apposito ingresso tubo o cavo di alimentazione di tipo preforato; portalampe del tipo adatto per il montaggio di lampada appropriata, tipo E27 per lampade incandescenti 60/100 W o innesto tipo G23/G11 per lampade fluorescenti 9/15/25 W con reattore incorporato. Nel caso di lampade fluorescenti il reattore sarà posizionato nel corpo base sopra descritto. Il diffusore sarà in vetro trasparente e sabbiato internamente. Eventuale semischermo in materiale termoplastico rigido a base di PVC configurato con lamelle o cieco a seconda dei casi in modo da concentrare la luce emessa dalla lampada verso il basso, creando così un effetto radente.

Una guarnizione a tenuta farà sì che il grado di protezione non sia inferiore a IP54. Per la versione da incasso, il corpo illuminante in questione sarà dotato di apposita cassetta da incassare a muro o su struttura in c.a. in corso d'opera.

Avrà le stesse caratteristiche del corpo base sopra descritto.

4.17.2 Illuminazione di sicurezza

L'oggetto del presente paragrafo è costituito dagli apparecchi illuminanti di tipo autonomo dedicati all'illuminazione di sicurezza.

Nel caso in cui si preveda un'illuminazione di sicurezza con alimentazione centralizzata (soccorritore in c.c. o in c.a.) per i dettagli tecnici si rinvia agli altri elaborati di progetto (in particolare all'Elenco Descrittivo delle Voci).

Apparecchio illuminante autonomo di sicurezza con autodiagnosi

Sarà costituito da:

-
- Contenitore in materiale isolante o in lamiera di acciaio (verniciato e collegato a terra) di tipo sporgente o da incasso secondo le esigenze di installazione o quanto richiesto in altro elaborato (computo o specifica dei materiali); grado di protezione IP40 o IP65 (ove richiesto)
 - Schermo anteriore in materiale acrilico autoestinguente resistente agli urti, trasparente e conforme alle norme CEI 34-21/22
 - Lampada di tipo fluorescente (la potenza è indicata nei vari elaborati di progetto o nell'Elenco Descrittivo delle Voci)
 - Batteria di accumulatori al Ni-Cd di tipo ermetico ricaricabili adatti alla carica a corrente costante e di capacità sufficiente a mantenere accesa la lampada per almeno due ore; con temperatura di esercizio max di 50° C
 - Trasformatore di separazione con avvolgimenti primario e secondario isolati e tensione di alimentazione primaria: 230 V - 50 Hz
 - Carica batterie di tipo a corrente costante adatto alla ricarica automatica della batteria in un tempo non superiore a 24 ore e alla carica di mantenimento
 - Dispositivo elettronico per la commutazione automatica su batterie in caso di mancanza di tensione di rete e viceversa al ritorno dell'alimentazione
 - Dispositivo per evitare la completa scarica della batteria; (controllo della soglia minima di tensione e della carica automatica)
 - Convertitore c.c./c.a. di tipo elettronico per l'alimentazione della lampada completo dei dispositivi di innesco e di stabilizzazione della corrente della lampada e di protezione nel caso di funzionamento a vuoto
 - Lampada spia di segnalazione di funzionamento
 - Predisposizione per il comando a distanza di interdizione
 - Foglio autoadesivo con simboli, scritte, ecc., conformi al DPR n° 524 del 08/06/1982 e comunque da concordare con la D.L. per gli apparecchi atti all'indicazione delle uscite di sicurezza

L'apparecchio sarà completo di morsettiera per l'attestazione dei conduttori entranti (linea di alimentazione, comando di interdizione, ecc.), fusibile di protezione, vari accessori per l'installazione e delle seguenti particolarità funzionali:

a) Autotest

Dispositivo elettronico a microprocessore per effettuare periodicamente un autocontrollo sia funzionante che di autonomia.

b) Test funzionali

Il dispositivo dovrà eseguire periodicamente un test completo autocommutandosi in emergenza per un tempo stabilito "t";

In tale periodo si verificheranno:

- L'avvenuta commutazione
- Il circuito di accensione (INVERTER)
- L'accensione del tubo fluorescente

Se l'esito di tali verifiche sarà positivo l'apparecchio dovrà ripristinare lo stato iniziale. Se sarà negativo le anomalie riscontrate saranno visualizzate a mezzo led.

c) Test di autonomia

Il dispositivo dovrà eseguire periodicamente anche il controllo dell'autonomia delle batterie, con lo stesso criterio esposto al punto "b" per il test funzionale.

d) Dispositivi di segnalamento

Ogni apparecchio dovrà essere dotato di almeno n° 4 segnalatori a led o di n° 1 led multicolore:

- LED verde (ON): indicherà la presenza rete e il corretto funzionamento. Dovrà essere sempre acceso
- LED giallo: indicherà lo stato di deterioramento del tubo fluorescente. Si accenderà quando il tubo dovrà essere sostituito
- 1° LED rosso: indicherà lo stato della batteria. Si accenderà quando l'autonomia sarà insufficiente
- 2° LED rosso: indicherà l'impossibilità dell'apparecchio di commutare in emergenza. Si accenderà per segnalare la necessità di una sostituzione o riparazione

Dovrà essere fornita copia degli schemi elettrici dell'apparecchio su cui siano indicati i collegamenti fra batteria, lampada, apparecchiature elettroniche e linee esterne di alimentazione e di interdizione. Sullo schema medesimo o all'interno dell'apparecchio deve inoltre essere chiaramente indicata la tensione nominale della batteria, la sua capacità nominale riferita alla scarica in 5 o in 10 ore e la tensione nominale della lampada di segnalazione.

4.18 Impianto di terra

4.18.1 Generalità

L'impianto di terra deve essere conforme a quanto indicato dalla norma CEI 11-1 (in alta tensione) e dalla CEI 64-8 (in bassa tensione).

Dimensioni minime del dispersore in BT:

Tipo di elettrodo	Dimensioni (mm) Sezione (mm ²)	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
	Dimens. trasversale min.	50		50

* può essere utilizzato acciaio senza rivestimento protettivo purché con spessore aumentato del 50% e con sezione non inferiore a 100 mm²

Dimensioni minime del dispersore in AT:

Materiale		Tipo di dispersore	Dimensione minima				
			Corpo			Rivestimento/guaina	
			Diametro [mm]	Sezione trasversale [mm ²]	Spessore [mm]	Valori singoli [µm]	Valori medi [µm]
Acciaio	zincato a caldo	Piattina ⁽²⁾		90	3	63	70
		Profilato (inclusi i piatti)		90 (250)	3 (5)	63	70
		Tubo	25		2	47	55
		Barra tonda per picchetto	16 (20)			63	70
		Tondo per dispersore orizzontale	10				50
	con guaina di piombo ⁽¹⁾	Tondo per dispersore orizzontale	8			1000	
	con guaina di rame estrusa	Barra tonda per picchetto	15			2000 (500)	
	con guaina di rame elettrolitico	Barra tonda per picchetto	14.2 (15)			90	100
Rame	nudo	Piattina		50	2		
		Tondo per dispersore orizzontale		25 ⁽³⁾			
		Corda	1,8 ^(*)	25			
		Tubo	20		2		
	stagnato	Corda	1,8 ^(*)	25		1	5
	zincato	Piattina		50	2	20	40
	con guaina di piombo ⁽¹⁾	Corda	1,8 ^(*)	25		1000	
	Filo tondo		25		1000		

(*) per cavetti singoli

(1) non idoneo per posa diretta in calcestruzzo

(2) piattina, arrotondata o tagliata con angoli arrotondati

(3) in condizioni eccezionali, dove l'esperienza mostra che il rischio di corrosione e di danno meccanico è estremamente basso, si può usare 16 mm².

Nota: I valori riportati tra parentesi sono comunemente utilizzati in Italia.

Allegato A Norma CEI 11-1 Dimensioni minime dei dispersori

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 interrato 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 mm² se in rame
- 35 mm² se in alluminio
- 50 mm² se in acciaio

Mentre in BT si deve fare riferimento alla tabella 54A 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 mm² ed un massimo di 25 mm².

I conduttori di protezione devono collegare a terra tutte le masse e se facenti parte della stessa conduttura 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 conduttura del conduttore di fase, deve avere sezione almeno pari a 2,5 o 4 mm² 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.

4.19 Impianti elettrici e meccanici per applicazioni in sistemi ferroviari

4.19.1 Impianti LFM

Il sottosistema LFM comprende gli impianti elettrici di distribuzione e controllo di Luce e Forza Motrice per le gallerie ferroviarie.

Tali impianti dovranno essere realizzati e provati conformemente alle indicazioni riportate in specifiche **RFI - LF 608 e LF 610**.

Di seguito sono definiti i principali apparati e/o impianti LFM.

4.19.1.1 Quadri elettrici di bt di tratta e di piazzale

I quadri elettrici specifici per le gallerie ferroviarie, destinati all'alimentazione delle utenze del sottosistema LFM, posti nei piazzali esterni alle gallerie o lungo le tratte in galleria, denominati rispettivamente QdP e QdT, dovranno essere realizzati secondo le indicazioni specifica **RFI - LF 610**.

Dovranno avere le seguenti caratteristiche costruttive:

- struttura, porte, segregazioni, pannelli in lamiera di acciaio inox AISI 304 spessore 15-20/10 mm
- supporti di ammaraggio cavi
- piastre passa-cavi inferiori e superiori
- ingresso ed uscita cavi dal basso come indicato negli elaborati
- morsettiere di collegamento di tipo antiallentante ubicate in vano laterale dedicato o nella zona inferiore del quadro, adatte al fissaggio su guida DIN secondo EN50022.
- sbarre in rame elettrolitico preforate, 3F+N, avente sezione adeguata alla massima corrente ammissibile, contrassegnate in conformità alla normalizzazione CEI-UNEL
- collettore di terra costituito da una barra di terra (sezione minima 200mmq) e relativi supporti e da un numero adeguato di connettori per l'allacciamento dei conduttori di protezione
- barre flessibili o prefabbricate di connessione
- targhette identificatrici in plexiglass fissate sul fronte quadro in prossimità del dispositivo di protezione/sezionamento con evidenza della sigla e della denominazione della relativa utenza
- etichette fissate sui cavi in ingresso ed in uscita dal quadro con evidenza della sigla e della denominazione della relativa utenza
- cartelli monitori per i cubicoli destinati ad ospitare la distribuzione a 1000V

Dovrà essere in grado di contenere tutti i dispositivi elettrici ed elettronici nonché gli apparati attivi e passivi di rete richiesti dal sistema LFM in specifiche **RFI - LF 610**.

4.19.1.2 Dispositivi di controllo e supervisione con comunicazione su onde convogliate

L'impianto di illuminazione di emergenza e l'impianto di illuminazione di riferimento sono integrati con adeguati dispositivi (MAE) Modulo Analogiche Esterne in grado di:

- rilevare la condizione di pulsante di emergenza premuto
- gestire l'accensione delle luci di emergenza su comando proveniente da pulsanti
- monitorare l'efficienza delle lampade di emergenza e di riferimento

Tali funzioni saranno svolte dai dispositivi PMAE (Modulo Periferica Analogiche Esterne) comunicante con il MAE.

I dispositivi MAE e PMAE e la architettura del loro sistema trasmissivo dovranno avere le caratteristiche individuate dalle specifiche **RFI - LF 608 e LF 610**.

Dispositivo MAE

Il dispositivo MAE, installato all'interno dei vari QdT, svolge, tramite due elementi distinti interconnessi tramite una linea dati in fibra ottica, la funzione di controllo delle periferiche esterne in campo tramite comunicazione ad onde convogliate e gestisce la comunicazione col sistema di supervisione mediante linea seriale.

La connessione in fibra ottica tra i due elementi del MAE garantisce l'isolamento rispetto alle apparecchiature in campo come da specifica **RFI - LF 610**.

Dispositivo PMAE

I dispositivi periferici PMAE comunicanti con il concentratore MAE tramite comunicazione ad onde convogliate supportate dal apposito circuito di alimenta per gli stessi PMAE in derivazione dai vari QdT.

Il PMAE svolge le funzioni di diagnostica della lampada, del pulsante (e della relativa lampada blu di identificazione) ad esso connessi, alimenta il pulsante di emergenza e ne trasmette l'eventuale segnalazione di allarme al MAE.

4.19.2 Impianti di illuminazione in galleria ferroviaria

Generalità

L'illuminazione interna in galleria ferroviaria comprende i seguenti sistemi:

- illuminazione di emergenza delle vie di esodo (costituite dai marciapiedi) con corpi illuminanti con lampade fluiresti compatte ubicati sul piedritto della galleria, ad una altezza di 2,5 m dal piano di calpestio, con un interasse di circa 15 m. Una tale disposizione garantirà un livello di illuminamento pari ad almeno 5 lx a 1m di altezza dal piano di calpestio, come richiesto in D.Min. Infr. e Trasp. del 28/ ottobre 2005, secondo le indicazioni di "Linee guida per il Miglioramento della Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie" D.M. 03/96 fascicolo 4101 e secondo le prescrizioni di specifica RFI – TE 161;
- illuminazione di riferimento, ottenuta con corpi illuminanti installati in corrispondenza dei nicchioni, dei cameroni e delle nicchie di ricovero che avranno lo scopo di evidenziarne l'ubicazione e rimarranno pertanto sempre accesi;
- illuminazione generale a servizio dei nicchioni, dei cameroni e delle nicchie TE realizzata con apparecchi equipaggiati di lampada fluorescente lineare. L'accensione di tali apparecchi sarà di tipo temporizzato con tempi di accensione regolabile in campo e sarà attivata tramite pulsanti locali;
- illuminazione per evacuazione costituita da corrimano luminoso che fungerà da guida ottica e meccanica;

- illuminazione per le squadre di soccorso e/o manutenzione con lampada alogena a 1000 W portatile derivata da armadio con avvolgicavo;
- segnaletica / cartellonistica non luminosa.

Apparecchi illuminanti per circuiti di illuminazione di emergenza e di riferimento in galleria ferroviaria

Dovranno essere di tipo stagno con grado di protezione IP 65 adatti per contenere lampade fluorescenti compatte con potenza di 18 W e dovranno essere realizzati e provati secondo le prescrizioni di specifica **RFI – TE 161**.

Dovranno avere le seguenti caratteristiche costruttive:

- corpo in lega di alluminio pressofuso con trattamento di cromatazione pesante
- recuperatore di flusso in alluminio a specchio con trattamento superficiale al titanio e magnesio, assenza d'iridescenza
- ottica con distribuzione fotometrica bilaterale verso il basso a recuperatore con cuspidi centrale
- schermo in polycarbonato autoestinguente, con superficie esterna liscia ed interna con prismaticizzazione differenziata
- chiusura schermo antivandalica
- resistenza alla pressione e depressione ± 5 kPa
- cablaggio elettronico
- lampada fluorescente compatta (FLC), temperatura di colore 4000K, tonalità 840, Ra>80, flusso luminoso 1200 lm
- grado di protezione IP67

Dovranno essere forniti completi di base con 4 barre filettate da fissare a parete, in acciaio inox (per il montaggio e lo smontaggio rapido dell'apparecchio senza utensili).

Apparecchi illuminanti per circuiti di illuminazione generale in galleria ferroviaria

Dovranno essere di tipo stagno con grado di protezione IP 65 adatti per contenere lampade fluorescenti lineari con potenza compresa tra 18 W 58 W (oppure 14 W e 54 W per lampade T5).

Dovranno avere le seguenti caratteristiche costruttive:

- corpo in acciaio inox AISI 304 imbutito ad elevata resistenza meccanica con cornice in inox
- diffusore in vetro temperato
- riflettore simmetrico o asimmetrico in alluminio speculare ad elevato rendimento come indicato nella sottovoce

- eventuale riflettore concentrante aggiuntivo
- portalamпада in polycarbonato con contatti in bronzo fosforoso
- grado di protezione IP65

Dovranno essere forniti completi lampade fluorescenti lineari tipo T8 o T5 di potenza e numero indicato negli elaborati di progetto.

Corrimano luminoso, guida ottica e meccanica per evacuazione

Il sistema è composto da proiettori da 3-6W in alluminio, basati su tecnologia LED Cool White ed ad emissione mono o bidirezionale.

Tali proiettori, installati con passo 3-6m indirizzano la luce all'interno di tubi (corrimano) realizzati in fibra di vetro, resistenti agli urti ed al fuoco. I tubi saranno collocati ad un'altezza di circa 1m dal piano di calpestio: l'altezza ridotta di installazione rende la guida visibile anche in presenza dei fumi caldi generati da un eventuale incendio.

Caratteristiche costruttive dei tubi:

- tubo diffusore in vetroresina, peso specifico 1.75 g/cm³
- tubo rivestito internamente da pellicola microplasmatica che permette l'estrazione e il trasporto di luce lungo tutta la lunghezza della linea

Per l'alimentazione dei LED a 24Vcc (sistema SELV) saranno utilizzati adeguati alimentatori ca/cc installati all'interno di cassette metalliche IP 65.

L'impianto (proiettori e cavi) saranno eseguiti in classe II di isolamento e quindi non necessita di collegamento all'impianto di terra.

Il corrimano luminoso dovrà essere in grado di sostenere gli sforzi derivanti da:

- carico di almeno 150 kg
- 500.000 cigli di pressione a +/- 5 kPa.

Illuminazione per le squadre di soccorso e/o manutenzione

Per gestione delle emergenze e/o delle operazioni di manutenzione sono previsti proiettori portatili, equipaggiati con lampada alogena a 1000 W ed ottica diffondente simmetrica, caratterizzati da un grado di protezione IP55 e completi di supporto a treppiede di altezza regolabile fino a 2 m.

Tali proiettori saranno alimentati da cavo tipo FG7OM1 2x4 mmq, avente lunghezza massima di 200 m, raccolto su apposito rullo avvolgitore, in maniera tale da consentire di disporre agevolmente il proiettore laddove necessario.

Tale sistema (proiettore + rullo avvolgicavo + treppiede) sarà normalmente alloggiato entro apposita carpenteria dedicata metallica.

Tutti questi elementi dovranno comunque essere realizzati e provati secondo le prescrizioni di specifica **RFI – LF 610**.

Segnaletica / cartellonistica non luminosa

Si prevede la collocazione della seguente segnaletica di emergenza, di tipo luminescente non luminosa:

- cartelli che indicano la distanza e la direzione dell'uscita più vicina.
- cartelli per la segnalazione delle postazioni idranti
- cartelli che indicano la distanza e la direzione della postazione STSI più vicina
- cartelli per la segnalazione delle postazioni telefoniche STSI.
- cartelli per la segnalazione delle postazioni telefoniche di emergenza (TEM).
- cartelli non luminescenti, comunque correttamente illuminati dall'impianto di illuminazione di riferimento e/o generale, che indicano la presenza delle attrezzature di soccorso in corrispondenza dei vari nicchioni e/o varie informazioni utili in caso di emergenza.

Tutti questi cartelli luminescenti avranno le seguenti caratteristiche costruttive:

- supporto in acciaio inox;
- pellicola retroriflettente autoadesiva con microprismi ad altissima resa fotometrica (classe II) con film protettivo per eliminare l'effetto condensa;
- dimensioni, colorazioni e forme secondo le indicazioni riportate negli elaborati di progetto.

4.19.3 Impianti di illuminazione stradale e di piazzale ferroviario

4.19.3.1 Generalità

L'impianto di illuminazione esterna deve essere conforme alle norme CEI 64-8 Sezione 714. 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.

4.19.3.2 Generalità sugli apparecchi di illuminazione

Per una descrizione precisa delle caratteristiche degli apparecchi illuminanti si rinvia all'elenco Descrittivo delle Voci. 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 su torri faro o parete (verso il basso): IP65
- Proiettori sommersi: IP68

Gli apparecchi illuminanti, nonché i loro componenti interni dovranno altresì essere rispondenti alle relative Norme di prodotto.

Il corpo degli apparecchi dovrà essere comunque idoneo alle condizioni ambientali (agenti atmosferici o inquinanti).

In ottemperanza alla Norma CEI 34-21, i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti completi di lampade, ausiliari elettrici ed eventuale fusibile già completi dei collegamenti di cablaggio. Il fusibile deve essere inserito direttamente a valle del sezionatore, sul conduttore di fase disposto in modo da non poter essere sostituito con apparecchio in tensione.

Gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori ed accenditori) della stessa casa costruttrice in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi.

I riflettori per gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere conformati in modo da evitare che le radiazioni riflesse si concentrino sul bruciatore della lampada in quantità tale da pregiudicarne la durata o il funzionamento.

Tali apparecchi dovranno essere provati secondo le prescrizioni della Norma CEI 34-24 e si riterranno conformi quando la differenza tra le due tensioni di lampada (in aria libera ed all'interno dell'apparecchio) è inferiore a:

- 12 V per le lampade da 400 W bulbo tubolare chiaro
- 7 V per le lampade da 400 W bulbo ellissoidale diffondente
- 10 V per le lampade da 250 W (tutti e due i tipi)

- 7 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo tubolare chiaro
- 5 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo ellissoidale diffondente

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:

- 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.

Apparecchi illuminanti per illuminazione stradale e di piazzale ferroviario

Dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Corpo e attacco in pressofusione di alluminio verniciato
- Schermo di chiusura in polycarbonato o in vetro, piano bombato o semi-bombato come richiesto negli elaborati di progetto
- Riflettore in alluminio anodizzato ad elevata purezza
- Lampada a vapori di sodio alta pressione di tipo tubolare, di potenza compresa tra 50 e 600 W ed alimentazione a 230 Vca
- Reattore convenzionale / elettronico come richiesto negli elaborati di progetto
- Condensatore di rifasamento a fattore di potenza 0,95
- Grado di protezione IP65
- Classe di isolamento II

Accessori elettrici per lampade al sodio alta pressione

Dovranno essere installati all'interno dell'apparecchio illuminante in un apposito scomparto segregato o in cassetta porta-accessori elettrici addizionale, i seguenti accessori:

- Alimentatore convenzionale ovvero elettronico come richiesto negli elaborati di progetto
- Accenditore elettronico a tre fili di tipo a scarica con circuiti completamente allo stato solido protetti contro l'umidità, tensione di alimentazione 220 V ca +10%
- Condensatori di tipo corazzato in esecuzione IP55 adatti per tensioni di esercizio fino a 250 Vca, costruiti in metafilm e di capacità adeguata per rifasare il fattore di potenza del complesso lampada + accessori a 0,95
- le lampade dovranno essere a vapori di sodio ad alta pressione, tubolari a bulbo chiaro, attacco E 40 per funzionamento orizzontale con le seguenti caratteristiche minime:
 - ♦ durata di vita media economica (all'80% del flusso nominale): non inferiore a 20.000 ore

- ♦ emissione non inferiore a:
 - 10.000 lumen per potenza 100 W
 - 17.000 lumen per potenza 150 W
 - 33.000 lumen per potenza 250 W
 - 55.000 lumen per potenza 400 W
 - 90.000 lumen per potenza 600 W

Il cablaggio degli accessori elettrici interni alla cassetta dovrà essere in Classe II come per gli apparecchi illuminanti.

4.19.3.3 Muffole e morsettiere

La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare (o bipolare più terra se l'impianto è di classe I) della sezione di 2,5 mm², sarà effettuata entro la cassetta di connessione con fusibili collocata in apposita asola a base palo, con transito nella medesima dei cavi unipolari di dorsale per derivazione e/o cambio sezione (fino a 16 mm²).

La cassetta di connessione (o morsettiera), se l'impianto realizzato è in classe II, dovrà essere del tipo a doppio isolamento in modo da mantenere la stessa classe di isolamento.

La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi, salvo nei cambi di sezione delle linee (effettuati nella stessa morsettiera).

Nel caso di dorsali avente sezione maggiore o uguale a 25 mm² dovrà essere previsto una cassetta di derivazione, o una muffola di derivazione in gel, collocata nel pozzetto relativo ed il collegamento alla cassetta collocata alla base del palo sarà realizzato con cavo bipolare (o bipolare più terra se l'impianto è di classe I) avente sezione di 2,5 mm². La derivazione dovrà garantire un grado di protezione minimo IP57.

4.19.3.4 Sostegni

Pali

I pali per illuminazione pubblica devono essere conformi alle norme UNI-EN 40.

La collocazione dei pali dovrà rispettare quanto indicato dalla Norma CEI 64-8 Sez. 714 in merito a distanziamenti ed altezze minime dalla carreggiata, dalla sede stradale e da eventuali conduttori aerei.

Tutte le caratteristiche tecnico dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nei disegni allegati. In corrispondenza del punto di incastro del palo nel blocco di fondazione dovrà essere riportato un collare di rinforzo della lunghezza di 40 cm, dello spessore identico a quello del palo stesso e saldato alle due estremità a filo continuo.

I pali andranno fissati al terreno dopo averne verificata la perfetta verticalità.

Per il fissaggio dei bracci o dei codoli dovranno essere previste sulla sommità dei pali due serie di tre fori cadauna sfalsati tra di loro di 120° con dadi riportati in acciaio INOX M10x1 saldati prima della zincatura.

Le due serie di fori dovranno essere poste rispettivamente a 5 cm ed a 35 cm dalla sommità del palo. Il bloccaggio dei bracci o dei codoli per apparecchi a cima palo dovrà avvenire tramite grani in acciaio INOX M10x1 temprati ad induzione. Sia i dadi che i grani suddetti dovranno essere in acciaio INOX del tipo X12 Cr13 secondo Norma UNI 6900/71.

Nei pali dovranno essere praticate n° 2 aperture delle seguenti dimensioni:

- Un foro ad asola della dimensione indicative 186x45 mm, per il passaggio dei conduttori, posizionato con il bordo inferiore a 500 mm dal previsto livello del suolo
- Una finestrella d'ispezione delle dimensioni indicative 186x45 mm; tale finestrella dovrà essere posizionata con l'asse verticale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale del palo o dell'apparecchio di illuminazione a cima-palo e collocata dalla parte opposta rispetto al lato di transito veicolare, con il bordo inferiore ad almeno 600 mm al di sopra del livello del suolo

La chiusura della finestrella d'ispezione dovrà avvenire mediante un portello realizzato in lamiera zincata a filo palo con bloccaggio mediante chiave triangolare oppure, solo nel caso sussistano difficoltà di collocazione della morsettiera, sempre con bloccaggio mediante chiave triangolare.

Il portello deve comunque essere montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interno IP43 secondo Norma CEI 70-1. La finestrella d'ispezione dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettiera di connessione in classe II.

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

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante diametro 50 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi, come da disegni "particolari" allegati. Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola od a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o codoli zincati a caldo secondo Norma UNI-EN 40/4 (solo se il corpo illuminate lo necessita).

La Ditta, prima della posa dei sostegni, dovrà verificare la stabilità dei sostegni stessi secondo le prescrizioni della UNI EN 40.

4.19.4 Impianto antincendio ad acqua in galleria ferroviaria

4.19.4.1 Gruppo di pressurizzazione

Gruppo di pompaggio antincendio monoblocco o biblocco montato e assemblato su basamento in profilati di ferro o lamiera di acciaio zincato, eseguito in conformità alle norme UNI EN 12845. Le pompe saranno installate in un locale dedicato con resistenza al fuoco non minore di 60 min. La temperatura del locale sarà mantenuta al di sopra dei 10°C tramite aerotermo.

Il gruppo di pressurizzazione è principalmente costituito da:

- Una struttura metallica di sostegno in profilati di acciaio verniciato con resine epossidiche
- Una o più pompe
- Una pompa di compensazione (pompa pilota) normalmente multistadio con funzione di mantenere costante la pressione della rete idrica che tende a diminuire per le inevitabili perdite
- Collettore di mandata biflangiato
- Quadri elettrici per la gestione e il controllo delle pompe (uno per ogni pompa)
- Circuiti idraulici ed accessori

Ogni pompa principale deve garantire la portata e la prevalenza necessaria. Una pompa principale sarà azionata da un motore elettrico e l'altra da motore endotermico.

Le pompe principali saranno di tipo centrifughe ad asse orizzontale ed installate sotto battente, cioè con l'asse della pompa a non più di 2 m sopra il livello minimo del serbatoio e almeno due terzi della capacità effettiva del serbatoio sia al di sopra dell'asse della pompa. La tubazione di aspirazione fra il serbatoio e la pompa devono avere caratteristiche secondo norma UNI EN 12845 ed essere installate orizzontalmente o con pendenza continua in salita verso la pompa per evitare la formazione di sacche d'aria.

Devono essere installati anche i seguenti componenti:

- Valvola di intercettazione nella tubazione di aspirazione
- Valvola di non ritorno e di intercettazione nella tubazione di mandata
- Eventuali allargamenti sulla tubazione di mandata realizzati con tubazione conico con angolo non maggiore di 15°, in qual caso le valvole vanno installate a valle dell'allargamento
- Sistema di sfiato automatico per tutte le cavità del corpo pompa

- Sistema di flusso continuo di acqua attraverso la pompa sufficiente a prevenire il surriscaldamento della stessa quando funziona a mandata chiusa
- Sistema di scarico dei circuiti indipendenti per ogni pompa
- Prese per i manometri facilmente accessibili
- Due pressostati normalmente chiusi collegati in serie per ogni pompa
- Sistema di verifica dell'avviamento della pompa con ciascun pressostato
- Manovuotometro a monte della pompa e manometro a valle
- Circuito di prova con relativo misuratore di portata e valvola di intercettazione

Prescrizione per le elettropompe:

- L'alimentazione elettrica deve essere dedicata e presa a monte dell'interruttore generale o dove non è permesso a immediatamente a valle dello stesso
- I cavi devono essere protetti contro il fuoco e i danni meccanici, senza giunzioni, e dimensionati considerando il 150% della corrente massima possibile a pieno carico
- Il quadro elettrico principale deve essere situato in un compartimento antincendio, alimentato anche quando gli altri servizi vengono isolati
- L'interruttore non deve proteggere dal sovraccarico, deve essere bloccato, per evitare manomissioni ed etichettato con scritta "Alimentazione del motore pompa antincendio – Non aprire in caso di incendio"
- Il quadro controllo pompe, dotato di amperometro, deve essere in grado di avviare in modalità automatica la pompa, avviare la pompa manualmente ed arrestare la pompa
- La pompa deve essere monitorata tenendo sotto controllo la disponibilità dell'alimentazione elettrica, la richiesta di avviamento, pompa in funzione e mancato avviamento. Le condizioni devono essere indicate visivamente e singolarmente nel locale pompe ed in un locale permanentemente presidiato. Gli allarmi devono essere segnalati anche acusticamente con segnale di almeno 75 bB

Prescrizione per le motopompe:

- Il motore deve essere completamente operativo in 15 s dalla sequenza di avviamento, in grado di funzionare in modo continuo a pieno carico, del tipo a trasmissione diretta, in grado di avviarsi con temperatura ambiente di 5°C e dotato di un sistema di raffreddamento
- Il tubo di scarico deve essere dotato di silenziatore, dispositivi per evitare che la condensa ritorni al motore ed isolato per evitare rischi di incendio

- Il serbatoio del combustibile in acciaio saldato deve essere dotato di presa ad almeno 20 mm del fondo, valvola di scarico, indicatore di livello ed installato ad un livello superiore rispetto alla pompa di iniezione; deve avere una capacità sufficiente per far funzionare il motore a pieno carico per il tempo prestabilito
- Meccanismi di avviamento devono rispettare le indicato nella norma UNI EN 12845
- Il quadro controllo pompe deve essere in grado di avviare in modalità automatica la pompa, avviare la pompa manualmente ed arrestare la pompa
- La pompa deve essere monitorata tenendo sotto controllo l'uso di qualsiasi dispositivo elettrico che impedisca l'avviamento della pompa, guasto quadro di controllo, pompa in funzione e mancato avviamento. Le condizioni devono essere indicate visivamente e singolarmente nel locale pompe ed in un locale permanentemente presidiato
- Lo scarico dei gas della motopompa sarà riportato all'esterno con tubazione in acciaio inox, con cappellotto di protezione dall'acqua; prevedere protezione isolante nei tratti ad altezza uomo.

Le caratteristiche tecniche delle pompe delle centrali antincendio sono riportate negli elaborati di progetto.

Il gruppo di pompaggio sarà eseguito in conformità alle norme UNI ed alle norme CEI e verrà fornito completo dei manuali d'uso e di manutenzione.

4.19.4.2 *Aeroterma elettrico*

Aeroterma elettrico costituito e corredato da:

- 1) Cassa in lamiera d'acciaio verniciata a forno
- 2) Telaio portante in lamiera d'acciaio galvanizzata
- 3) Batteria di scambio termico a resistenze elettriche corazzate, in tubo d'acciaio con alettatura continua in nastro d'acciaio
- 4) Ventilatore di tipo elicoidale a pale larghe, in lega leggera calettato, direttamente sull'albero del motore
- 5) Motore elettrico trifase chiuso, protezione minima IP44, isolamento minimo in classe E
- 6) Quadro elettrico di comando e controllo completamente accessibile, dotato di tutti gli automatismi ed i circuiti ausiliari, nonché i termostati di consenso e sicurezza
- 7) Termostato ambiente di comando
- 8) Collegamenti elettrici
- 9) Potenza termica: come indicato negli elaborati di progetto

4.19.4.3 *Tubazioni zincate*

Tubi in acciaio senza saldatura, serie gas normale secondo UNI EN 10255 serie media e zincato a caldo secondo norme UNI EN ISO 1460 (metodo Aupperle).

Per diametri fino a DN 100 si useranno raccordi in ghisa malleabile (zincati) del tipo a vite e manicotto.

La tenuta sarà realizzata con canapa e mastice di manganese, oppure preferibilmente con nastro di PTFE.

Per i collegamenti che debbono essere facilmente smontati (ad esempio tubazioni e serbatoi o valvole di regolazione e tubazioni o simili) si useranno bocchettoni a tre pezzi, con tenuta a guarnizione OR o sistema analogo.

In tutti i casi i cambiamenti di direzione, le deviazioni e le riduzioni saranno realizzati con raccordi in ghisa malleabile a cuore bianco zincata.

E' assolutamente vietata qualsiasi saldatura su tubazioni zincate.

Devono essere verniciate con una mano di aggrappante e due mani di smalto oleosintetico in tinta tradizionale.

Le tubazioni nei tratti interrati e nella galleria saranno rivestite con guaina in polietilene perfettamente aderenti alla tubazione.

4.19.4.4 Tubazioni in polietilene PEHD

Le tubazioni dovranno essere a norma UNI EN 12201 per fluido in pressione tipo 312 (acqua potabile e fluidi alimentari), con PN 6-8-10-12,5-16-25 secondo necessità e/o richieste.

La raccorderia sarà conforme alle Norme UNI EN 12201-3. Essa sarà del tipo a compressione con coni e ghiere filettate in ottone. Questo tipo di giunzione sarà utilizzato per diametri fino a DN 110. Per diametri superiori sia i pezzi speciali (curve, ecc.) che le giunzioni fra tratti di tubazioni dritti saranno del tipo a saldare; la saldatura dovrà essere del tipo a specchio, eseguita con apposita attrezzatura elettrica seguendo scrupolosamente le istruzioni del costruttore.

Per le diramazioni a T potranno usarsi anche prese a staffa, per qualsiasi diametro della tubazione principale.

Per il collegamento di tubazioni di PEHD a tubazioni metalliche si useranno giunti a vite e manicotto, metallici, quando la tubazione in acciaio sia filettabile e comunque non oltre i 4". Per i diametri superiori si useranno giunzioni a flange (libere o fisse sul tubo di plastica).

4.19.4.5 Organi di intercettazione, di regolazione e di misura

Si distinguono in linea generale nei tipi descritti nel seguito.

Tutte le valvole debbono avere diametro nominale maggiore o uguale al diametro interno della tubazione sulla quale debbono essere montate; debbono inoltre essere dotate di targhetta metallica indicante il circuito da sezionare.

Le valvole devono essere idonee alle caratteristiche del fluido che le percorre, sia per quanto concerne la temperatura, che la resistenza meccanica (PN), che le caratteristiche chimiche.

Per i valori di temperatura e PN dell'impianto (PN16) le valvole devono avere caratteristiche di idoneità, considerando una maggiorazione del 20% rispetto ai valori massimi di esercizio.

Valvole a sfera in ottone filettate

- 1) Corpo in ottone
- 2) Sfera in ottone cromato
- 3) Guarnizioni delle sedi e guarnizioni di tenuta dello stelo in teflon
- 4) Pressione massima ammissibile = 16 kg/cm²
- 5) Giunzioni filettate
- 6) Manovra con un quarto di giro

Saracinesche a vite esterna

- 1) Corpo in ghisa sferoidale, di tipo piatto
- 2) Cuneo, cappello e volantino in ghisa
- 3) Anello di tenuta in ottone o bronzo
- 4) Albero in bronzo
- 5) Pressione massima ammissibile: 16 bar
- 6) Temperatura massima di esercizio: 40°C
- 7) Flange di attacco dimensionate secondo UNI PN16 con gradino di tenuta ovvero con attacco filettato
- 8) Verniciatura esterna/interna con resine epossidiche
- 9) Vite esterna per segnalazione posizione aperto/chiuso

Saracinesche

- 1) Corpo in ghisa sferoidale, di tipo piatto
- 2) Asta in acciaio inox con tenuta dell'asta a mezzo di O-Ring di gomma Perbunan
- 3) Cuneo gommato
- 4) Pressione massima ammissibile = 16 kg/cm²
- 5) Temperatura di esercizio = 70°C
- 6) Esenti da manutenzione
- 7) Flange dimensionate secondo UNI PN 16 con gradino di tenuta ovvero con attacco filettato
- 8) Verniciatura esterna/interna con resine epossidiche

Valvole di intercettazione a farfalla

- 1) Corpo in ghisa
- 2) Disco in ghisa sferoidale
- 3) Guarnizioni di tenuta in EPDM o VITON
- 4) Perno in acciaio
- 5) Pressione massima ammissibile = 16 kg/cm²
- 6) Temperatura di esercizio = -35 + 140°C

- 7) Leva di manovra in ghisa od acciaio, a disco a 10 posizioni od in alternativa riduttore di manovra a volantino con indicatore posizione
- 8) Adatte per inserimento fra flange dimensionate secondo UNI PN 16

Giunti antivibranti flangiati

- 1) Corpo elastico di forma sferica, in gomma EPDM, con rete di rinforzo
- 2) In nylon e cartelle rinforzate con treccia in acciaio inox
- 3) Pressione massima ammissibile = 16 kg/cm²
- 4) Temperatura di esercizio = 100 °C
- 5) Flange di attacco dimensionate secondo UNI PN 16 con gradino di tenuta ovvero con attacco filettato

Valvole di ritegno

- 1) Corpo a battente in ghisa
- 2) Clapet in bronzo ed alluminio
- 3) Sede di tenuta con anello in bronzo
- 4) Pressione massima ammissibile: 16 bar
- 5) Temperatura massima di esercizio: 40°C
- 6) Flange di attacco dimensionate secondo UNI PN 16 con gradino di tenuta ovvero con attacco filettato

Valvole di ritegno a molla filettate

- 1) Corpo in bronzo
- 2) Molla in acciaio INOX
- 3) Pressione massima ammissibile = 16 kg/cm²
- 4) Temperatura di esercizio = 100 °C
- 5) Attacchi filettati.

Valvola di sfiato aria con rubinetto di intercettazione

- 1) Rubinetto di intercettazione a sfera in ottone PN10
- 2) Attacchi a VM passo gas
- 3) Raccordo portagomma per scarico impianti

Riduttore di pressione

Riduttore di pressione per acqua idoneo per pressioni fino a 30 bar, costituito e corredato da:

- 1) Corpo in ottone
- 2) Coperchio e manopola di regolazione in materiale plastico anticorrosivo
- 3) Membrana e disco di gomma
- 4) Filtro a maglia in acciaio inox
- 5) Sede unica equilibrata in acciaio inox

-
- 6) Attacchi per manometro di controllo a manicotto
 - 7) Pressione a monte fino a 20 bar
 - 8) Pressione a valle ridotta da 1,5÷6 bar
 - 9) Attacchi a VM, completo di raccordi di smontaggio (bocchettone a 3 pezzi) in ghisa malleabile.

Manometri a quadrante

- 1) Posizionamento su ogni collettore, a monte e a valle di ogni apparecchiatura e su ciascun circuito di utenza
- 2) Caratteristiche conformi alla specifica tecnica ISPESL D.M. 1/12/1975 (cap. R2C)
- 3) Tipo a molla di Bourdon
- 4) Indicatore della massima pressione regolabile solo a mezzo di utensile
- 5) Scala graduata in metri di colonna d'acqua o kg/cm²
- 6) Completi di ricciolo e rubinetti a tre vie in rame

4.19.4.6 Idrante a colonna soprasuolo

Idrante a colonna in ghisa di tipo soprasuolo con attacco di base poggiante su gomito a piede in ghisa, idoneo per profondità di installazione di 700 mm, completo e corredato di:

- 1) Valvola di sezionamento
- 2) Scarico antigelo automatico
- 3) N° 2 attacchi UNI 70 laterali con tappo e catenella
- 4) N° 1 attacco motopompa UNI 100 centrale con tappo e catenella
- 5) Gomito a piede in ghisa a doppia flangia DN 100

Compresi tiranti, guarnizioni ed accessori di montaggio.

Gli idranti vengono installati su blocco di ancoraggio in cls, con attorno ghiaia drenante per consentire lo scarico dell'acqua come indicato sulle tavole progettuali.

Per ciascun idrante devono essere previste almeno una tubazione flessibile DN 70 di una lunghezza normalizzata (20 m) completa di raccordi, lancia di erogazione, dispositivi di attacco e manovra dello stesso. Tali dotazioni devono essere poste in prossimità dell'idrante, in apposita cassetta di contenimento, o conservata in una o più postazioni accessibili in sicurezza anche in caso d'incendio.

4.19.4.7 Cassetta idrante UNI 45 da esterno

Cassetta idrante da esterno costituita e corredata di:

- 1) Cassetta in lamiera in acciaio, verniciata colore rosso, dimensioni minime 37x63x20 cm, spessore min. 12/10, con tetto spiovente e con portello portavetro
- 2) Vetro tipo safe-crash

- 3) Manichetta in nylon internamente gommata di tipo approvato con raccordi UNI applicati alle estremità a macchina, con filo zincato e manicotto in gomma, lunghezza manichetta 20 m
- 4) Rubinetto idrante ad angolo in bronzo con raccordo a 3 pezzi UNI 45x1½"
- 5) Lancia in vetro EN 671/2-94 con ugello a tre effetti, ø 14 mm
- 6) La tubazione di collegamento fra la cassetta e l'anello è realizzata con tubo in acciaio zincato rivestito con guaina in polietilene

Una seconda cassetta, analoga a quella sopra descritta, contiene tre manichette di lunghezza 20 m ed i relativi raccordi, in modo da consentire l'impiego di una manichetta lunga complessivamente 80 m.

4.19.4.8 Attacco autopompa VVF

Gruppo attacco autopompa VVF, a norme UNI, con corpo eseguito in ottone fuso fino a ø 2 1/2" ed in acciaio zincato per diametri superiori, costituito e corredato di:

- 1) Due attacchi motopompa UNI70
- 2) Saracinesca in ottone fuso o stampato a vite esterna DN pari al corpo del gruppo
- 3) Valvola di ritegno a Clapet in ottone fuso o stampato DN pari al corpo del gruppo
- 4) Valvola/e di sicurezza in ottone fuso o stampato
- 5) Rubinetto/i idrante in ottone fuso o stampato attacco DN 70

Il gruppo viene allocato in cassetta di contenimento con portello vetrato o pozzetto con chiusino in ghisa, debitamente segnalati.

4.19.5 Impianti TT per applicazioni ferroviarie

4.19.5.1 Generalità

Nella presente sezione del documento si intendono fornire tutte le prescrizioni di carattere generale relative alle modalità esecutive degli impianti TT per applicazioni ferroviarie.

Resta inteso che le indicazioni specifiche dei singoli impianti speciali (rete dati di emergenza, telefonia STSI, telefonia di emergenza e diffusione e sonora, radiopropagazione, rete dati SDH, ecc...) e dei relativi componenti costitutivi sono riportate negli altri elaborati di progetto. Più precisamente:

- 1) Per quanto riguarda, l'architettura, le dotazioni previste e le specifiche funzionali di ogni singolo sistema si rinvia alle relazioni tecniche
- 2) 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)

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 dovranno essere completi di punto terminale di alimentazione e/o segnale realizzato con cassette di derivazione IP67 con eventuale morsettiera e fusibili di protezione, tubazioni metalliche 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 FG7OM1 ovvero FTG10(O)M1 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 (L.F.M., etc).

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

L'alimentazione delle centraline di gestione degli impianti speciali (Server, 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.

4.19.5.2 Impianto telefonico stsi (sistema telefonia selettiva integrata) per sistemi ferroviari

Armadi ATPS per contenimento dei CTS

Gli armadi di tipo ATPS, in standard ETSI, dovranno essere realizzati e provati secondo le prescrizioni di specifica **RFI – TT 423**. Questi armadi saranno principalmente costituiti da carpenteria metallica con cubicoli modulari, adatti al contenimento di CTS (Concentratore Telefonia Selettiva), di sistemi terminazione e/o sezionamento e/o protezione di cavi telefonici, etc.

Di seguito si riepilogano le principali tipologie di armadi ATPS in riferimento alle dimensioni ed ai cubicoli/pannelli con i quali possono essere equipaggiati (così come riportato in disegno **TT 2868**):

Denominazione	Dimensioni esterne (AxBxHmm)
ATPS 9	600 x 370 x 1770
ATPS 16	850 x 370 x 2200
ATPS 20	1000 x 370 x 2200
ATPS 20	1150 x 370 x 2200

Ogni armadio verrà corredato di opportuni pannelli di terminazione / sezionamento di cavi principali (denominato TT 3/40) e di cavi per circuiti secondari / di piazzale (denominato CI.TA).

I cavi telefonici principali verranno sezionati / terminati tramite apposite teste di sezionamento TT 3/20, conformi alla specifica **RFI - TT 422**.

Cassette terminali e di sezionamento per cavi di telecomunicazioni ferroviari

Le cassette terminali e di sezionamento specifiche per cavi di telecomunicazioni ferroviari dovranno essere realizzate e collaudate secondo le prescrizioni di specifiche **RFI – TT 239, TT 375, TT 421**.

Di seguito si riepilogano le principali tipologie di cassette in riferimento al sezionamento e/o terminazione di coppie di cavi di telecomunicazione con conduttori in rame:

Denominazione	Adatta al sezionamento di coppie	Adatta a terminazione di coppie
FS 3/10N	10	20
FS 3b/20N	20	40
FS 3b/30N	30	60
FS 3b/50N	50	100

Sistema telefonico STSI

L'impianto di telefonia selettiva integrata a servizio di sistemi ferroviari dovrà essere realizzato e collaudato secondo le prescrizioni di specifica **RFI – TT 575**. I diversi componenti di detto impianto possiedono i requisiti e le condizioni di posa minime riportate in detta specifica ed integrati con le definizioni riportate in specifica **RFI – TT 595**. Dovranno inoltre essere prodotte le documentazioni relative alle prove, verifiche, misure e certificazioni richieste nella stessa specifica **RFI – TT 575**.

Telefoni sistema STSI

Le specifiche del sistema STSI prevedono l'utilizzo di due sole tipologie di terminali telefonici differenziate rispetto alla tipologia di interfacciamento con il sistema e dal numero di linee telefoniche gestibili.

Il primo tipo, denominato "TONITEL", sarà connesso alle coppie del cavo principale dedicate ai circuiti secondari.

Questo terminale sarà alloggiato in un contenitore stagno realizzato come da disegno **TT 3166/bis** o in piantana definita in disegno **TT 3128** e verrà utilizzato come telefono di linea o di piazzale con le dotazioni previste in specifica **RFI – TT 575**.

Ogni telefono permetterà, tramite la selezione di tasti, l'inserimento ed il disinserimento, l'invio e la ricezione di chiamate sui circuiti DC/DCO e DOTE.

In corrispondenza di ogni telefono stagno saranno derivate dal cavo telefonico principale, n. 2 coppie (circuiti interstazionali A e B) tramite apposite cassette di derivazione e sezionamento tipo FS 3/10.

Un secondo tipo, denominato "DIGITEL", si interfacerà direttamente al CTS (o CTS0), in morsettiera TA di armadio telefonico ATPS, con due coppie in rame, una per la trasmissione ed una per la ricezione.

In funzione della configurazione dei suoi pulsanti verrà utilizzato come console DM, DOTE, DC/DCO, posto centrale, con le seguenti dotazioni previste in specifica **RFI – TT 575**:

Ogni consolle permetterà, tramite la selezione di tasti, l'inserimento ed il disinserimento, l'invio e la ricezione di chiamate su tutti i circuiti per cui è abilitata, ai circuiti DC/DCO- DOTE, al GSM / GSM-R 900 MHz, etc..

4.19.5.3 Rete dati di emergenza in galleria ferroviaria

La rete dati per i sistemi di emergenza in gallerie ferroviarie dovrà essere realizzata e provata secondo le prescrizioni di specifica **RFI – TT 597**. I diversi componenti di detto impianto possiedono i requisiti e le condizioni di posa minime riportate in detta specifica. Dovranno inoltre essere prodotte le documentazioni relative alle prove, verifiche, misure e certificazioni richieste nella stessa specifica **RFI – TT 597**.

Inoltre, tutti gli apparati della rete dati d'emergenza dovranno rispettare le norme EMC di riferimento per le aree di installazione e delle condizioni ambientali di impiego (EN50121-4).

Switch generali

Lo Switch generale è composto da apparato attivo industriale per reti Ethernet, Layer 3, configurabile e gestibile (managed), per installazione in rack 19, dotato delle seguenti principali caratteristiche:

Lo Switch industriale verrà equipaggiato come segue:

- porte in rame RJ45 Base TX e porte ottiche Base SX/LX/LH, entrambe con velocità fino a 10Gbit/s (in numero e caratteristiche definite nella documentazione progettuale);
- omologazione EN 61850-3 per uso in sottostazioni elettriche e EN 50121-4 per impiego lungo linee ferroviarie;
- temperatura operativa compresa tra 0° C e +60° C con umidità relativa tra 10% e 95% senza condensa;
- alimentazione a due ingressi ridondati a 24 V;
- supporto di sistemi di ridondanza della rete;
- funzionalità configurabili tramite interfaccia Web - SNMP quali sistemi di ridondanza, diagnostica, sicurezza, prioritizzazione e controllo del traffico, VLAN, controllo del flusso e SNMP, QoS Layer2 e mappatura del QoS Layer3, etc;
- funzionalità di gestione Layer 3 del traffico quali routing dinamico e statico, gestione del Multicast Routing, etc.

Inoltre, lo switch generale dovrà essere realizzato e provato secondo le prescrizioni di specifica **RFI – TT 597**.

Switch di nodo o in campo

Lo Switch in campo è costituito apparato attivo industriale per reti Ethernet, Layer 2, configurabile e gestibile (managed), per installazione su barra DIN, dotato delle seguenti principali caratteristiche:

- porte in rame RJ45 Base TX e porte ottiche Base SX/LX/LH, entrambe con velocità fino a 1Gbit/s (in numero e caratteristiche definite nella documentazione progettuale);
- omologazione EN 61850-3 per uso in sottostazioni elettriche e EN 50121-4 per impiego lungo linee ferroviarie;
- temperatura operativa compresa tra -40° C e +70° C con umidità relativa tra 10% e 95% senza condensa;
- alimentazione a due ingressi ridondati a 24 V;
- supporto di sistemi di ridondanza della rete;
- funzionalità configurabili tramite interfaccia Web - SNMP quali sistemi di ridondanza, diagnostica, sicurezza, prioritizzazione e controllo del traffico, VLAN, controllo del flusso, SNTP, QoS Layer2 e mappatura del QoS Layer3, etc;

Inoltre, lo switch in campo dovrà essere realizzato e provato secondo le prescrizioni di specifica **RFI – TT 597**.

Box ottico in campo

Il box ottico di terminazione/giunzione cavi in fibra ottica per reti dati e/o selettività logica è suddiviso in due scomparti, il primo dedicato agli apparati attivi di rete (Switch per la gestione della rete dati di emergenza) ed il secondo dedicato agli apparati passivi di permutazione / giunzione.

Il box ottico è dotato delle seguenti principali caratteristiche:

- carcassa e parti metalliche in acciaio inox
- dimensioni: (L x H x p) 300 x 380+170 x 210 mm
- grado di protezione IEC144: IP 66
- giunzione / terminazione di massimo 48 fibre ottiche ovvero 24 circuiti ottici;
- n. 8 borchie / connettori SC duplex monomodali per la connessione delle f.o. della rete dati di emergenza;
- n. 4 borchie / connettori ST simplex multimodali per la connessione delle f.o. per selettività logica.

La carpenteria del box ottico garantirà il corretto funzionamento del sistema anche nelle condizioni derivanti dalle variazioni di pressione per passaggio di treni, con riferimento alle seguenti condizioni:

- tasso di variazione di pressione di 1 kPa/s;
- variazione di pressione di ± 20 kPa.

Inoltre, il box ottico dovrà essere realizzato e provato secondo le prescrizioni di specifica **RFI – TT 597**.

Armadi rack

Gli armadi utilizzati per ospitare le apparecchiature di cablaggio passive ed attive dovranno essere realizzati in conformità della UNI EN ISO 9001 e ISO 14001 e delle norme internazionali IEC 297- 2, le DIN 41494 parte 1 e DIN 41494 parte 7 per il montaggio di apparati elettrici ed elettronici, EN 60950, VDE 0100 ed infine conformi alle norme ETSI ETS 300-119.

Gli armadi rack 19" (482,6 mm.) dovranno alloggiare gli apparati attivi di rete, i patch panel delle dorsali in fibra ottica, i componenti passivi per l'attestazione dei cavi di dorsale, del cablaggio orizzontale e dovranno essere costituiti da una struttura metallica basata su due telai autoportanti.

Le dimensioni degli armadi dovranno garantire la possibilità di posa di apparati passivi ed attivi e l'esecuzione del cablaggio per l'attestazione di tutti i cavi sia di dorsale che i diversi punti utenza. Dovrà inoltre essere prevista la possibilità di espansione per una percentuale del 30%.

Tutti gli armadi di cablaggio dovranno avere un'organizzazione interna che garantisca un ordinato montaggio di tutti i componenti installati; pertanto, a tale scopo, si dovranno prevedere tutti gli accessori necessari, quali ad esempio passacavi, pannelli ciechi, etc.

Le porte di accesso agli armadi rack dovranno essere realizzate in vetro temperato dallo spessore min. 4 mm. (salvo diversa indicazione) in conformità alla normativa UNI EN 12150-1 per la sicurezza. Tale vetro, oltre a garantire una resistenza superiore al normale vetro, in caso di rottura, si dovrà sbriciolare in minuscoli frammenti inoffensivi, al fine di essere classificato tra i materiali vetrosi di sicurezza.

Gli armadi rack dovranno essere muniti sia di targhette identificative recanti il numero di serie, che di marchi di approvazione a Standard (ad es. CSA, VDE) sia di numero di registrazione con il quale sono stati registrati i prodotti presso i rispettivi istituti di test.

All'interno dell'armadio dovranno essere utilizzati accessori che garantiscano le condizioni ottimali di funzionamento e gestione del cablaggio, quali:

- Sistemi di ventilazione
- Ripiani fissi o estraibili
- Prese adatte per spine UNEL per l'alimentazione degli apparati attivi ed interruttore bipolare magnetotermico di protezione
- Etc..

Pannelli di permutazione per cavi in fibra ottica

Il pannello di attestazione (patch panel) per fibra ottica sarà utilizzato all'interno degli armadi per l'attestazione della fibra di dorsale.

I patch panel, in funzione del tipo di cavo utilizzato, ospiteranno moduli con bussole SC (come raccomandato dagli standard EIA/TIA 568B e ISO/IEC 11801) ovvero ST ovvero MT-RJ, come indicato nella documentazione progettuale.

L'attestazione dei cavi ottici di dorsale deve avvenire su pannelli ottici adatti al montaggio su rack 19" (1U o superiore).

Sulla parte frontale del pannello, in corrispondenza di ogni bussola sarà posizionata un'etichetta identificativa della fibra connettorizzata.

Le interconnessioni saranno realizzate utilizzando bretelle di permutazione di tipologia omogenea alla fibra installata, collegate agli apparati attivi e/o altre tratte di dorsale e/o postazioni di lavoro.

Le bretelle di raccordo agli apparati attivi dovranno essere del tipo bifibra multimodale 50/125 (62,5/125) o monomodale 9/125 micron e dotate ai due estremi di opportuni connettori, rispettando, nel collegamento agli apparati, la polarizzazione delle fibre.

Ciascuna fibra della bretella, dovrà essere singolarmente protetta con rivestimento di tipo Tight, costituito da filo aramidico e guaina termoplastica ed avrà le stesse caratteristiche ottiche del cavo installato.

La lunghezza della bretella dovrà essere finalizzata in dipendenza delle distanze medie di permutazione, con lunghezza minima 1 metro.

Pannelli di permutazione per cavi in rame

Tutti i cavi, facenti parte del cablaggio orizzontale, andranno sempre terminati, lato armadio passivo, su sistemi di permutazione di Categoria 6.

Il pannello di permutazione orizzontale (patch panel) dovrà essere utilizzato all'interno degli armadi per l'attestazione di cavi UTP e la relativa permutazione tramite bretelle (patch cord) verso apparati e/o altre tratte di cavo. Il permutatore avrà una struttura in lamiera metallica verniciata di spessore 10/10 mm, parte frontale provvista di supporto per rack 19", altezza 1U o più con 24/48 prese RJ45 di Categoria 6 conformi alla normativa di riferimento EIA/TIA 568-B.2-1.

Le prese RJ45 dovranno avere la possibilità di ospitare icone colorate asportabili per l'identificazione esterna del servizio dati/fonia ad esse collegato. In alternativa alle icone potranno essere utilizzati sportellini colorati antipolvere, anch'essi asportabili e con l'identificativo del servizio dati/fonia connesso alla presa.

Le prese RJ45 dovranno essere provviste di sistema di connessione delle coppie in tecnica IDC (Insulation Displacement Contact), con etichettatura anteriore e posteriore (opzionale) per l'identificazione della postazione di lavoro connesse.

Posteriormente i pannelli dovranno avere una barra di fissaggio per i cavi collegati, che garantisca il corretto supporto e il rispetto dei raggi di curvatura richiesti dagli standard.

Nei sistemi di permutazione con connettori RJ45, dovranno essere fornite bretelle di permutazione, realizzate dal fornitore del cablaggio, con cavi UTP Cat. 6, dotate di Plug RJ45 in entrambe le terminazioni. La bretella dovrà essere costituita da un cavo a 4 cp UTP con impedenza caratteristica 100, rispondente alla Categoria 6.

Le bretelle RJ45-RJ45 dovranno essere dotate inoltre alle due estremità di connettori RJ45 Cat. 6 per la completa connettorizzazione delle 4cp. I connettori RJ45 dovranno essere dotati di cappucci plastici possibilmente colorati che permettano "iconabilità" della bretella e la separazione tra le coppie fino al punto di attestazione sul plug RJ45.

Passacavi orizzontali

Il pannello guida permuta sarà realizzato in lamiera metallica verniciata, adatto per essere installato su struttura rack 19", altezza 1U completo di occhielli, e verrà installato parallelamente al permutatore per il corretto incanalamento delle bretelle di raccordo.

4.19.5.4 Impianto di telefonia di emergenza e diffusione sonora

L'impianto di telefonia di emergenza e diffusione sonora a servizio di gallerie ferroviarie dovrà essere realizzato e collaudato secondo le indicazioni di "Linee guida per il Miglioramento della Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie" D.M. 03/96 fascicolo 4101 e secondo le prescrizioni di specifica **RFI – TT 597**. I diversi componenti di detto impianto possiedono i requisiti e le condizioni di posa minime riportate in detta specifica. Dovranno inoltre essere prodotte le documentazioni relative alle prove, verifiche, misure e certificazioni richieste nella stessa specifica **RFI – TT 597**.

In particolare, le prestazioni del sistema di diffusione sonora dovranno garantire un'intelligibilità dei messaggi non inferiore a 0,7 della scala CIS, in conformità alla norma IEC60849 (valore soddisfatto in caso di situazione ideale con sagoma sgombra da ostacoli e in assenza di rumori).

Dovrà inoltre essere verificato il valore minimo di 0,6 CIS nel punto di ascolto in corrispondenza di un diffusore fuori servizio.

Colonnino periferico con postazione microfonica

Il posto periferico "colonnino", è costituito da una carpenteria in acciaio INOX, non caratteristiche minime AISI 304L, fissata a terra, grado di protezione IP 65, contenente la stazione microfonica/telefonica, il pulsante di attivazione allarme, l'interruttore a chiave FS 47/1, sistemi di alimentazione, sistemi di trasmissione telefonica/dati su supporto in rame (porta Ethernet 100 Mb/s per cavi FTP categoria 6), amplificatori per diffusione sonora e dispositivi di protezione.

Sul fronte di tale carpenteria verranno posizionati, a disposizione degli utenti, i seguenti sistemi di comunicazione e comando:

- Pulsante a fungo rosso per la generazione di una chiamata di emergenza. Alla pressione il sistema di comunicazione viene attivato e, di conseguenza, un messaggio preregistrato in multilingue avverte l'utente dell'accettazione della richiesta, invitandolo ad attendere la risposta da operatore dotato di consolle (DCO, DM, etc.).
- Selettore a chiave unificata FS 47/1 per il personale dell'Ente Gestore con due posizioni:
 - Nella prima posizione, il personale dell'Ente Gestore potrà effettuare una richiesta prioritaria di conversazione con operatore dotato di consolle. Anche in questo caso una fonia preregistrata avviserà il personale dell'Ente Gestore dell'andata a buon fine della richiesta, invitandolo ad attendere la risposta da operatore.
 - Nella seconda posizione, il personale dell'Ente Gestore richiederà all'operatore dotato di consolle (DCO, DM, etc.) l'abilitazione all'utilizzo diretto nell'impianto di diffusione sonora della galleria, per effettuare annunci dalla stessa postazione d'emergenza. Tale consenso di abilitazione sarà rilasciato automaticamente dalla consolle attiva (caso generale) e/o manualmente da parte di operatore.
- Microfono ed altoparlante viva-voce per le conversazioni da e verso la console dell'operatore e, in caso di abilitazione con chiave specifica, verso il sistema di diffusione sonora della galleria.
- Serratura normalizzata FS per consentire l'apertura del colonnino in caso di manutenzione.

All'interno del colonnino verranno alloggiati i seguenti apparati:

- N. 2 amplificatori per diffusione sonora previsti, uno di riserva all'altro, con funzioni di autodiagnostica incorporate. Detti amplificatori garantiranno singolarmente una potenza nominale pari a 240 W (RMS). Ciascun amplificatore opererà al massimo all'80% della potenza nominale. In caso di guasto di uno degli amplificatori il sistema provvederà autonomamente e in maniera del tutto automatica a commutare il carico, rappresentato dai diffusori sonori, verso l'altro amplificatore, dandone opportuna segnalazione al sistema di diagnostica del colonnino SOS.
- Alimentatore AC/DC dotato di n. 2 ingressi d'alimentazione da rete 230 Vac. In caso di mancanza di una delle due reti d'alimentazione il sistema provvederà autonomamente e in maniera del tutto automatica a commutare sulla rimanente alimentazione, dandone opportuna segnalazione al sistema di diagnostica del colonnino SOS.
- Elettronica di gestione degli apparati interni ed apparati di comunicazione posti sul fronte del colonnino. Il sistema è caratterizzato da Disco RAM/ROM (Flash-Memory) per dati e firmware di gestione e sistema di comunicazione sue rete Ethernet.
- Dispositivi di controllo temperatura ed umidità

La carpenteria del colonnino ed i dispositivi posti sul fronte garantiranno il corretto funzionamento del sistema anche nelle condizioni derivanti dalle variazioni di pressione per passaggio di treni, con riferimento alle seguenti condizioni:

- tasso di variazione di pressione di 1 kPa/s;
- variazione di pressione di ± 20 kPa.

Diffusori acustici a tromba

I diffusori acustici (trombe) avranno corpo in fibra di vetro, grado di protezione minimo IP 55, potenza massima di 120 W.

I diffusori e i relativi supporti devono garantire il corretto funzionamento sottoposti a:

- tasso di variazione di pressione di 1 kPa/s;
- variazione di pressione di ± 20 kPa.

Server di sistema e PST (Postazione di Supervisione Tecnica)

Il sistema di gestione e diagnostica di telefonia di emergenza e diffusione sonora in galleria è costituito da n. 2 unità server, da posizione in apposito rack 19", una di riserva all'altra, con le caratteristiche minime e gli accessori indicate negli elaborati di progettuali.

Le caratteristiche base del software installato nei server garantiranno le seguenti funzionalità minimali di sistema:

- gestione dell'hardware ridondante del server garantendo la disponibilità immediata delle risorse e/o permettendo lo scambio di informazioni tra apparati server, sia a livello locale che a livello remoto;
- controllare e gestire la comunicazione Voice over IP da / alle consolle o postazioni periferiche;
- sincronizzare tutti gli apparati del sistema tramite protocollo di rete;
- interfacciare i sistemi di telefonia emergenza e diffusione sonora con diverso sistema di supervisione generale (con funzioni di diagnostica e manutenzione);
- gestire le diverse postazioni periferiche "viva-voce" ("help-point") ubicate in galleria, le consolle di comunicazione in sedi diverse e fornire le opportune funzioni per l'assegnazione flessibile delle priorità;
- segnalare la disponibilità/indisponibilità delle funzioni di telefonia e di diffusione sonora su uno o più colonnini ovvero su una o più sezioni di galleria;
- realizzare il collegamento selettivo (segnalazione e fonia) tra le consolle ed i posti microfonic in galleria;
- riconoscere da consolle l'identificativo di tutti i telefoni all'atto del loro utilizzo e durante l'esecuzione delle funzioni di diagnostica;
- impegnare, dalle consolle, l'intero impianto di diffusione sonora in galleria o zone di esso;

- eseguire funzioni di programmazione, di diffusione degli annunci e di abilitazione dei posti microfonici in galleria alla diffusione degli annunci stessi dalle consolle tramite funzioni di gestione delle priorità e delle logiche di esclusione;
- effettuare la diffusione delle comunicazioni, complete di messaggi preregistrati, di servizio o per il pubblico, all'interno della galleria;
- emettere segnalazioni acustiche di attenzione e di allarme tramite tonalità predefinite;
- controllare e/o effettuare le operazioni automatiche di riconfigurazione dei circuiti a fronte di interruzioni/guasti;
- gestione di archiviazione degli eventi rilevati sull'impianto quali: chiamata dal colonnino n. X alle ore XX,XX del giorno XX,XX,XX, abilitato alla funzione diffusione sonora, ecc.;
- monitorare i principali parametri di funzionamento dell'impianto evidenziando su un grafico eventuali anomalie di funzionamento derivanti da: mancanza rete, malfunzionamento delle schede, malfunzionamento dell'interfaccia telefonica, ecc.;
- memorizzare i dati rilevati su un database archiviato su supporto magnetico e consultabile successivamente.

Il server di sistema sarà in grado di gestire tutti i dati diagnostici e gli eventi provenienti da tutte le apparecchiature costituenti il sistema.

In particolare verranno gestiti e memorizzati i seguenti segnali principali:

- Attivazione / Disattivazione postazioni microfoniche
- Controllo colonnino chiuso/aperto
- Attivazione chiamata di emergenza
- Attivazione chiamata di servizio
- Attivazione diffusione sonora
- Stato alimentatori
- Stato linee di diffusione sonora
- Stato altoparlante
- Stato amplificatori (temperatura, temperatura finali)

Dallo stesso database sarà possibile esportare tutti i dati o parte di essi verso il sistema di supervisione e controllo di tutti gli impianti LFM e TT installati in galleria.

Console videografica e postazione microfonica CTM (Consolle Multifunzionale di Telecomunicazione)

La Console videografica con postazione microfonica è costituita dall'unità di governo, un monitor touch-screen, una base microfonica ed il software di gestione:

- unità di governo costituita da PC industriale con tecnologia “fan-less”, senza alcun organo in movimento (hard-disk, ventole), completo di schede di rete Ethernet;
- monitor touch-screen con tecnologia LCD a matrice attiva con diagonale 15”;
- base microfonica composta da microtelefono ed altoparlante, microfono per viva-voce.

La console disporrà di un software interattivo, controllabile a mezzo touch-screen o in alternativa tramite mouse.

Grazie al dispositivo touch-screen di queste unità, l'operatore potrà spaziare tra servizi di controllo e supervisione del traffico, attraverso le seguenti funzioni:

- chiamate da e verso tutti i telefoni VoIP presenti in galleria;
- abilitazione alla diffusione sonora dei telefoni VoIP;
- coordinamento e supervisione di tutte le funzionalità tipiche di un ambiente di comunicazione dinamico in tempo reale: conferenze, code di chiamata ed attesa, trasferimenti di chiamata, chiamate generali e di gruppo;
- eventuale gestione contemporanea di più gallerie con possibilità di trasferimento del servizio tra operatori diversi (demandare le funzioni dal posto centrale a una o più postazioni periferiche);
- utilizzo di apposite agende/rubriche personalizzate in base al profilo di accesso definito per ciascun operatore;
- organizzazione di un sistema di messaggistica preregistrata per i sistemi di informazione al pubblico;
- registrazione locale delle chiamate, con possibilità di creare archivi audio facilmente consultabili per gli operatori.

4.19.5.5 Impianto radio / gsm in galleria ferroviaria

L'impianto di radiopropagazione servizio di gallerie ferroviarie dovrà essere realizzato e collaudato secondo le prescrizioni di specifica **RFI – TT 582**. I diversi componenti di detto impianto possiedono i requisiti e le condizioni di posa minime riportate in detta specifica. Dovranno inoltre essere prodotte le documentazioni relative alle prove, verifiche, misure e certificazioni richieste nella stessa specifica **RFI – TT 582**.

Cavo fessurato in galleria ferroviaria

I cavi fessurati per la propagazione di segnali radio / GSM all'interno di gallerie ferroviarie, dovranno essere posati come indicato in linee guida per il tracciamento e la posa in opera di sistemi di supporto per cavo radiante riportate in specifica **RFI – TT 589**.

Radiodiffusione rete GSM – R per gallerie ferroviarie

Per l'integrazione delle reti GSM-R (comunicazione terra – treno su rete RFI), nel sistema di radiopropagazione in gallerie ferroviarie, è necessario realizzare il sistema di radio propagazione secondo le ulteriori prescrizioni di specifica **RFI – TT 597**, che per l'appunto risultano ad integrazione delle suddette

specifiche **RFI – TT 582**. Tale sistema impone peraltro una forte corrispondenza con la rete dati geografica SDH, le cui principali caratteristiche sono riportate in specifico capitolo del presente capitolato.

4.19.5.6 Impianto di trasmissione dati geografica - SDH

Glossario

ADM: (*Add Drop Multiplexer*) Apparat del sistema SDH per l'inserimento e il prelievo di flussi numerici

BACKBONE: indica la dorsale di reti ad alta capacità che raccoglie e convoglia il traffico di anelli periferici a minore capacità

MULTIPLEXING: condivisione del canale di trasmissione fra diversi flussi di dati. Questo si può realizzare con meccanismi basati sulla frequenza (ogni flusso di dati è associato ad una diversa frequenza del segnale trasmesso) oppure sul tempo (alternanza temporale dei flussi di dati).

SDH: (*Synchronous Digital Hierarchy*). Sistema di trasporto del segnale digitale utilizzato in ambito ITU (*International Telecommunication Union*). La velocità di trasmissione di riferimento è di 155 Mbit/s (STM-1), 622 Mbit/s (STM-4), etc..

STM - x: (*Synchronous Transport Module level – x*) Porta di trasmissione fisica su rete SDH. Il "level" indica la velocità di trasporto dei pacchetti dati.

STM-1: livel 1, con velocità di trasmissione di circa 155 Mbit/s

STM-4 livel 4, con velocità di trasmissione di 622 Mbit/s

STM-8 livel 8, con velocità di trasmissione di 1.244 Mbit/s

STM-16 livel 16, con velocità di trasmissione di 2.488 Mbit/s

STM-32 livel 32, con velocità di trasmissione di 4.976 Mbit/s

STM-64 livel 64, con velocità di trasmissione di 9.953 Mbit/s

STM-256 livel 256, con velocità di trasmissione di 39.813 Mbit/s

STM-512 livel 512, con velocità di trasmissione di 79.626 Mbit/s

STM-1024 livel 1024, con velocità di trasmissione di 159.252 Mbit/s

Apparati principali di interconnessione

Gi apparati attivi, per la gestione e la diffusione delle rete geografica SDH, sono gli ADM. Tali apparati verranno alloggiati all'interno di appositi armadi rack in standard N3 (in accordo a nome ETSI ETS 300-119).

Gli apparati ADM comprenderanno le seguenti principali interfacce/porte (con le quantità indicate negli elaborati progettuali):

- interfacce STM-4 per la gestione della rete SDH a 622 Mbit/s;
- interfacce STM-1 per la gestione della rete SDH a 155 Mbit/s;
- interfacce H/ADSL per la gestione delle reti geografiche ADSL, HDSL, etc.;
- porte per la gestione di reti in standard G.703 verso multiplex

- porte Ethernet 10/100/1000 BaseTX

Gli ADM saranno dotati di opportuni software di management e diagnostica.

Le parti comuni degli apparati, quali schede di interfaccia, alimentatori, bus e porte di comunicazione saranno ridondate in modo da garantire il funzionamento degli stessi o consentire rapide operazioni di ripristino delle funzionalità in caso di avarie / manutenzioni.

Specifiche particolari per sistema di trasmissione dati geografica SDH per sistemi ferroviari

Un sistema trasmissivo in standard SDH dovrà essere realizzato e provato secondo le prescrizioni minime di specifica **RFI – TT 584**. Inoltre, per garantire l'integrazione con le reti GSM-R (comunicazione terra – treno su rete RFI), le cui principali caratteristiche sono riportate in specifico capitolo del presente capitolato, è necessario realizzare il sistema trasmissivo SDH secondo le ulteriori prescrizioni di specifica **RFI – TT 597**, che per l'appunto risultano ad integrazione delle suddette specifiche **RFI - TT 584**.

4.19.6 Impianti speciali per applicazioni ferroviarie

4.19.6.1 Generalità

Nella presente sezione del documento si intendono fornire tutte le prescrizioni di carattere generale relative alle modalità esecutive degli impianti speciali per applicazioni ferroviarie.

Resta inteso che le indicazioni specifiche dei singoli impianti speciali (rivelazione incendi, rilevazione intrusione e TVCC, supervisione, ecc...) e dei relativi componenti costitutivi sono riportate negli altri elaborati di progetto. Più precisamente:

- 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)

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 dovranno essere completi di punto terminale di alimentazione e/o segnale realizzato con cassette di derivazione IP67 con eventuale morsettiera e fusibili di protezione, tubazioni metalliche 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 FG7OM1 ovvero FTG10(O)M1 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 (L.F.M., etc).

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

L'alimentazione delle centraline di gestione degli impianti speciali (Server, 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.

4.19.6.2 Impianto rivelazione incendi nei locali tecnici

Pulsante manuale di allarme analogico

Pulsante di allarme per il sistema di rivelazione incendi analogico attivo AlgoRex: elettronica con circuito ad autoindirizzamento. Completo di dispositivo di isolamento di cortocircuiti sulla linea di rivelazione. Attivazione mediante azione su lastra in vetro con punto di rottura. Idoneo al montaggio superficiale in ambienti asciutti. Installazione su linea di rivelazione a 2 conduttori: completo di diodo Led rosso per l'indicazione locale dello stato di attivazione.

- Morsetti di collegamento: 0,2...1,5 mm²
- Temperatura di esercizio: -25...+60 gradi C
- Umidità: <=100% relativa
- Grado di protezione: IP65

Completo di staffe di fissaggio, quota parte della dorsale di collegamento alla centrale comprensiva di tubazioni e/o canali da incasso e/o staffate a vista, cassette di derivazione e di attestamento da incasso e/o a vista.

Rivelatore di fumo analogico

Rivelatore di fumo analogico-attivo ad indirizzamento individuale con comportamento di risposta uniforme nella più ampia gamma di tipologie di incendio. Elevato grado di attendibilità grazie all'analisi e trattamento del segnale sia nel rivelatore che nella centrale di rivelazione.

Dotato di sistema di rivelazione optoelettronico in grado di rivelare sia fumi chiari che fumi scuri. Emissione del segnale di pericolo su 2 livelli: sensibilità normale o sensibilità aumentata con possibilità di selezione dalla

centrale di rivelazione. Emissione del segnale di manutenzione nel caso la camera ottica si sporchi. Completo di base per collegamento su linea a 2 conduttori, di modulo di autoindirizzamento, dispositivo di isolamento di cortocircuiti di linea e di uscita per ripetitore ottico remoto.

- Temperatura di esercizio: -25...+60 gradi C
- Umidità: <=95% relativa
- Grado di protezione: IP44. Conforme a norma EN 54-7

Completo di staffe di fissaggio, quota parte della dorsale di collegamento alla centrale comprensiva di tubazioni e/o canali da incasso e/o staffate a vista, cassette di derivazione e di attestazione da incasso e/o a vista.

Modulo ingressi

Modulo ingressi per il sistema di rivelazione incendi analogico attivo AlgoRex, in grado di acquisire lo stato di un segnale digitale. Equipaggiato con elettronica controllata da microprocessore, completo di funzione di isolamento di linea e di circuito ad autoindirizzamento. Installazione su linea di rivelazione a due conduttori: non richiede alimentazione addizionale. Ingresso sorvegliato per linea aperta. Alloggiato in contenitore per montaggio a vista e idoneo alla installazione su barre omega.

- Morsetti di collegamento: 0,2...1,5 mm²
- Temperatura di esercizio: da -10°C a +60°C
- Umidità: sino a 95% rel.

Completo di staffe di fissaggio, quota parte della dorsale di collegamento alla centrale comprensiva di tubazioni e/o canali da incasso e/o staffate a vista, cassette di derivazione e di attestazione da incasso e/o a vista.

Rivelatore di calore analogico

Rivelatore di calore analogico-attivo. Il rivelatore DT1131A misura la temperatura ambiente con un termistore NTC e la temperatura dell'involucro del rivelatore stesso con un secondo NTC: in questo modo il rivelatore può valutare in modo differenziale un aumento di temperatura indipendentemente dal valore iniziale. Elevato grado di affidabilità e ripetibilità ed elevata resistenza ad interferenze elettromagnetiche, umidità e corrosione. Completo di base di montaggio DB1131A per collegamento su linea a 2 conduttori, di modulo di autoindirizzamento, dispositivo di isolamento di corto circuiti di linea e di uscita per ripetitore ottico remoto.

- Temperatura di esercizio: -25...+50°C
- Umidità: <=95% relativa
- Compatibilità elettromagnetica: 50 V/m (1MHz... 1GHz)
- Conforme a norme EN 54 - 5
- Grado di protezione IP44

Completo di staffe di fissaggio, quota parte della dorsale di collegamento alla centrale comprensiva di tubazioni e/o canali da incasso e/o staffate a vista, cassette di derivazione e di attestazione da incasso e/o a vista.

Centrale rivelazione incendio per locali tecnici

Centrale del sistema di rivelazione incendi nei locali tecnici in grado di collegare sino ad un massimo di 512 elementi di rivelazione incendio (possibilità di ampliamento sino a 725) su 4 linee di rivelazione interattive di tipo aperto o chiuso ad anello. La centrale alimentata a 230Vac, corredata di terminale di comando con display illuminato a LCD con 8 linee da 40 caratt. ciascuna. Possibilità di collegamento di terminali remoti, stampante e sistema di centralizzazione. Completa di: funzione memoria eventi, contatore allarmi, alimentatore di emergenza con batterie 24Vdc/24Ah e modulo integrato con 16 ingressi/uscite programmabili. Uscita RS232 per comunicazione degli allarmi al sistema di supervisione superiore. Completa di armadio per montaggio a parete.

Norme di riferimento: EN54 parte 2 e EN54 parte 4. Completa di collegamenti periferici con cavo schermato di formazione e sezione adeguata, tubazioni/canalizzazioni da incasso e/o staffate a vista, cassette di derivazione e di attestazione da incasso e/o a vista, indirizzamento di tutti i dispositivi in campo, prove, verifiche di funzionamento, programmazione, accessori di fissaggio e di completamento.

4.19.6.3 Impianto rivelazione incendi nei nicchioni / cameroni

Per la rilevazione degli incendi nei nicchioni e/o cameroni e sono previsti rivelatori ottici di fumo / termovelocimetrici, di tipo stand-alone, connessi direttamente ai sistemi di supervisione locali PLC.

Il rivelatore è completo di:

- box di contenimento apparecchiature
- rivelatore ottico ad effetto Tyndall
- rivelatore termovelocimetrico
- led presenza alimentazione
- led allarme attivo
- led anomalia

- contatti di uscita NO/NC per riporto allarme e reset da remoto
- dimensioni 200x120x65 mm

4.19.6.4 Impianto rivelazione incendi di tipo analogico nelle gallerie ferroviarie

Sistema lineare di rilevamento incendio con cavo termosensibile analogico

Fornitura di cavo termosensibile coassiale con formazione polimera che provvede a variare la resistenza tra il polo interno e la calza in funzione della temperatura, fornendo un segnale in mA ripetibile. Il cavo è idoneo a funzionare con continuità e senza inconvenienti nelle condizioni richieste:

- Ambiente umido, bagnato, polveroso
- Atmosfera ricca di gas di scarico degli autoveicoli e polveri dovuta al traffico

Caratteristiche tecniche:

- Polo interno: rame rivestito d'acciaio
- Isolamento: polimero sensibile alla temperatura
- Calza: treccia di rame stagnato
- Guaina esterna: PVC rosso
- Resistenza del conduttore: tra garza e polo interno per 100 metri 2 ohm
- Diametro del cavo: 2,8 mm
- Temperatura operativa : da -20°C a +70°C (con brevi escursioni fino a 200°C)
- Temperatura di allarme: +68°C
- Raggio di massima curvatura: 6 mm
- Massima tensione di sforzo: 200 N
- Peso: 16 g/m

Completo di staffe ed accessori di fissaggio, tasselli, viti, fascette, se necessario posto in opera entro tubazioni e/o canalizzazioni predisposte, completo di accessori di collegamento e connettori, terminazioni, giunzioni, attestazione della fibra ottica con rilascio della relativa certificazione da parte di personale qualificato, siglature.

Il cavo termosensibile sarà fissato direttamente al rivestimento della galleria e/o su una fune di acciaio inox AISI 316 di sostegno completa di tenditori dell'ancoraggio, in modo da avere una freccia non superiore a 1 cm.

Unità di controllo cavo sensore analogico per rivelazione incendi in galleria

Unità elettronica per il controllo di singola zona in grado di fornire l'allarme incendio e l'allarme di corto circuito e circuito aperto sia localmente, tramite due LED posti sul pannello frontale, sia a distanza tramite due uscite digitali.

Caratteristiche tecniche:

- Materiale: box in polycarbonato grigio (RAL 7035) con frontalino incernierato e fissato con viti.
- Grado di protezione: IP 65
- Temperatura operativa: da -10°C a +50°C
- Dimensioni: 180 X 130 X 75 mm (H,L,P)
- Alimentazione: 24V DC
- Consumo: normale 5.5/7 mA, allarme 35/45 mA, guasto 6,7/35 mA
- Uscite: relè "Fuoco", Relè "Guasto"
- Morsettiere: due morsettiere idonee per cavi fino a 2,5 mm²
- Entrata cavi: 2 pressacavi PG 13.5 IP65, 1 pressacavo PG 7 IP65
- Peso: 0,7 kg

Completa di accessori di fissaggio, alimentazione con cavo di formazione e sezione adeguata, tubazioni/canalizzazioni da incasso e/o staffate a vista, cassette di derivazione e di attestazione da incasso e/o a vista, manuali operativi, schemi.

Unità di controllo cavi sensore analogico per rivelazione incendi in galleria

Unità elettronica per il controllo di due zone in grado di fornire l'allarme incendio e l'allarme di corto circuito e circuito aperto sia localmente, tramite due LED posti sul pannello frontale, sia a distanza tramite due uscite digitali.

Caratteristiche tecniche:

- Materiale: box in polycarbonato grigio (RAL 7035).
- Grado di protezione: IP 65
- Temperatura operativa: da -10°C a +50°C
- Dimensioni: 75 X 55 X 110 mm (H,L,P)
- Alimentazione: 24V DC
- Consumo: massimo <20 mA

- Uscite: n.2 relè “Fuoco” e n.2 Relè “Guasto”
- n.4 indicatori LED allarme incendio e guasto
- contatto test allarme incendio
- contatto test guasto e reset
- Peso: 0,35 kg

Completa di accessori di fissaggio, alimentazione con cavo di formazione e sezione adeguata, tubazioni/canalizzazioni da incasso e/o staffate a vista, cassette di derivazione e di attestazione da incasso e/o a vista, manuali operativi, schemi.

Unità terminale cavo sensore analogico

Fornitura di unità di fine linea (EOLT) che provvede a chiudere la linea del cavo termosensibile.

Caratteristiche tecniche:

- Materiale: polycarbonato grigio (RAL 7035) con frontalino fissato con viti.
- Protezione: IP 65
- Temperatura operativa: da -10°C a +50°C
- Dimensioni: 78x100x52 mm (H,L,P)
- Entrata cavi: 1 pressacavo PG 7 IP65
- Peso: 0,1 Kg

4.19.6.5 Impianto antintrusione e TVCC presso gli imbocchi di galleria ferroviaria

L'impianto risulta essenzialmente costituito da:

- centrali di gestione sensori antintrusione. Ogni centrale è compresa di:
 - unità controllo di sensori antintrusione e barriere;
 - schede di comunicazione Ethernet;
- sensori antintrusione a raggi infrarossi;
- sensori rilevamento passaggio treno a barriera ottica;
- telecamere fisse;
- stazioni di controllo TVcc per la gestione, videoregistrazione dei segnali video. Ogni stazione è compresa di:
 - unità di registrazione digitale;
 - convertitori elettrico/ottico e analogico/digitale;
 - schede di comunicazione Ethernet;

- monitor per la visualizzazione;

Le caratteristiche dei vari componenti nonché la loro modalità di connessione sono meglio evidenziate negli altri elaborati di progetto.

Le principali funzioni richieste all'impianto antintrusione sono le seguenti:

- rilevare la presenza di persone e/o animali nei pressi degli imbocchi di galleria;
- escludere falsi allarmi, dovuti a transito di treni, mediante la rilevazione del passaggio di convogli ferroviari per mezzo di barriere fotoelettriche a raggi infrarossi. L'intercettazione dei raggi di detta barriera inibisce temporaneamente il funzionamento del sistema di rilevazione antintrusione;
- acquisire e comunicare al sistema di supervisione lo status dei dispositivi connessi (diagnostica).

Le principali funzioni richieste all'impianto TVcc sono le seguenti:

- videosorveglianza, in tempo reale degli imbocchi di galleria e dei piazzali di cabine MT/bt agli imbocchi;
- programmazione del ciclo di visualizzazione delle videocamere. Sarà possibile definire il numero delle videocamere, l'ordine di visualizzazione e l'intervallo di tempo dedicato ad ogni videocamera;
- correlazione tra la zona allarmata da sistema di rilevazione antintrusione, videoregistrazione e la telecamera visualizzata sul monitor;
- acquisire e comunicare al sistema di supervisione lo status dei dispositivi connessi (diagnostica);
- distribuire su rete dati Ethernet i segnali delle diverse telecamere, per la visualizzazione su stazioni video remote;

Rivelatore antintrusione

Rivelatore antintrusione con tecnologia a microprocessore, con elaborazione digitale dei segnali a criteri multipli, specifico per spazi esterni, basato sul rilevamento passivo delle variazioni di emissione nel campo dell'infrarosso con:

- custodia in materiale plastico
- circuito di termostatazione
- grado di protezione IP64
- ottica con specchio di precisione grandangolare a scacchiera (per rivelazione volumetrica) ovvero specifica per effetto tenda
- tamper per la protezione antiapertura
- memoria di allarme

- adattamento automatico della soglia di allarme, secondo valorizzazione adattiva delle condizioni esterne rilevate in tempo reale (funzione selezionabile)
- sensibilità regolabile su più livelli (ad es. 40/70/100%)
- temperatura di esercizio da -20° C a +60 °C

Barriere fotoelettriche per esterno a raggi infrarossi

Barriere fotoelettriche per esterno a raggi infrarossi con:

- raggi infrarossi a impulsi a doppia modulazione con LED
- controllo automatico del guadagno in presenza delle diverse condizioni metereologiche
- contatto relè di uscita allarme
- contatto relè di uscita segnale ambientale
- contatto relè di uscita di sabotaggio
- inclinazione dei raggi: orizzontale $\pm 90^\circ$ /verticale $\pm 10^\circ$
- temperatura di funzionamento: -35°C/+66°C

Telecamere

Le telecamere da adottare per impianti TVCC, monocromatiche (b/n) o a colori, fisse o brandeggiabili, tipo classico o dome, avranno le seguenti caratteristiche generali, meglio dettagliate poi negli elaborati di progetto e/o nell'Elenco Descrittivo delle Voci:

- A tecnologia CCD
- In grado di assicurare la produzione di immagini ad alta risoluzione in qualsiasi condizione
- Dotate delle più avanzate tecniche di elaborazione del segnale
- Dotate di circuito automatico di regolazione del livello dei neri, al fine di assicurare la riproduzione delle scene con un contrasto ottimale
- In grado di fornire immagini nitide anche in condizioni di luce considerevolmente variabili durante la giornata o con forte controllo luce (per telecamere a colori tipo Day/Night)
- Dotate di un sistema ID integrato per l'indirizzamento e la configurazione potrà avvenire attraverso un sistema di menu interno, ovvero tramite software per la configurazione in remoto
- Adatte per installazione all'esterno, eventualmente con l'ausilio di apposite staffe
- Complete di cupola protettiva e trasparente (nel tipo dome)
- Sincronismi: selezione automatica di sincronismo interno da oscillatore al quarzo, sincronismo di rete, sincronismo esterno
- Iris: automatico/manuale e zoom elettronico con controllo iris su connettore dedicato
- Nel caso di dome brandeggiabili: Pan: 360° - Tilt: 90° Flip Off, 180° Flip On

Le telecamere e tutti gli accessori dovranno inoltre avere i seguenti requisiti:

- Grado di protezione ambientale IP66
- Resistenza a temperatura ed umidità (IEC 68-2-30 Db)
- Operatività a temperature variabili fra -35°C e $+55^{\circ}\text{C}$
- Resistenza al vento, fino a 120 km/h

Per il cavo video, verso le diverse telecamere, non si dovranno avere interruzioni nel tragitto fino alla rispettiva camera tranne che nel caso in cui tale tragitto sia di lunghezza superiore alle normale pezzature. Le eventuali giunzioni che, in via eccezionale dovessero essere necessarie, dovranno essere eseguite all'interno delle cassette di derivazione e mediante connettori ad impedenza costante.

La telecamera sarà sostenuta mediante staffa o supporto di sostegno in lega leggera o in acciaio verniciato a fuoco o di altro tipo adatta ad essere fissata a parete o a soffitto, ecc., secondo le esigenze di progetto e sarà completa di snodo con due gradi di libertà.

L'altezza di installazione sarà di almeno 2,5 m; per necessità di installazione ad altezze inferiori si dovranno prevedere tutte quelle precauzioni necessarie a prevenire il furto della telecamera (prevedere dado e controdado su tutti i bulloni, bloccare uno dei due dadi con spine elastiche, impiegare viti che richiedano l'impiego di attrezzi speciali per l'allentamento).

4.19.7 Impianto di supervisione e selezione del troco guasto per gallerie ferroviarie

L'impianto di supervisione e selezione del troco guasto, per i sistemi LFM e TT a servizio di gallerie ferroviarie, dovrà essere realizzato e collaudato secondo le prescrizioni di specifica **RFI – LF 610** ed **LF 608**. I diversi componenti di detto impianto possiedono i requisiti e le condizioni di posa minime riportate in detta specifica.

Il sistema dovrà essere comunque realizzato secondo le indicazioni riportate negli elaborati di progetto esecutivo allegato.

Sono previste le seguenti fondamentali funzioni:

- Funzione di Protezione e Selezione del Tratto Guasto (di seguito PSTG)
- Funzione di Supervisione

Funzione di Protezione e Selezione del Tratto Guasto

Il sistema deve risolvere in maniera autonoma ogni evento di guasto elettrico che si può verificare lungo la rete dorsale di distribuzione a 1kV (funzione di protezione), inoltre provvede alla determinazione ed all'isolamento del tronco guasto (funzione di selezione)

Funzione di Protezione e Selezione del Tratto Guasto

La funzione di supervisione dovrà attuarsi in due distinti ambiti:

- nell'ambito della gestione della rete dorsale 1kV: essa elabora e gestisce i dati che definiscono le condizioni operative delle funzioni PTSG ed in base ad esse procede al processo di riconfigurazione automatica della rete. La rialimentazione automatica ha lo scopo di trasferire l'alimentazione da un QdP all'altro QdP (precedentemente in stand-by) dei quadri di tratta posti fuori servizio dal sistema di protezione e selezione del tratto guasto. Si prevede inoltre che la procedura di riconfigurazione automatica possa essere attuata anche dal sistema di PTSG, di cui ai paragrafi precedenti, solo in seguito a esplicita abilitazione manuale data da operatore. Tale estensione, pur non essendo espressamente prescritta dalla LF610, aumenta sicuramente l'affidabilità dell'opera.
- gestisce i dati relativi ad altri sottosistemi (o Enti) quali:
 - impianto di telefonia di emergenza e di diffusione sonora
 - apparati STSI
 - apparati SDH/radio
 - centrali rivelazione incendi in galleria e nei locali tecnici
 - apparecchiature elettriche (quadri MT e BT, UPS, gruppi elettrogeni, trasformatori)
 - impianto TVcc, antintrusione

relativamente a tali sottosistemi la supervisione monitora il loro stato nonché il loro regolare funzionamento tramite lo scambio di informazioni di diagnostica (anomalie ed allarmi).

Coordinamento della realizzazione impianto di supervisione

Fanno parte integrante delle lavorazioni inerenti l'impianto di supervisione anche le attività di coordinamento, assistenza e consulenza in cantiere sino al completo avviamento del sistema.

Tali attività comprendono l'"allineamento" dei segnali in campo attestati alle morsettiere dei PLC e l'allineamento delle comunicazioni con i sistemi terzi (TVCC, SDH, radio, Telefonia di Emergenza, rete dati di emergenza, etc interfacciati col sistema di supervisione).

Specifiche, documentazione ed addestramento del personale impianto di supervisione

Fanno parte integrante delle lavorazioni inerenti l'impianto di supervisione anche lo sviluppo dettagliato delle specifiche tecniche funzionali e dimensionamento del sistema di controllo, con conseguente produzione della relativa documentazione in lingua Italiana, comprendente:

- Realizzazione della lista I/O (fino ad un massimo di 3 revisioni) completa delle modalità di scambio delle informazioni
- Realizzazione delle specifiche funzionali di dettaglio "causa/effetto"
- Realizzazione delle specifiche di test e collaudo

- Verifica e definizione della configurazione dei PLC e dei Server e dei Personal Computer
- Verifica e definizione della configurazione delle reti di comunicazione
- Definizione della mappa degli ingressi e delle uscite per l'ottimizzazione della progettazione elettrica software
- Definizione delle mappe di memoria per lo scambio dei dati tra unità di controllo facenti parte del sistema
- Listati commentati del software PLC (file sorgente)
- Copia della documentazione tecnica così come fornita dai produttori dei materiali hardware e software compresi in fornitura
- Manuali d'uso

Inoltre dovrà essere fornito un corso di addestramento del personale (durata massima 2 giorni lavorativi consecutivi), presso il cantiere, all'utilizzo del programma di supervisione.

4.20 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.

Le opere ed assistenze murarie sono da intendersi incluse dall'importo complessivo degli impianti tecnologici. 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 .

4.20.1 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.

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 60cm 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

4.20.2 Pozzetti

Pozzetti realizzato in opera 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
- Formazione di muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni e malta di cemento
- Conglobamento, nella muratura di mattoni, delle tubazioni interessate dal pozzetto; sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo
- Formazione, all'interno del pozzetto, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente liscio
- Fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino in ghisa (griglia 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

E' consentita in alternativa, e compensato con lo stesso prezzo, l'esecuzione in calcestruzzo delle pareti laterali dei pozzetti interrati con chiusino in ghisa. Lo spessore delle pareti e le modalità di esecuzione dovranno essere preventivamente concordati con la Direzione Lavori.

Tutti i pozzetti saranno senza fondo, o comunque con adeguati fori per evitare il ristagno dell'acqua.

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.

4.20.3 Plinti di sostegno pali

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate nei disegni allegati.

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco
- Formazione del blocco in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 315 per metro cubo di impasto
- Esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma di dimensioni e geometria adeguata

- Fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubazione in plastica del diametro esterno di 50 mm per l'ingresso dei cavi
- Riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta o con ghiaia naturale accuratamente costipata; trasporto alla discarica del materiale eccedente
- Sistemazione del cordolo in pietra eventualmente rimosso

L'eventuale rimozione dei cordoli del marciapiede è compresa nell'esecuzione dello scavo del blocco. Per tutte le opere elencate nel presente articolo è previsto dall'appalto il ripristino del suolo pubblico.

Dimensioni maggiori dei blocchi di fondazione rispetto alle misure indicate in progetto non daranno luogo a nessun ulteriore compenso.

4.20.4 Conglomerati di cemento

I conglomerati di cemento possono essere impiegati in strutture di fondazioni, in murature di elevazione e rivestimento, in strutture di cemento armato, in manufatti prefabbricati, ecc. .

La preparazione del conglomerato, di norma eseguita con impianti meccanici e dosatura automatica, deve essere effettuata utilizzando i seguenti materiali:

- ACQUA - dolce, limpida, esente da tracce di cloruri e solfati, di materie organiche, ecc., in quantità pari allo 0.4 - 0.5 del peso del cemento
- INERTI - di fiume, di cava, naturali o frantumati meccanicamente, sempre lavati, privi di argille, polvere o materie organiche, con curva granulometrica adatta al loro impiego, da determinare in accordo con la Direzione Lavori
- CEMENTO - di uno dei seguenti tipi: normale (325) ad alta resistenza (425), ad alta resistenza e rapido indurimento (525), nella dosatura variabile in genere da 200 a 400 kg di legante per ogni metro cubo di inerte lavorato a conveniente curva granulometrica

Per quanto riguarda l'impiego e le caratteristiche dei materiali, la confezione degli impasti, l'esecuzione dei getti, le prove, ecc. l'Impresa ha l'obbligo di rispettare tutte le norme contenute nel D.M. 16/06/76 e D.M. 26.3.80.-

Le opere di fondazione di modesta importanza ed i blocchi di ancoraggio possono essere gettati anche contro terra.

Per opere di fondazione importanti il getto sarà fatto su una platea di sottofondo e con ausilio di casseforme laterali.

Per i manufatti in conglomerato di cemento semplice o armato si devono impiegare adeguate cassature e impalcature di sostegno in legno o metallo tali da ottenere getti privi di irregolarità, difetti estetici e deformazioni per cedimenti delle strutture di sostegno e di casseri.

Prima di ogni getto di strutture di cemento armato la Direzione Lavori deve essere chiamata per le necessarie verifiche.

Di regola le strutture in conglomerato di cemento non saranno intonacate e quindi devono risultare con spigoli e angoli diritti, con parametri uniformi, con sagomature curve appropriate, ed eventuali piccoli difetti dovranno essere eliminati con ritocchi di malta cementizia non appariscenti.

Tutti i getti dovranno risultare compatti e uniformi, ed essere perciò opportunamente vibrati.

Nel corso della presa, dell'indurimento e della successiva stagionatura i getti devono essere protetti dagli effetti del gelo e mantenuti nel giusto grado di umidità per evitare fenomeni deleteri di disidratazione.

E' ammesso l'impiego di prodotti antigelo purché non alterino negativamente le caratteristiche meccaniche del conglomerato. Per i getti in presenza d'acqua devono essere presi tutti i provvedimenti necessari per evitare il dilavamento dell'impasto a causa di asporto del legante.

In caso di pioggia è necessario proteggere il getto fino a sufficiente indurimento per evitare il dilavamento delle parti non coperto da casseri.

I conglomerati per manufatti destinati a contenere acqua devono risultare impermeabili senza presentare filtrazioni e trasudamenti.

Tutte le strutture armate o non armate devono essere progettate e calcolate da un Ingegnere, iscritto all'Albo, a cura e spese dell'Impresa, che deve assumersi in proposito ogni responsabilità.

L'impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei Lavori **n° 3 copie dei disegni esecutivi** e dei relativi calcoli almeno 15 giorni prima dell'esecuzione dei relativi lavori.

4.20.5 Opere in ferro

Le opere in ferro (paratoie, parapetti, griglie, ecc.) devono essere eseguite con materiali esenti da scorie, soffiature, saldature e qualsiasi altro difetto, e devono avere i requisiti contenuti nei seguenti provvedimenti:

- Gli acciai da costruzione normali e ad alta resistenza dovranno essere di qualità Fe 32, Fe 42, Fe 52, come alle tabelle UNI 1964 per profilati, barre e larghi piatti
- Per lamiere come alle tabelle UNI 5335 ed. 1964

Di norma le unioni fra i componenti di un manufatto in ferro saranno eseguite con saldatura elettrica con opportuni elettrodi e cordoni di saldatura di forma e dimensioni tali da garantire la stabilità delle strutture.

Ogni manufatto avrà tutti i dispositivi necessari per una solida installazione in opera, per la quale sono a carico dell'Impresa tutti gli oneri per consumi, manodopera, opere provvisorie, ecc.

Prima o dopo la posa in opera dei manufatti in ferro dovranno essere protetti con due mani di vernice antiruggine delle migliori qualità avendo prima cura di togliere dalla superficie ogni traccia di ossidazione e di sporco, sbavature e altre imperfezioni estetiche.

La vernice antiruggine deve essere delle migliori qualità in commercio e deve essere fornita a piè d'opera in contenitori ancora sigillati dalla casa produttrice.

4.20.6 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.

4.21 Ulteriori prescrizioni sulle opere

4.21.1 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.

4.21.2 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:

- Quadri elettrici
- Trasformatori
- Ventilatori
- Pompe
- Aerotermi
- Cavi
- Canali
- Valvolame
- Altre apparecchiature la cui identificazione risulti utile

Per ciascuno degli elementi sopra citati si rimanda alla descrizione specifica per le indicazioni sull'etichettatura.

Qualora non specificato, valgono le seguenti prescrizioni:

- Targhette in alluminio serigrafato, di dimensioni 120x60 mm, con scritte nere, installate sui componenti a mezzo di viti, collari o catenelle, in posizione ben visibile
- Indicazione chiara delle posizioni che dovranno assumere le valvole, gli interruttori, i selettori, etc.
- Individuazione di tutti i circuiti idraulici ed elettrici, a mezzo di etichette adesive colorate, dim. 150x50 riportanti il nome del circuito

4.21.3 Materiali per opere metalliche

4.21.3.1 *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 $\Delta t \geq 430 \text{ N/mm}^2$ ed Fe 510 con $\Delta t \geq 510 \text{ N/mm}^2$
- Gli acciai per C.A. devono essere del tipo Fe B 44k controllati in stabilimento

4.21.3.2 *Carpenterie in acciaio*

Generalità

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.

Profilati, piatti lamiera

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.

Lamiera, 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.

5. NORME DI MISURAZIONE DELLE LAVORAZIONI

La manodopera sarà valutata ad ore e gli arrotondamenti in eccesso o in difetto alle mezze ore.

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, ed il prezzo comprenderà anche la remunerazione dell'operatore.

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.

Le singole lavorazioni verranno misurate utilizzando le unità di misura definite nell'Elenco Descrittivo delle Voci ovvero nell'Elenco Prezzi Unitari.

I lavori previsti nel progetto allegato al presente contratto 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.

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.

Per la manodopera (se non espressamente indicata in fase di offerta), eventuali materiali, noli o altre somministrazioni in economia si farà riferimento, ove possibile ai prezzi della C.C.I.A.A. in vigore alla data dell'offerta soggetti a tutte le condizioni contrattuali.

6. OPERE DI ASSISTENZA AGLI IMPIANTI

Qualora comprese tra gli oneri dell'Appaltatore, le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti comprendono le seguenti prestazioni:

- Scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti
- Apertura e chiusura di tracce, predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutture di calcestruzzo armato
- Muratura di scatole, cassette, sportelli ecc.
- Fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti
- Formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie
- Manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni
- I materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra
- Il trasporto alla scarica dei materiali di risulta delle lavorazioni
- Scavi e rinterri relativi a tubazioni o apparecchiature poste interrate
- Ponteggi ed apprestamenti di servizio e/o di sicurezza interni ed esterni

7. ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE TIPOLOGIE ESECUTIVE

I materiali e i componenti devono essere della migliore qualità e 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.

Si vieta all'Impresa di eseguire un'opera senza aver precedentemente consegnato alla DL la documentazione del progetto costruttivo ed ottenuto la relativa approvazione formale. 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 DL/SA.

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.

7.1 Campioni di materiali e di tipologie esecutive

Costituisce onere della Ditta presentare, su richiesta della DL o già in sede di gara (se prescritto nel relativo bando), i modelli campione relativi alle principali apparecchiature ritenute significative. Il campione andrà depositato con le modalità e nei luoghi che saranno indicati in corso d'opera.

Ciascun campione dovrà essere dotato di apposita etichetta sulla quale sarà specificato il nome della Ditta ed il codice di EPU al quale il campione corrisponde.

A corredo del campione la Ditta dovrà inoltre fornire i relativi cataloghi e specifiche tecniche, dalle quali risultino chiaramente tutte le caratteristiche tecniche, prestazionali e dimensionali dello stesso.

In aggiunta, la Ditta è tenuta all'esecuzione di campionature relative a stanze tipo complete di tutti gli impianti terminali.

7.2 Sistema di garanzia della qualità

Le apparecchiature oggetto di questa specifica dovranno essere costruite applicando un sistema di qualità conforme alle norme UNI EN 29002.

Il Costruttore di ciascuna apparecchiatura dovrà presentare, tramite l'Appaltatore, la certificazione del proprio Sistema Qualità emessa da un Ente riconosciuto.

Su richiesta del Committente, o di suo rappresentante, dovrà essere consultabile il Manuale della Qualità aziendale.

Il Committente si riserva la facoltà di accedere direttamente, o con proprio rappresentante, alle officine del Costruttore in qualsiasi momento del processo di fornitura.

7.3 Elenco principali subfornitori

Presso il Costruttore dovrà essere consultabile l'elenco dei principali subfornitori dei materiali utilizzati nella costruzione dell'apparecchiatura.

In particolari casi, dettagliati nel progetto o in sede di approvazione materiali, tale elenco dovrà essere consegnato al Committente o ad un suo rappresentante.

7.4 Garanzia

Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'Appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dal Consorzio prima che il certificato di collaudo, trascorsi due anni dalla sua emissione, assuma carattere definitivo. Dovrà essere garantita la buona qualità e costruzione dei materiali; si dovranno sostituire o riparare durante il periodo sopraccitato gratuitamente nel più breve tempo possibile quelle parti che per cattiva qualità di materiale, per difetto di lavorazione o per imperfetto montaggio in officina fossero difettose.

Qualsiasi intervento manutentivo straordinario dovrà essere eseguito presso le officine del costruttore oppure sul luogo di installazione da personale dell'azienda costruttrice o da questa delegato per iscritto.

In caso di contestazione, l'onere della dimostrazione dell'assenza di difetti ricade sull'Appaltatore, che potrà a sua volta rivalersi sul Costruttore.

8. VERIFICHE E PROVE

Per ciascuna certificazione di verifica e prova dovranno essere indicati almeno:

- Data e ora

- Operatore/i (con relativa qualifica)
- Condizioni ambientali
- Procedura utilizzata
- Norma tecnica di riferimento
- Strumentazione impiegata (con copia del certificato di taratura)
- Valori misurati (con relativa incertezza)
- Eventuali valori limite ammessi
- Ogni altra indicazione utile (ad esempio una planimetria schematica rappresentativa, rapporti di primo avviamento rilasciati dai costruttori etc...)

8.1 Prove di tipo, di accettazione e relative certificazioni

Le apparecchiature elencate nel presente Capitolato dovranno essere sottoposte alle prove di tipo richieste dalla normativa di prodotto.

All'atto della presentazione dei materiali per approvazione, e in ogni caso prima dell'approvazione stessa, l'Appaltatore dovrà dare evidenza dell'avvenuta esecuzione, da parte del Costruttore, delle suddette prove di tipo o speciali su apparecchiature aventi caratteristiche analoghe a quelle oggetto della fornitura.

La ripetizione di alcune di queste prove di tipo sulle apparecchiature in fornitura potrà essere richiesta in opzione e sarà oggetto di accordo specifico con l'Appaltatore.

Di seguito è riportato un elenco non esaustivo delle prove di tipo relative alle apparecchiature di maggiore importanza:

8.1.1 Quadri MT

Le prove di tipo sui quadri di media tensione, da realizzarsi in ottemperanza alle CEI EN 62271-200, avranno lo scopo di verificare le caratteristiche delle apparecchiature di manovra e di comando, dei loro dispositivi di manovra e degli apparecchi ausiliari.

Dovranno essere eseguite su un'unità funzionale rappresentativa dell'apparecchiature. Non essendo pratica la prova su tutte le combinazioni di apparecchiatura con involucro metallico, si potranno dedurre le prestazioni di una particolare combinazione dai risultati di prova relativi a combinazioni comparabili.

Le prove di tipo di cui il Costruttore dovrà dare risultanza dovranno essere almeno le seguenti:

- Prove per verificare il livello di isolamento dell'apparecchiatura

- Prove per verificare il riscaldamento di qualsiasi parte dell'apparecchiatura e misura della resistenza dei circuiti principali
- Prove per dimostrare l'idoneità dei circuiti principali e di terra a sopportare la corrente di picco e le correnti di breve durata nominali
- Prove per la verifica dei poteri di stabilimento e di interruzione degli apparecchi di manovra contenuti nel quadro
- Prove per la verifica del corretto funzionamento degli apparecchi di manovra e delle parti estraibili contenute nel quadro
- Prove della verifica del grado di protezione delle persone contro l'accesso a parti pericolose e della protezione dell'apparecchiatura contro l'ingresso di corpi solidi estranei

Le prove di tipo che si applicheranno solo per casi specifici saranno invece le seguenti:

- Prove di verifica della protezione delle persone contro gli effetti elettrici pericolosi
- Prove di resistenza meccanica dei compartimenti in pressione
- Prove di ermeticità dei compartimenti a riempimento di gas o di liquido
- Prove per valutare gli effetti dell'arco dovuto a un guasto interno (per apparecchiature di classe IAC)
- Prove di compatibilità elettromagnetica (EMC)

Le prove di tipo facoltative, da realizzarsi solo se esplicitamente richiesto negli elaborati di progetto, sono invece le seguenti:

- Prove per la verifica della protezione dell'apparecchiatura contro gli effetti esterni dovuti agli agenti atmosferici
- Prove per la verifica della protezione dell'apparecchiatura contro l'impatto meccanico
- Prove per valutare l'isolamento dell'apparecchiatura per mezzo della misura delle scariche parziali
- Prove di inquinamento artificiale
- Prove di isolamento sui circuiti di prova dei cavi

8.1.2 Trasformatori con isolamento in resina

I trasformatori dovranno essere sottoposti, presso il laboratorio del costruttore, e a sua cura e spese, alle prove di accettazione e di collaudo previste dalle norme CEI / IEC applicabili con emissione di un certificato di collaudo.

La data del collaudo deve essere comunicata almeno 10 giorni prima dell'effettuazione e le prove, su richieste le prove saranno eseguite alla presenza del Committente, o di suo rappresentante, e/o della DL.

Le prove di accettazione saranno eseguite su tutti i trasformatori oggetto della fornitura alla fine della loro costruzione; in particolare dovranno essere eseguite:

- Misura della resistenza degli avvolgimenti
- Verifica del rapporto di trasformazione e controllo della polarità e dei collegamenti
- Misura della tensione di cortocircuito (presa principale) e delle perdite dovute al carico
- Misura delle perdite nel ferro e della corrente a vuoto
- Prove d'isolamento con tensione applicata
- Prove d'isolamento con tensione indotta
- Misura delle scariche parziali
- Misura del livello di rumore (a vuoto e con sistema di raffreddamento inserito)

Per i trasformatori in resina, dovrà essere effettuata anche la misura della temperatura di transizione vetrosa, effettuata con calorimetro differenziale sulla miscela utilizzata per l'inglobamento.

Dovrà inoltre essere data evidenza delle prove eseguite sugli accessori eventualmente presenti sul trasformatore.

Inoltre saranno eseguite le seguenti verifiche:

- Presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di processi di corrosione della struttura e degli accessori
- Targa generale della macchina e verifica della sua congruenza delle diciture con i documenti di progetto
- Messa a terra della carpenteria
- Corretta esecuzione dal punto di vista elettrico e meccanico dei collegamenti terminali e del collegamento a terra del centro stella del trasformatore
- Prove funzionali della centralina termometrica e degli eventuali ventilatori tangenziali
- Rispondenza delle fasi
- Presenza di polvere o altri materiali estranei all'interno del box trasformatore
- Taratura dei relè di protezione in base ai documenti di progetto
- Rapporti e prestazioni di eventuali riduttori di misura
- Serraggio delle bullonature e delle derivazioni

- Meccanismi di inserzione ed estrazione dei complessi estraibili e di tutti i relativi sistemi di blocco sia meccanici sia a chiave verificando contemporaneamente lo stato della eventuale lubrificazione e l'allineamento delle relative pinze di contatto

8.1.3 Relè di protezione

I relè di protezione dovranno essere sottoposti alle seguenti prove:

- Prove di isolamento:
 - Prove previste dalle norme di riferimento EN 60255-5, EN61010
 - Tensione nominale d'isolamento 250V
 - Categoria di sovratensione III
- Prova a 50Hz (per 1 min):
 - Circuito di alimentazione ausiliaria 2 kV
 - Circuiti d'entrata 2 kV
 - Circuiti d'uscita 2 kV
 - Circuiti d'uscita (tra i contatti aperti) 1 kV
 - Interfaccia di comunicazione RS232/RS485 500 V
- Prova a impulso (1,2/50 ms):
 - Circuito di alimentazione ausiliaria 5 kV
 - Circuiti d'entrata 5 kV
 - Circuiti d'uscita 5 kV
 - Circuiti d'uscita (tra i contatti aperti) 2,5 kV
 - Resistenza d'isolamento >100 MW

Immunità elettromagnetica (EMC):

- Prove previste dalle seguenti norme di riferimento
 - Norma di Prodotto per i relè di misura ed i dispositivi di Protezione EN 50263
 - Norma generica sull'immunità EN 61000-6-2 (ex EN50082-2)
 - Apparat di automazione e controllo per centrali e stazioni elettriche
 - Compatibilità elettromagnetica - Immunità ENEL REMC 02
 - Normativa di compatibilità elettromeccanica per apparati e sistemi ENEL REMC 01

Immunità ai buchi di tensione:

Prove previste dalle norme di riferimento EN 61000-4-11, IEC60255-11

- Circuito di alimentazione ausiliaria a tensione alternata 50 Hz
 - Durata buchi di tensione con UT=40% 100 ms
 - Durata brevi interruzioni con UT=0% 50 ms
- Circuito di alimentazione ausiliaria a tensione continua
 - Durata buchi di tensione con UT=40% 100 ms
 - Durata brevi interruzioni con UT=0% 50 ms
 - Durata variazione di tensione UN=80...120% 10 s

Immunità ai disturbi:

Prove previste dalle norme di riferimento EN 60255-22-1 IEC60255-22-1

- Onda oscillatoria smorzata
 - 1 MHz modo differenziale 1 kV
 - 1 MHz modo comune 2,5 kV

Prove previste dalle norme di riferimento EN 60255-22-2 IEC60255-22-2 EN61000-4-2

- Scarica elettrostatica
 - Scarica per contatto 8 kV
 - Scarica in aria 15 kV

Prove previste dalle norme di riferimento EN 60255-22-3 IEC61000-4-3

- Campo elettromagnetico irradiato:
 - 80...1000 MHz AM 80% 10 V/m
 - 900 MHz Modulato ad impulso 10 V/m

Prove previste dalle norme di riferimento EN 60255-22-4 IEC60255-22-4 IEC61000-4-4

- Treni d'impulsi veloci (FAST TRANSIENT BURST) 4 kV

Prove previste dalle norme di riferimento EN 60255-22-5 IEC61000-4-5

- Impulso ad alta energia (SURGE):
 - Tensione a vuoto (1,2/50 ms, Ri=2 ohm) 4 kV
 - Corrente in corto circuito (8/20 ms) 400 A
 - Uaux (prova linea-terra 10 ohm, 9 mF) 2 kV
 - Uaux (prova linea-linea 0 ohm, 18 mF) 1 kV
 - Porte di ingresso/uscita (prova verso terra 40 ohm, 0,5 mF) 2 kV
 - Porte di ingresso/uscita (prova fase/fase 40 ohm, 0,5 mF) 1 kV

Norme di riferimento EN 60255-22-6 IEC61000-4-6

- Campo elettromagnetico condotto:

- 0,15...80 MHz AM 80% 1kHz 10 V

Norme di riferimento IEC 61000-4-8

- Campo magnetico a frequenza di rete
 - 50 Hz continuo 100 A/m
 - 50 Hz 1 s 1 kA/m

Norme di riferimento EN 61000-4-9 IEC61000-4-9

- Campo magnetico impulsivo
 - Generatore (6,4/16 ms) 1000 A/m

Norme di riferimento EN 61000-4-10 IEC61000-4-10

- Campo magnetico oscillatorio smorzato
 - Onda oscillatoria smorzata 0,1 mhz 100 a/m
 - Onda oscillatoria smorzata 1 MHz 100 A/m

Norme di riferimento EN 61000-4-12 IEC61000-4-12

- Onda oscillatoria
 - Onda oscillatoria smorzata 0,1 MHz 2,5 kV
 - Onda oscillatoria smorzata 1 MHz 1,0 kV
 - Onda oscillatoria ring wave modo comune 2,0 kV
 - Onda oscillatoria ring wave modo differenziale 1,0 kV

Norme di riferimento EN 61000-4-16

- Disturbi condotti di modo comune
 - Tensione continua 30 V
 - 50 Hz applicata in modo continuo 30 V
 - 50 Hz applicata per 1 s 300 V
 - 0,015...150 kHz 30 V

Prove di emissione:

Norme di riferimento EN 61000-6-4 (ex EN 50081-2) EN 55022 EN 60255-25

- Emissione condotta circuito di alimentazione ausiliaria 0,15...0,5 MHz 79 dB mV
- Emissione condotta circuito di alimentazione ausiliaria 0,5...30 MHz 73 dB mV
- Emissione irradiata 30...230 MHz 40 dB mV/m
- Emissione irradiata 230...1000 MHz 47 dB mV/m

Prove climatiche:

Norme di riferimento IEC 60068-2 ENEL R CLI 01 CEI 50

Prove meccaniche:

Norme di riferimento EN 60255-21-1 EN60255-21-2 RMEC01

- Prove di vibrazione, urti e scosse e tenuta sismica applicabile ai relè di misura e ai dispositivi di protezione
 - EN60255-21-1 Prove di vibrazione (sinusoidale) Classe 1
 - EN60255-21-2 Prove di urti e scosse Classe 1

Prescrizioni per la sicurezza:

Norme di riferimento EN 61010-1

- Grado di inquinamento 3
- Tensione di riferimento 250 V
- Categoria di sovratensione II
- Tensione impulsiva di prova 5 kV

Altre norme applicabili:

- Relè elettrici EN 61810-1 (ex CEI 41-1) IEC 60255
- Prove climatiche e meccaniche CEI 50 - IEC 60068
- Gradi di protezione degli involucri (codice IP) EN 60529, EN60529/A1
- Conformità CE 89/336/EEC
- Direttiva BT 73/23/EEC

8.2 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.... Lo scopo delle prove consiste nel verificare che le apparecchiature corrispondano alle prescrizioni tecniche di progetto e/o di contratto.

In cantiere saranno in particolare eseguite le verifiche prescritte dalla normativa tecnica (vedi ad esempio CEI 64-8, CEI 64-14, CEI 11-1) relativamente agli impianti completi o a parte di essi. Tali verifiche dovranno

accertare la rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge ed alla normativa tecnica sia per quanto concerne gli aspetti costruttivi dei materiali sia per le loro modalità di installazione.

L'Appaltatore deve mettere a disposizione della DL sia il personale sia le apparecchiature necessarie per lo svolgimento delle prove.

Gli oneri sono inclusi nei prezzi unitari delle singole apparecchiature.

Relativamente a ciascuna prova ed ai relativi risultati l'Appaltatore dovrà compilare regolare verbale su appositi moduli da sottoporre a preventiva approvazione.

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.

Le prove che comportino la messa in tensione degli impianti saranno effettuate solo dopo il positivo esito dei controlli preliminari da eseguirsi su tutte le parti di impianto e dopo che siano stati messi in atto tutti gli accorgimenti per garantire la sicurezza di persone e cose.

In caso d'installazione di apparecchiature specifiche (trasformatori, UPS, gruppi elettrogeni, gruppi termici gruppi frigo UTA, ...) la DL lavori si riserva la facoltà di scegliere le prove da effettuare alla presenza di tecnici della Ditta e dell'azienda produttrice del macchinario. Tali prove, qualora richiedano strumentazione e modalità di verifica specifica, saranno eventualmente eseguite presso l'officina del fornitore

A titolo d'esempio, sono indicate alcune delle operazioni da eseguire senza con questo escludere l'obbligo della Ditta installatrice di effettuarne altre che si rendessero necessarie.

8.2.1 Impianti elettrici

Dovranno essere di norma effettuati i seguenti controlli sugli impianti eseguiti:

- Esame a vista comprendente:
 - Verifica qualitativa e quantitativa di conformità con i documenti di progetto ed eventuali varianti
 - Verifica dell'idoneità dei componenti all'ambiente di installazione

- Verifica dell'esistenza di adeguate protezioni contro i contatti diretti
- Verifica in merito ai codici colori utilizzati nei conduttori e loro connessioni
- Verifica della marcatura, della etichettatura e delle targhe delle apparecchiature
- Verifica della cartellonistica
- Misura della resistenza di isolamento
- Misura della variazione di tensione da vuoto a carico
- Verifica delle continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali
- Misura della resistenza di terra
- Misura dell'impedenza dell'anello di guasto
- Verifica della sfilabilità dei conduttori
- Controllo del coordinamento e dell'intervento delle protezioni
- Verifica della protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione
- Prova d'intervento degli interruttori differenziali
- Prova del senso ciclico delle fasi e di polarità
- Controllo dello squilibrio fra le correnti di fase
- Prove funzionali di tutti i componenti dell'impianto ed in particolare per quanto riguarda comandi e sezionamenti di emergenza
- Prove funzionali di tutti i componenti principali (UPS, gruppi elettrogeni, soccorritori, ecc.)
- Verifica dei dispositivi di controllo isolamento nei locali medici
- Misura della corrente di guasto a terra a valle del trasformatore di isolamento nei locali medici
- Misura della resistenza del collegamento al nodo equipotenziale nei locali medici
- Misura della resistenza verso terra delle parti metalliche nei locali medici
- Misura della resistenza del pavimento conduttore, ove presente, nei locali medici
- Misure di illuminamento secondo le prescrizioni di legge
- Verifiche funzionali degli impianti speciali

8.2.2 Quadri MT, quadri BT e condotti sbarre

Salvo quanto indicato in documenti specifici, sui quadri elettrici saranno eseguiti i seguenti controlli:

- Presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di processi di corrosione della struttura e degli accessori
- Targa generale del quadro o del condotto sbarre

- Targhettatura dei pannelli di alimentazione e dei servizi, congruenza delle diciture con i documenti di progetto
- Messa a terra del quadro
- Continuità della barra di terra interna al quadro, serraggio dei bulloni relativi, connessioni alla barra di terra, collegamenti di parti fisse e mobili
- Messa a terra dei secondari dei riduttori di misura e dei trasformatori ausiliari (se previsto)
- Messa a terra delle armature e degli schermi di tutti i cavi collegati al quadro
- Corretta esecuzione del collegamento a terra del neutro del trasformatore di alimentazione e della barra di terra del quadro
- Funzionamento dell'eventuale impianto riscaldamento anticondensa, dei relativi organi di protezione e comando e dell'eventuale impianto di illuminazione degli scomparti
- Impianto alimentazione e distribuzione tensioni per servizi ausiliari di comando, controllo e relativi organi di protezione
- Rispondenza delle fasi
- Presenza di polvere o altri materiali estranei all'interno del quadro
- Taratura dei relè di protezione in base ai documenti di progetto
- Rapporti e prestazioni di eventuali riduttori di misura
- Serraggio delle bullonature e delle derivazioni
- Meccanismi di inserzione ed estrazione dei complessi estraibili e di tutti i relativi sistemi di blocco, sia meccanici sia a chiave, verificando contemporaneamente lo stato della eventuale lubrificazione e l'allineamento delle relative pinze di contatto
- Tenuta degli sportelli di chiusura in accordo con il grado di protezione richiesto
- Polarità delle connessioni dei secondari dei riduttori, nel caso di collegamento a relè di protezione o misura il cui funzionamento sia legato ad un corretto collegamento delle fasi
- Collegamenti dei cavi di potenza e di comando dal punto di vista elettrico e meccanico, terminazioni ed ancoraggi, contrassegni, qualità e serraggio dei capicorda
- Etichettatura di tutti i componenti dei circuiti interni ed esterni al quadro
- Stato delle connessioni e delle terminazioni dei cavi presso tutti gli organi di comando e supervisione esterni al quadro

Inoltre saranno eseguiti i seguenti collaudi:

- Misura della resistenza di isolamento della/e linea/e di alimentazione al quadro e dei relativi cavi ausiliari

- Misura della resistenza di isolamento delle barre, inclusa quella del neutro
- Misura della resistenza di isolamento di tutti i circuiti ausiliari
- Misura della resistenza di isolamento degli interruttori di alimentazione
- Prova in bianco di tutti i circuiti di comando e segnalazione
- Prova dei circuiti di protezione, simulando i relativi interventi
- Controllo del funzionamento (applicando tensione e rilevando i relativi tempi di intervento) di tutti gli eventuali relè a tempo, effettuandone la taratura
- Controllo della rispondenza della sequenza delle fasi nei quadri a sistemi di barre multipli
- Controllo dell'efficienza di tutti i sistemi di segnalazione e misura entrati in servizio

8.2.3 Trasformatori

I controlli da effettuare sui trasformatori saranno almeno i seguenti:

- Verifica della corretta effettuazione di collegamenti MT e bt
- Verifica del corretto collegamento della centralina termometrica
- Verifica del corretto posizionamento, con alimentazione della macchina per verificare l'eventuale presenza di vibrazioni
- Verifica della eventuale presenza di danneggiamenti meccanici dovuti al trasporto e alla posa
- Verifica della correttezza dei collegamenti a terra di masse e neutro (se richiesto)
- Verifica della visibilità della targa a trasformatore in tensione
- Prove funzionali della centralina termometrica e degli eventuali ventilatori tangenziali
- Verifica del serraggio delle bullonature e delle derivazioni

8.2.4 Relè di protezione

I controlli da effettuare sui relè di protezione saranno almeno i seguenti:

- Verifica della corretta alimentazione dei relè
- Verifica del corretto collegamento di TA e TV
- Verifica del corretto collegamento dei fili pilota
- Verifica del passaggio corretto degli schermi dei cavi MT all'interno dei toroidi
- Verifica della congruità delle impostazioni con i valori segnalati a progetto
- Verifica della corretta impostazione dei relè di uscita e della coerenza con i collegamenti (bobine di apertura connesse in serie ai relè impostati)

Se esplicitamente richiesto negli elaborati di progetto, le prove a cui dovranno essere sottoposti i relè di protezione saranno le seguenti:

- prove di iniezione secondaria di corrente e tensione
- verifica, tramite apposita strumentazione, della corretta determinazione della direzione di intervento in protezioni 67 e 67N
- verifica tramite apposita strumentazione del corretto funzionamento di protezioni differenziali di trasformatore, generatore, sbarra

8.2.5 Cavi elettrici di MT

Le prove di accettazione, da eseguirsi sulle pezzature in accordo alle Norme CEI 20-13, sono le seguenti:

- Misura della resistenza elettrica dei conduttori e degli schermi
- Prove di tensione
- Misura della resistenza di isolamento
- Misura dell'angolo di perdita del dielettrico in funzione della tensione
- Misura delle scariche parziali

Le risultanze di tali misure dovranno essere fornite nel certificato di collaudo. Il Committente si riserva il diritto di assistere a tali prove.

Dopo la posa saranno invece da effettuare le prove di tensione in corrente continua per la verifica della tenuta di giunti e terminazioni.

La prova sarà eseguita in ottemperanza a quanto indicato nella Norma CEI 11-17, ovvero applicando una tensione continua di valore pari a $4U_0$ (cavi con isolante estruso) per 15 minuti tra ciascun conduttore e gli altri collegati all'eventuale schermo o rivestimento metallico e a terra.

La prova potrà essere alternativamente eseguita con l'applicazione di una tensione $3U_0$ alla frequenza di 0,1 Hz applicata tra conduttore e schermo metallico per la durata di 15 minuti.

Non si accetta invece l'altro metodo suggerito dalla norma CEI 11-1, che prevede la possibilità di applicare la tensione di esercizio trifase del sistema per 24 ore.

8.2.6 Cavi elettrici di BT

Per i cavi di BT si prevede l'esecuzione di opportune prove di sfilabilità, prendendo in esame un tratto di tubo compreso tra due cassette successive ed estraendo un cavo in esso contenuto. Si controlla quindi che il cavo si sia potuto estrarre con facilità e che, ad estrazione avvenuta, non si siano prodotti danni al rivestimento protettivo. Per la prova saranno scelti tratti non rettilinei.

Sarà inoltre eseguita la verifica della resistenza di isolamento per i vari circuiti dell'impianto. Tali prove saranno effettuate con tensione di circa 250 V, per verifiche su parti di impianto con tensione nominale

inferiore o uguale a 50 V, e con tensione di circa 500 V su parti di impianto con tensione nominale fino a 500 V.

Le verifiche della resistenza di isolamento andranno effettuate:

- Fra conduttori appartenenti a fasi o polarità diverse
- Fra ogni conduttore di fase e la terra
- Per tutte le parti di impianto comprese fra due organi di sezionamento successivi, e per quelle poste a valle dell'ultimo organo di sezionamento

8.2.7 Impianti di illuminazione

Salvo quanto indicato in documenti specifici, saranno eseguiti i seguenti controlli:

- Corretta installazione su ogni apparecchiatura degli organi di serraggio di coperchi e chiusure e degli organi di ancoraggio e/o sospensione
- Presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di processi di corrosione
- Qualità delle connessioni elettriche dal punto di vista meccanico ed elettrico.
- Corretta connessione a terra delle apparecchiature
- Perfetto bloccaggio delle connessioni agli apparecchi attuate con presa/spina
- Corretta contrassegnatura dei conduttori
- Corretta siglatura degli apparecchi illuminanti di sicurezza e di segnaletica
- Verifica negli organi di comando unipolari che l'interruzione sia operata sul conduttore di fase
- Taratura degli organi di protezione di ogni circuito in base ai documenti di progetto

Inoltre verranno eseguiti i seguenti collaudi:

- Prova in bianco di tutti i circuiti di comando ed ausiliari sia locali sia remoti
- Misura del valore della tensione disponibile ai morsetti della lampada più lontana in concomitanza con il valore della tensione di rete
- Controllo nei sistemi di distribuzione polifasi, dell'equilibrio dei carichi sulle fasi a piena potenza ed eventuale correzione in caso di squilibri
- Misura di illuminamento e/o di luminanza, del fattore di contrasto nei punti caratteristici dei diversi ambienti; le prove saranno eseguite in ore notturne con luxmetro/luminanzometro certificato, a circa 0,85 m di altezza (o sul piano di lavoro/compito) in un punto baricentrico e significativo delle aree analizzate, possibilmente non influenzato da altre sorgenti luminose

8.2.8 Impianti di terra

Salvo quanto indicato in documenti specifici, saranno eseguiti i seguenti controlli:

- Corretto collegamento a terra di tutte le masse e masse estranee
- Qualità delle giunzioni o derivazioni dei conduttori di terra
- Serraggio della bulloneria in generale
- Presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di eventuali processi di ossidazione
- Uscite dal terreno dei conduttori di terra
- Corretta esecuzione delle protezioni e delle miscele e/o trattamenti anticorrosivi adottati

Inoltre verranno eseguiti i seguenti collaudi:

- Misura, in almeno tre punti, della resistenza di terra dell'intero sistema di terra completamente connesso da eseguire prima di mettere sotto tensione gli impianti

8.2.9 Gruppi elettrogeni

L'Appaltatore dovrà, prima delle operazioni di montaggio in sito, eseguire a proprio carico e in presenza di un incaricato del Committente il collaudo del gruppo elettrogeno e del quadro elettrico.

Ciò avverrà presso una sala prove dotata della attrezzatura e strumentazione necessaria. La data del collaudo dovrà essere notificata alla DL con un anticipo di almeno trenta giorni.

Le prove di collaudo dovranno consistere in:

- Esame a vista: verifica della corrispondenza del gruppo e dei suoi componenti ai requisiti richiesti, della corrispondenza del quadro e dei suoi componenti agli schemi approvati. Si verificheranno l'assenza di difetti visibili di fabbricazione, l'accuratezza della costruzione, la presenza dei componenti prescritti
- Controllo delle caratteristiche geometriche: verifica della rispondenza rispetto ai disegni consegnati dal costruttore
- Prova di carico: prove eseguite a carico variabile tra 0 e 110 % della potenza nominale a step del 25 % e $\cos\varphi = 1$, al fine di valutare che le variazioni in regime statico di tensione e velocità siano contenute entro i limiti prescritti
- Prova del regolatore di tensione in regime statico: prove a $\cos\varphi$ 0,8 rit e 1, con corrente variabile da 0 al valore nominale, al fine di valutare che le prestazioni statiche del regolatore di tensione siano contenute entro i limiti prescritti
- Prova del regolatore di velocità in regime dinamico: prova di applicazione del carico da 0 al 110 % della massima potenza attiva in servizio continuo, a $\cos\varphi = 1$, tramite due gradini successivi del 60 e del 50 % rispettivamente, per la verifica della risposta del regolatore di velocità rispetto ai limiti richiesti. Il gruppo dovrà essere rimasto inattivo per lungo tempo e le scaldiglie dovranno essere inserite

-
- Prova del regolatore di tensione in regime dinamico: medesima prova di cui al punto precedente, per la verifica del comportamento dinamico del regolatore di tensione rispetto ai limiti richiesti
 - Prova di intervento della protezione di sovravelocità: verifica dell'intervento della protezione di sovravelocità ad un valore compreso tra il 115 e il 120% della velocità nominale
 - Controllo della temperatura acqua e olio e della pressione olio del motore diesel: verifica rispetto ai valori dichiarati dal Costruttore. Prova da ripetersi dopo un'ora di funzionamento a regime del gruppo
 - Controllo consumo orario: verifica rispetto ai valori dichiarati dal Costruttore, con tolleranza massima ammissibile del + 5%
 - Prova di isolamento: prova da effettuarsi su tutti i circuiti elettrici collegati alle morsettiere applicando tra questi e massa e fra circuiti separati galvanicamente una tensione a frequenza industriale per 1 minuto di valore pari a 2000 V per i circuiti dell'alternatore, dei TA e del quadro alimentati a 48Vcc e 1000 V per i circuiti alimentati a 24V. Deve essere inoltre misurata una resistenza di isolamento $\geq 1000 \text{ MOhm}$, a temperatura ambiente
 - Rilievo del contenuto armonico delle tensioni concatenate: deve essere rilevato il contenuto percentuale delle singole armoniche fino all'ordine 17, sulle tensioni concatenate, a carico variabile tra 0 e 110 % della potenza nominale a step del 25 % e $\cos\varphi = 1$
 - Misura delle vibrazioni sul basamento
 - Prova dei componenti del circuito ad aria compressa: verifica del corretto funzionamento di tutti gli organi di controllo e di sicurezza e della capacità di ogni compressore di portare il relativo serbatoio alla pressione di esercizio, partendo dalla pressione ambiente, in tempo inferiore a 1 ora. Tutto il circuito verrà infine tenuto per 24 ore ad una pressione superiore del 30% al valore della pressione nominale
 - Prova dei dispositivi di avviamento, arresto e controllo del gruppo: verranno eseguite le seguenti prove:
 - Avviamento - arresto manuale
 - Avviamento - arresto automatico
 - Misura, protezione e segnalazione
 - Inserzione preriscaldamento
 - Carica batteria
 - Parallelo manuale
 - Parallelo automatico
 - Funzionamento in prova
 - Arresto di emergenza
 - Verifica della capacità della batteria di consentire n. 10 avviamenti consecutivi
-

Le prove di misura delle vibrazioni e la prova sui dispositivi di avviamento, arresto e controllo del gruppo dovranno essere nuovamente effettuate ad apparecchiatura installata in sito.

Al termine del collaudo in sala prove, l'Appaltatore dovrà presentare i bollettini di collaudo dell'alternatore e del motore Diesel.

8.2.10 Impianti meccanici

Durante l'esecuzione dei lavori e prima della loro ultimazione, dovranno essere effettuate le seguenti verifiche e prove:

- Una prova di tenuta idraulica a tubazioni scoperte, prima dell'allacciamento degli apparecchi, ad una pressione non inferiore ad 1,2 volte la pressione nominale di esercizio per un periodo non inferiore a 12 ore. Si ritiene positivo l'esito della prova quando non si verifichino fughe o deformazioni permanenti
- Prova preliminare della circolazione dell'acqua fredda. Si dovrà verificare la corretta erogazione ad ogni singola utenza, con portata e pressione non inferiori a quanto prescritto nel progetto
- Verifica di corretta installazione delle singole apparecchiature
- Verifica della corrispondenza dell'isolamento termico delle tubazioni di distribuzione alle specifiche di progetto
- Verifica della rumorosità ad impianti in funzione, che dovrà rientrare nei limiti richiesti nelle specifiche di progetto e/o normative in vigore

Per le parti soggette ai regolamenti vigenti (ISPESL, Ispettorato del Lavoro etc), l'Appaltatore dovrà provvedere a fare eseguire tutte le prove e verifiche necessarie al fine di ottenere l'autorizzazione al regolare esercizio.

Condotte e reti interrate

La prova di tenuta delle tubazioni interrate, compresi i pezzi speciali e le relative giunzioni ed esclusi gli organi di intercettazione, dovrà essere effettuata a tubazione scoperta per tratti di lunghezza non superiore a 500 m. Si dovrà procedere all'ancoraggio della condotta nello scavo mediante parziale riempimento con terra vagliata, lasciando i giunti scoperti ed ispezionabili.

Si procederà quindi al riempimento con acqua, preferibilmente dal punto a quota più bassa della tratta, avendo cura di eliminare completamente l'aria presente. Quindi, la tubazione verrà sottoposta a pressione per mezzo di motopompa o sistema analogo, con pressione gradualmente crescente fino a raggiungere un valore non inferiore a 1,5 volte la pressione di esercizio e comunque, nel caso di reti antincendio, non inferiore a 1,4 MPa. Tale pressione verrà mantenuta per un tempo minimo, non inferiore a 6 ore, registrando l'andamento della stessa con idonea strumentazione atta a produrre un documento cartaceo.

A completa ultimazione della rete, incluso l'interramento della tubazione, si dovrà procedere alla ripetizione della prova con le modalità sopra indicate.

Qualora durante l'esecuzione delle prove sopra descritte si dovessero verificare delle perdite in corrispondenza a saldature o a giunzioni in genere, si dovrà procedere alla loro riparazione e/o rifacimento a perfetta regola d'arte e, successivamente, alla ripetizione della prova fino a raggiungimento di esito positivo.

Al termine di ogni collaudo parziale o finale dovrà essere redatto apposito verbale firmato dal Direttore dei Lavori e dal Tecnico della Ditta Appaltatrice. In mancanza di tali verbali la rete non potrà essere messa in esercizio.

8.3 Avviamento e messa a punto degli impianti

A lavori ultimati avrà inizio un periodo di messa in esercizio e regolazione degli impianti, di durata non inferiore al 10% del tempo previsto per l'ultimazione dei lavori, durante il quale l'Appaltatore dovrà provvedere ad effettuare tutte le operazioni di messa a punto delle installazioni. Durante tali prove gli impianti saranno gestiti dal personale dell'Appaltatore che dovrà assicurare la necessaria manutenzione, la pulizia e la sostituzione dei materiali e prodotti di consumo. Nello stesso periodo, per richiesta della Committente, il personale dell'Appaltatore potrà essere affiancato da personale della Committente che dovrà essere istruito alla gestione degli impianti dall'Appaltatore.

Al termine del periodo sopra descritto, su notifica dell'Appaltatore, la Committente predisporrà, nei termini del programma generale, il collaudo provvisorio; esso potrà essere effettuato soltanto se gli impianti saranno ultimati e, a giudizio della DL, in condizioni tali da consentire una completa valutazione delle installazioni.

E' a carico della Ditta installatrice la messa a punto di tutte le apparecchiature di regolazione automatica e di eventuali software di gestione degli impianti, in modo da consegnarle perfettamente funzionanti e rispondenti alle funzioni cui esse sono destinate.

La messa a punto dovrà essere eseguita, prima del collaudo provvisorio da personale specializzato, inviato dalla casa costruttrice della strumentazione, rimanendo però la Ditta installatrice unica responsabile di fronte alla Committente.

Per le operazioni di taratura dovrà essere redatto un verbale: la mancanza di detto verbale comporterà, di fatto, il mancato svincolo della trattenuta di garanzia operata nel corso dei lavori.

In particolare, a fine lavori, la Ditta dovrà consegnare una raccolta con la descrizione dettagliata di tutte le apparecchiature di regolazione, gli schemi funzionali, le istruzioni per la messa a punto e la taratura.

Gli oneri per la messa a punto e taratura dell'impianto di regolazione e per la predisposizione degli schemi e istruzioni s'intendono compresi nei prezzi contrattuali e per questi, non potrà essere richiesto nessun maggior costo.

Si precisa che le indicazioni riguardanti la regolazione fornite dalla Committente possono anche non comprendere tutti i componenti necessari alla realizzazione della regolazione automatica, ma resta però inteso che la Ditta esecutrice, nel rispetto della logica e funzionalità richiesta, deve comprendere nel prezzo della propria offerta e della propria fornitura tutti i componenti, anche se non esplicitamente indicati negli schemi e tavole di progetto, necessari per fornire completa e perfettamente funzionante la regolazione automatica.

Tutte le apparecchiature di regolazione si intendono fornite in opera, e complete, dei collegamenti elettrici necessari al loro funzionamento.

8.4 Verifiche e prove finali

Al termine dei lavori, come tale determinato dalla DL, l'Appaltatore richiederà che sia dato atto dell'avvenuta ultimazione delle opere appaltate; entro trenta giorni naturali da questa data il Direttore dei Lavori procederà, in contraddittorio con l'Appaltatore, alle verifiche e prove finali delle opere compiute. Tali verifiche sono intese ad accertare la corrispondenza delle opere eseguite a tutte le condizioni contrattuali ed il rispetto delle prescrizioni impartite in seguito all'esito delle prove preliminari.

I risultati delle verifiche saranno verbalizzati e saranno evidenziati eventuali difetti di costruzione che l'Appaltatore sarà tenuto ad eliminare entro un termine da lui ritenuto adeguato.

In sede di verifiche e prove finali, l'Appaltatore dovrà presentare tutta la documentazione tecnica aggiornata al "come costruito", nonché le attestazioni delle avvenute denunce e/o collaudi da parte degli enti aventi giurisdizione.

Il favorevole esito delle verifiche e prove finali costituirà soltanto la prova della generica buona esecuzione o del generico funzionamento e non quella del raggiungimento delle garanzie prescritte dal Capitolato, né della perfetta esecuzione e/o del regolare ed ineccepibile funzionamento.

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 "come costruito" accertano che i componenti dell'impianto elettrico siano conformi alle prescrizioni di sicurezza, siano stati scelti correttamente ed installati secondo normativa, siano integri in modo da non compromettere la sicurezza
- **Prove e misure:** accertano la rispondenza delle parti di impianto ai dati progettuali ed alla normativa in vigore

Tali verifiche e prove saranno effettuate con personale e mezzi messi a disposizione dall'Appaltatore. Gli oneri per queste prove sono inclusi nei prezzi unitari di contratto.

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

8.5 Collaudo finale

Nei termini previsti dal Capitolato Speciale "Prescrizioni generali" saranno effettuati i collaudi finali, che dovranno certificare la perfetta rispondenza delle opere e delle installazioni alle richieste contrattuali.

A tal fine la Committente nominerà uno o più Collaudatori, di norma professionisti diversi sia dal Progettista, sia dal Direttore dei Lavori ed esperti nello specifico settore dei lavori commessi ad ogni Appaltatore e ne comunicherà il nominativo alle controparti. Qualora qualche esame, o prova, non desse risultato soddisfacente a giudizio del Collaudatore, l'Appaltatore dovrà provvedere, entro 30 giorni naturali o nel periodo che sarà concordato, a tutte le modifiche e sostituzioni necessarie per superare il collaudo e ciò senza alcuna remunerazione.

Se i risultati ottenuti non fossero ancora accettabili, la Committente potrà rifiutare le opere o gli impianti, in parte o nella loro totalità.

L'Appaltatore dovrà allora provvedere, a sue spese e nei termini prescritti dal Collaudatore, alle rimozioni e sostituzioni delle opere e dei materiali non accettati per ottenere i risultati richiesti.

La Committente provvederà direttamente ad effettuare i lavori, qualora questo periodo trascorresse infruttuosamente, addebitandone i costi all'Appaltatore.

Sino al collaudo finale delle opere e degli impianti da parte della Committente, l'Appaltatore curerà ed effettuerà la gratuita manutenzione delle proprie opere o impianti anche nel caso in cui la loro conduzione sia affidata a personale incaricato dalla Committente, che dovrà in ogni caso essere informata delle eventuali modifiche o sostituzioni realizzate.

La Committente si riserva il diritto di prendere in consegna anche parzialmente alcune parti delle opere o degli impianti, senza che l'Appaltatore possa pretendere maggiori compensi.

Il collaudo finale non esonera l'Appaltatore dalle sue responsabilità sia di legge sia di garanzia

Il certificato di collaudo ha carattere provvisorio e diverrà definitivo dopo due anni. A partire dalla data di emissione del certificato, l'opera si intende consegnata.

9. OPERE CIVILI LOCALI TECNOLOGICI

E' prevista la realizzazione di due fabbricati in cemento armato destinati ad ospitare i locali tecnici a servizio della galleria ferroviaria Monte Tratturale, prevista nel territorio tra i comuni di Apricena e San Nicandro, in provincia di Foggia.

Le due strutture sorgeranno ciascuna nei pressi di ciascun imbocco della galleria e sono costituite da un unico corpo di fabbrica, ad un solo piano fuori terra.

9.1 Lavorazioni previste per la realizzazione di locali tecnologici

L'opera a corpo Z999.A999.A001, prevista nella documentazione economica di progetto, per la costituzione di edifici tecnologici denominati "cabina MT/bt", presso gli imbocchi della galleria ferroviaria, comprenderà le seguenti voci e relative quantità:

Codice Prezziario regionale della Puglia versione 2008	Descrizione	u.m.	parti simili	lunghe.	larghe.	altezza peso volume	quantità totale
E 01.02a a	Scavo a sezione obbligata, eseguita con mezzi meccanici, fino alla profondità di 2 m, compresa l'estrazione e l'agotto di eventuali acque, fino ad un battente massimo di 20 cm, il carico su mezzi di trasporto e l'allontanamento del materiale scavato nell'ambito del cantiere: in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, terreno vegetale e simili o con trovanti fino ad 1 mc.) Scavo di sbancamento per realizzazione delle fondazioni Area sezione longitudinale 30,17mq per uno sviluppo di 9,35m						
			1	9,35		30,17	282,09
	totale	mc					282,09
E 01.08a	Rinterro con materiali provenienti da cave di prestito situate entro 10 km dal sito d'impiego, compreso il trasporto con qualsiasi mezzo, la pistonatura a strati di altezza non superiore a cm 30 e la bagnatura. Rinterro con misto da cava di prestito Rinterro a tergo delle fondazioni Sezione media 0,90mq per uno sviluppo di 75m						
		mc	1	75,00		0,90	67,50
	totale	mc					67,50
E 04.01 a	Fornitura e posa in opera di calcestruzzo cementizio per strutture non armate o D62 debolmente armate (fondazioni, copertine, murature, ecc.), a prestazione garantita, confezionato a norma della legge n. 1086/71, con cemento tipo 325 o 425 ed inerti calcarei o di fiume dato in opera compreso costipamento meccanico o a mano con esclusione del ferro di armatura e casseforme e adeguata maturazione del getto. Rck 150 N/mm ²						

	Sottofondazione platea di fondazione spessore 10 cm comprensivo dei risvolti e riempimenti nelle zone di variazione di quota						
	Area zona vasca acqua 1,08mq per uno sviluppo di 7,65m		1	7,65		1,08	8,26
	Area sezione corrente 0,73mq per uno sviluppo di 18,65m		1	18,65		0,73	13,61
	Area riempimenti 0,07mq per uno sviluppo di 7,30m		2	7,30		0,07	1,02
	totale	mc					22,90

Codice Prezziario regionale della Puglia versione 2008	Descrizione	u.m.	parti simili	lungh.	largh.	altezza peso volume	quantità totale
E 04.02 a 1	Fornitura e posa in opera di calcestruzzo cementizio per strutture armate confezionato a norma di legge, con cemento tipo 325 o 425 ed inerti a varie pezzature atte ad assicurare un assortimento granulometrico adeguato alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del calcestruzzo. La pezzatura massima dell'inerte comunque dovrà dipendere dalla distanza dei ferri di armatura in modo tale da evitare il fenomeno della grigliatura degli inerti. Compreso tutti gli oneri occorrenti tra cui quelli di controllo previsti dalle vigenti norme, magisteri e quanto altro necessario per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, escluso il ferro di armatura e casseformi da pagarsi a parte,. Il calcestruzzo dovrà essere studiato in modo da assicurare oltre alla resistenza caratteristica a 28 giorni Rck prevista in Capitolato, anche un'elevata durabilità delle opere in cemento armato nei confronti delle azioni aggressive esterne. All'uopo il calcestruzzo dovrà avere: dosaggio in cemento non inferiore a 320-350 Kg/mc, rapporto A/C non superiore a 0,45-0,50, impiego di cementi idonei all'ambiente fisico nel quale l'opera verrà a trovarsi, adeguati copriferri maggiori o uguali a 3 . 4 cm, adeguata maturazione del getto. Per strutture di fondazione (plinti, travi rovesce e di collegamento, platee, ecc.) con resistenza caratteristica a compressione del conglomerato cementizio a 28 giorni di stagionatura; slump = cm 7 + o – 2 Rck 250 N/mmq Area sezione tipo 2,84mq per uno sviluppo di 19,35m Area sezione vasca 3,25mq per uno sviluppo di 7,20m totale						
			1	19,35		2,84	54,95
			1	7,20		3,25	23,40
		mc					78,35

Codice Prezziario regionale della Puglia versione 2008	Descrizione	u.m.	parti simili	lungh.	largh.	altezza peso volume	quantità totale
E 04.02b 2	Per strutture in elevazione con resistenza caratteristica a compressione del conglomerato cementizio a 28 giorni di stagionatura; slump 2 cm 13 + o - 3 Rck 250 N/mm ²						
	Setto prospetto principale	mc	1	25,50	0,25	3,50	22,31
	a dedurre vani per porte e griglie	mc	-2	1,20	0,25	2,20	-1,32
	a dedurre vani per porte e griglie	mc	-3	1,60	0,25	2,20	-2,64
	a dedurre vani per porte e griglie	mc	-1	0,65	0,25	2,20	-0,36
	a dedurre vani per porte e griglie	mc	-1	1,20	0,25	1,20	-0,36
	a dedurre vani per porte e griglie	mc	-1	0,80	0,25	0,40	-0,08
	a dedurre vani per porte e griglie	mc	-3	0,60	0,25	0,40	-0,18
	a dedurre vani per porte e griglie	mc	-1	0,50	0,25	0,40	-0,05
	Setto prospetto secondario	mc	1	6,75	0,30	3,50	7,09
	Setto prospetto secondario	mc	1	19,05	0,25	3,50	16,67
	a dedurre vani per porte e griglie	mc	-1	1,20	0,25	1,20	-0,36
	a dedurre vani per porte e griglie	mc	-2	1,00	0,30	0,40	-0,24
	Setto di testata lato vasca	mc	1	2,83	0,25	3,50	2,47
	Setto di testata lato vasca	mc	1	3,68	0,30	3,50	3,86
	Setto interno (a)	mc	1	6,25	0,30	2,35	4,41
	Setto interno (b)	mc	1	2,58	0,25	3,50	2,25
	Setto interno (b)	mc	1	3,43	0,30	3,50	3,60
	Setto interno (c)	mc	3	6,00	0,25	3,30	14,85
	Setto interno (d)	mc	1	6,00	0,25	3,50	5,25
	Setto interno (e)	mc	2	2,50	0,15	3,50	2,63
	Setto di testata	mc	1	6,00	0,25	3,50	5,25
	a dedurre vani per porte e griglie	mc	-2	0,60	0,25	2,20	-0,66
	Pareti cunicoli	mc	2	29,15	0,15	0,45	3,94
	Sbordo solaio (parte verticale)	mc	1	68,80	0,15	0,50	5,16
	Sbordo solaio (parte orizzontale)	mc	1	68,80	0,15	0,50	5,16
	Travi longitudinali perimetrali solaio	mc	2	25,45	0,25	0,25	3,18
	Travi trasversali solaio	mc	7	6,00	0,25	0,25	2,63
	totale	mc					98,64
E 04.03	Compenso aggiuntivo ai conglomerati cementizi precedenti per l'impiego in pareti verticali compreso l'uso di pompa. Quantità della voce E 04.02b 2	mc	1				98,64
E 04.04 a 4	Conglomerato cementizio isolante leggero per massetti isolanti e strutture in elevato a base di argilla espansa ed inerti di cava o di fiume, per il resto tutto come al numero precedente:						
	Per caldana pendenze copertura densità 1500/1800	mc	1	26,45	7,50	0,10	19,84

Codice Prezziario regionale della Puglia versione 2008	Descrizione	u.m.	parti simili	lungh.	largh.	altezza peso volume	quantità totale
E 04.05	Fornitura, lavorazione e posa in opera di tondo di acciaio in barre di qualsiasi diametro e lunghezza per armatura di strutture in calcestruzzo, compreso il filo di ferro delle legature, i distanziatori, le eventuali saldature per giunzioni, la lavorazione secondo gli schemi progettuali ed il relativo sfrido, il trasporto, lo scarico dall'automezzo, l'accatastamento, il tiro in alto, l'avvicinamento al luogo di posa, l'assistenza, e quant'altro occorre per dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte, di tipo Fe B 44K						
	Platea di fondazione (inc.60 kg/mc)		60			78,35	4701,24
	Setti (inc.85 kg/mc)		85			82,51	7013,48
	Travi e cordoli solaio (63kg/mc)		63			5,81	365,79
	Sbordo solaio (82kg/mc)		82			10,32	
	Solaio (8kg/mq)		8			142,50	1140,00
	totale	kg					13220,51
E 04.09	Casserature per getti di calcestruzzo, per opere in fondazione poste in opera, piane, curve o comunque sagomate, realizzate in legname in qualunque posizione, comprese le armature di sostegno necessarie e compresi pure il montaggio, lo smontaggio, lo sfrido, compresa altresì l'eventuale perdita di legname costituente le casserature, gli eventuali oneri di aggettamento, l'impiego di idonei disarmanti e quanto altro occorrente e necessario per dare l'opera a perfetta regola d'arte						
	Per platea di fondazione						
	Perimetro esterno	mq	1	66,40		0,40	26,56
	Risvolti interni	mq	2	6,00		0,20	2,40
	Canaletta vasca acqua	mq	1	13,40		0,55	7,37
	totale	mq					36,33

Codice Prezziario regionale della Puglia versione 2008	Descrizione	u.m.	parti simili	lungh.	largh.	altezza peso volume	quantità totale
E 04.10	Casserature per getti in conglomerato cementizio quali pareti e setti di spessore superiore a cm 15 e fino a cm 30, curve o comunque sagomate realizzate con tavolame di abete, compreso l'armatura di sostegno e di controventatura, i ponteggi fino a 4 m di altezza dal piano di appoggio; compreso altresì il montaggio, lo smontaggio, lo sfrido, e l'impiego di idonei disarmanti, misurato per un solo lato Per setti valutati pieno per vuoto per compensare le spallette ed i risvolti di porte e griglie						
	Setto prospetto principale	mq	1	25,50		3,50	89,25
	Setto prospetto secondario	mq	1	6,75		3,50	23,63
	Setto prospetto secondario	mq	1	19,05		3,50	66,68
	Setto di testata lato vasca	mq	1	2,83		3,50	9,89
	Setto di testata lato vasca	mq	1	3,68		3,50	12,86
	Setto interno (a)	mq	1	6,25		2,35	14,69
	Setto interno (b)	mq	1	2,58		3,50	9,01
	Setto interno (b)	mq	1	3,43		3,50	11,99
	Setto interno (c)	mq	3	6,00		3,30	59,40
	Setto interno (d)	mq	1	6,00		3,50	21,00
	Setto interno (e)	mq	2	2,50		3,50	17,50
	Setto di testata	mq	1	6,00		3,50	21,00
	Pareti cunicoli	mq	2	29,15		0,45	26,24
	Sbordo solaio	mq	1	68,80		1,60	110,08
	totale	mq					493,20
E 04.11	Sovrapprezzo alle casserature per opere faccia vista, con l'impiego di casserature in legname piallato a spigoli vivi. Nel prezzo unitario è altresì compreso l'onere della formazione di smussi, cavità in posizione obbligata, gocciolatoi, modanature Per setti valutati pieno per voto per compensare le spallette ed i risvolti di porte e griglie						
	Setto prospetto principale	mq	1	25,50		3,50	89,25
	Setto prospetto secondario	mq	1	6,75		3,50	23,63
	Setto prospetto secondario	mq	1	19,05		3,50	66,68
	Setto di testata lato vasca	mq	1	2,83		3,50	9,89
	Setto di testata lato vasca	mq	1	3,68		3,50	12,86
	Setto interno (a)	mq	1	6,25		2,35	14,69
	Setto interno (b)	mq	1	2,58		3,50	9,01
	Setto interno (b)	mq	1	3,43		3,50	11,99
	Setto interno (c)	mq	3	6,00		3,30	59,40
	Setto interno (d)	mq	1	6,00		3,50	21,00
	Setto interno (e)	mq	2	2,50		3,50	17,50
	Sbordo solaio	mq	1	68,80		1,60	110,08
	totale	mq					445,97

Codice Prezziario regionale della Puglia versione 2008	Descrizione	u.m.	parti simili	lungh.	largh.	altezza peso volume	quantità totale
E 07.08c 1	Fornitura e posa in opera di solaio composto da lastre prefabbricate tipo Predalles in calcestruzzo vibrato dello spessore di 4 cm. armate con rete e tralicci elettrosaldati, ed alleggerito con blocchi di polistirolo espanso con superficie inferiore liscia fondo cassero ed angoli smussati, compreso il getto con calcestruzzo Rbk non inferiore a 250 kg/cmq., per il completamento delle nervature e della soletta superiore da cm. 4, rete elettrosaldata per armatura della soletta superiore del peso non inferiore a 1,5 kg/mq., armatura provvisoria di sostegno per una altezza massima di ml. 4 dal piano di appoggio all'intradosso del solaio e quanto altro necessario per dare il solaio finito a regola d'arte. Per altezza totale di cm. 30 e luce da 6,01 a 7,50 m. con sovraccarico di 150 kg/mq						
	1 campata	mq	1	6,25	6,00		37,50
	2 campata	mq	1	3,50	6,00		21,00
	3 campata	mq	1	4,00	6,00		24,00
	4 campata	mq	1	3,00	6,00		18,00
	5 campata	mq	1	4,50	6,00		27,00
	6 campata	mq	1	2,50	6,00		15,00
	totale	mq					142,50
E 08.02b	Realizzazione di vespaio aerato di qualunque spessore, eseguito con cupolette tipo "Igloo" con elementi assemblati ad incastro, da poggare su sottostante piano preventivamente livellato, (escluso) predisposti per l'esecuzione del massetto in cls (questo escluso) eseguito a qualunque altezza o profondità compresa la fornitura del materiale ed altro onere e magistero necessario. Cupoletta con altezza oltre 20 fino a 30 cm						
	1 campata	mq	1	6,25	2,63		16,41
	2 campata	mq	1	3,50	6,00		21,00
	3 campata	mq	1	4,50	6,00		27,00
	4 campata	mq	1	2,50	6,00		15,00
	totale	mq					79,41

Codice Prezziario regionale della Puglia versione 2008	Descrizione	u.m.	parti simili	lung.	largh.	altezza peso volume	quantità totale
E 08.08f	Massetto in conglomerato cementizio a resistenza caratteristica e classe di esposizione conforme alle prescrizioni delle norma UNI 9858 con dimensioni massima degli inerti pari a mm 30, in opera ben livellato e pistonato, armato con rete elettrosaldata di diametro mm 6 a maglia cm 20x20, su vespaio livellato e lisciato, compreso l'uso di tavolame di contenimento, sponde, e il loro disarmo, il trasporto, lo scarico dall'automezzo, l'accatastamento, l'avvicinamento al luogo di posa, compreso altresì l'uso, all'occorrenza, di qualsiasi apparecchiatura anche meccanica atta ed idonea a dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte Massetto in calcestruzzo Rck 25 spessore cm 10 1 campata 2 campata 3 campata 4 campata totale	mq	1	6,25	2,63		16,41
		mq	1	3,50	6,00		21,00
		mq	1	4,50	6,00		27,00
		mq	1	2,50	6,00		15,00
		mq					79,41
E 08.09	Sovraprezzo alla voce precedente per maggiore quantità relativa al riempimento dei piedi cavi si appoggio delle cupolette in pvc tipo "Igloo" per vespaio aerato maggiorazione 15%		1				1764,41
E 09.01f	Scossalina, per la copertura di parapetti, in lamiera zincata preverniciata da 8/10 di mm. Compreso i pezzi speciali, angoli ecc., gli oneri per il taglio, la sagomatura, la giunzione rivettata, la suggellatura con iniezione di pasta o sigilante siliconico compresi altresì l'uso di eventuali ponteggi fino a 4 ml e il loro disarmo, l'assistenza, il trasporto, lo scarico dall'automezzo l'accatastamento, il tiro in alto, l'avvicinamento al luogo di posa e quant'altro occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte. Scossalina in lamiera zincata preverniciata da 8/10 di sviluppo cm 67 su veletta copertura	ml	1	70,00			70,00

Codice Prezziario regionale della Puglia versione 2008	Descrizione	u.m.	parti simili	lungh.	largh.	altezza peso volume	quantità totale
E 09.03c	Fornitura e posa in opera di tubi pluviali metallici, compresi i pezzi speciali, di forma circolare o quadrangolare, fissati a staffe di ferro zincato murate alle pareti, ed assemblati mediante saldature, viti, rivetti o altro, da lavorazione artigianale, del diametro da cm 80 a cm 120 . Dati in opera a qualsiasi altezza incluso l'onere di ponti di servizio sino a 4 ml, compreso il taglio a misura, lo sfrido, l'assistenza, il trasporto, lo scarico dall'automezzo, l'accatastamento, il tiro in alto, l'avvicinamento al luogo di posa e quant'altro occorre per dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte Pluviale in lamiera zincata diametro 120 mm	ml	6	3,50			21,00
E 10.10a	Fornitura e posa in opera di manufatti per ringhiere per scale e terrazzi, recinzioni balconi, grate ecc. in profilati metallici semplici tondi, quadri, piatti e sagomati, anche con parti apribili, completi di cerniere, squadre, compassi e predisposti per il fissaggio alle strutture portanti. Dati in opera a qualsiasi altezza, compreso il taglio a misura, lo sfrido, l'assemblaggio mediante saldatura, rivetti, viti o altro, eventuali piastre ed accessori, le opere murarie, la minuteria e ferramenta necessarie, ed incluso altresì l'uso dei ponteggi ed il loro disarmo, l'assistenza, il trasporto, lo scarico dall'automezzo, l'accatastamento, il tiro in alto, l'avvicinamento al luogo di posa e quant'altro occorre per dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte. Manufatti in ferro per griglie esterne Manufatti inferro per chiusura cunicoli totale	kg kg kg	1 1	1,20 27,15	1,20	75,00 45,00	108,00 1221,75 1329,75
E 10.13	Zincatura a caldo di opere in ferro Manufatti in ferro per griglie esterne Manufatti inferro per chiusura cunicoli totale	kg kg kg	1 1	1,20 27,15	1,20	75,00 45,00	108,00 1221,75 1329,75
E 11.02a	Applicazione di uno strato di cartonfeltro bitumato cilindrato bucato a giunti sovrapposti di cm 10 di peso 0.600 Kg/m², in opera, compreso l'uso dei ponteggi di servizio ed il loro disarmo, il trasporto, lo scarico dall'automezzo, l'accatastamento, il tiro in alto, l'avvicinamento al luogo di posa e quant'altro occorre per dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte Applicazione di cartonfeltro bucato peso 0,6 Kg/mq.	mq	1	26,45	7,50		198,38

Codice Prezziario regionale della Puglia versione 2008	Descrizione	u.m.	parti simili	lung.	largh.	altezza peso volume	quantità totale
E 11.16a	Manto impermeabile in opera a qualsiasi altezza, composto da guaina ardesiata di peso complessivo di spessore mm 4 applicata a caldo con giunti sfalsati e sovrapposti di cm 10 sigillati a caldo. Dato in opera su superfici orizzontali verticali o inclinate lisce o rustiche, previa accurata pulizia e asportazione di corpi estranei applicate in indipendenza o in semi-aderenza o in aderenza totale a seconda della pendenza della copertura. Compreso l'onere per l'esecuzione dei risvolti, l'eventuale uso dei ponteggi di servizio ed il loro disarmo, lo sfrido dei materiali, l'assistenza, il trasporto, lo scarico dall'automezzo, l'accatastamento, il tiro in alto, l'avvicinamento al luogo di posa di tutti i materiali necessari e quant'altro occorre per dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte. Impermeabilizzazione con guaina ardesiata armata con velo vetro	mq	1	26,45	7,50		198,38
E 11.18a	Manto monostrato costituito da una membrana prefabbricata impermeabile elastoplastomerica armata con velo vetro rinforzato dal peso specifico di kg/dm ³ 0,96, flessibilità a freddo -10° di spessore mm 4, resistenza all'invecchiamento oltre 500 ore, applicato a fiamma di gas propano previa spalmatura di primer bituminoso a solvente in ragione di gr/m ² 300 minimo, sul piano di posa e con sormonti di cm 8/10 in senso longitudinale e di almeno cm 15 alle testate dei teli. Compreso l'onere per l'esecuzione dei risvolti, lo sfrido dei materiali, l'assistenza, il trasporto, lo scarico dall'automezzo, l'accatastamento, il tiro in alto, l'avvicinamento al luogo di posa di tutti i materiali necessari e quant'altro occorre per dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte. Impermeabilizzazione con guaina armata con velo vetro spessore mm 4	mq	1	26,45	7,50		198,38

Codice Prezziario regionale della Puglia versione 2008	Descrizione	u.m.	parti simili	lungh.	largh.	altezza peso volume	quantità totale
E 17.04a	Infisso esterno ad uno o più battenti in profilati di PVC, costituito da: telaio fisso zancato alle murature realizzato con profilo a sezione quadrata di dimensioni non inferiori a mm 40 x 40 e di peso non inferiore a 1 kg/m, atto a ricevere nella sua cavità interna eventuali profilati di rinforzo in acciaio zincato (questi esclusi), dotato di una battuta laterale di sezione rettangolare completa di scanalatura per inserimento di guarnizioni flessibili (queste comprese); telaio apribile realizzato con gli stessi criteri del telaio fisso e con l'aggiunta di profilo di supporto, fermavetro incollato, righello fermavetro applicato a scatto, profili per gocciolatoio, guarnizioni di PVC, cerniere in acciaio plastificato, in opera compreso, ferramenta, l'assistenza, il trasporto, lo scarico dall'automezzo, l'accatastamento, il tiro in alto, l'avvicinamento al luogo di posa, la pulizia finale e quant'altro occorre per dare il lavoro finito in opera a perfetta regola d'arte. Infisso esterno in profilato in PVC Infisso tipo 1 Infisso tipo 2 Infisso tipo 3 totale	mq	3	1,60		2,20	10,56
		mq	2	1,20		2,20	5,28
		mq	3	0,60		2,20	3,96
		mq					15,84
Inf 01.40a	F.p.o. di cordoni per marciapiedi in conglomerato cementizio vibrocompresso, posti in opera, escluso lo scavo di fondazione, compreso il getto di fondazione in conglomerato di cemento tipo 32.5, ed ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte, misurato secondo l'asse del ciglio: della sezione 12 x 25 cm Bordo marciapiede	ml	1	70,00			70,00
E 12.08c	Pavimentazione per esterni in masselli in cls, autobloccanti, di qualsiasi colore, forniti e posti in opera su idoneo strato di sabbia o di ghiaia, compresi. Il massello dovrà rispettare le seguenti caratteristiche: - resistenze media alla compressione non inferiore a 50 N/mm; - resistenze media a flessione; - taglio non inferiore a 6.5 N/mm; - resistenza all'usura inferiore a 2.4 mm dopo 500 metri di percorso, antigeliva secondo norme UNI 7087. Sono compresi: la costipazione con piastra vibrante; la sigillatura con sabbia fina. È inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera compiuta a regola d'arte. Pavimentazione per esterni in masselli in cls, autobloccanti da cm 8 Marciapiede	mq	1	66,60	0,65		43,29

Codice Prezziario regionale della Puglia versione 2008	Descrizione	u.m.	parti simili	lungh.	largh.	altezza peso volume	quantità totale
E 12.18a	Fornitura e posa in opera di pavimento in piastrelle di prima scelta in monocottura, smaltate, a tinta unita, posato a cassero su massetto fratazzato a sabbia e cemento. Compresa la sigillatura dei giunti a cemento anche colorato, l'assistenza, il trasporto, lo scarico dall'automezzo, l'immagazzinamento, il tiro in alto, l'avvicinamento al luogo di posa, il taglio a misura ed il relativo sfrido, la pulizia della superficie a posa ultimata e quant'altro occorre per dare il lavoro finito incominciato opera a perfetta regola d'arte. Pavimento in monocottura da cm 30 x 30 o commerciali PREZZO ASSIMILATO PER PAVIMENTO IN PIASTRELLE IN GRES COLORE ROSSO DIM. 7x15						
	1 campata	mq	1	6,25	2,63		16,41
	2 campata	mq	1	3,50	6,00		21,00
	3 campata	mq	1	4,50	6,00		27,00
	4 campata	mq	1	2,50	6,00		15,00
	totale	mq					79,41
R 04.15a	Fornitura e posa di una malta bicomponente impermeabilizzante a base di miscele di cementi, di filler selezionati e di una dispersione di speciali resine sintetiche per le superfici in calcestruzzo. La malta dovrà essere caratterizzata: Modulo elastico statico a 28 gg: 5000 Mpa; Alto potere adesivo; Tempo di lavorabilità: 35/40 minuti a 20° C; Adesione al calcestruzzo: 2.5 Mpa Resistenza a compressione: 22 N/mmq. a 28 gg; Resistenza a flessione: 10 N/mmq. Applicare in strati dello spessore massimo di mm. 1.5 / 2 Successivamente può essere applicata una rasatura di colore bianco per uno spessore di mm 1.0 / 1.5 nel caso si operi all'interno di stabili. Il tutto per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte. Sulle superfici rinforzate dal sistema ed esposte all'azione dei raggi U.V., e su quelle da ricoprire con eventuali intonaci, può essere applicato uno strato di questa malta impermeabilizzante che sostituisce la sabbatura dell'ultimo strato di resina. Sono esclusi dal prezzo: i ponteggi, impalcature, e/o attrezzature necessarie all'esecuzione dei lavori e le eventuali coperture installate a protezione degli agenti atmosferici. Per ogni mq. di superficie						
	Impermeabilizzazione vasca acqua fondo	mq	1	6,15	3,10		19,07
	perete 1	mq	1	6,15		2,85	17,53
	parete 2	mq	1	3,10		3,50	10,85
	parete 3	mq	1	3,10		3,50	10,85
	parete 4	mq	1	6,15		3,50	21,53
	totale	mq					79,82

9.2 Strutture in opera - opere in c.a.

9.2.1 Fondazioni:

Tali opere sono meglio specificate nei disegni di progetto, a cui si rimanda.

Per tutti i getti valgono le prescrizioni indicate negli elaborati grafici (mix design, frettagge, REI 120, Rck> 250kg/cm² ecc. ecc.) e dovrà essere garantita la continuità elettrica.

Si segnala che in corrispondenza dei gradini e “salti” di quota dei piani di fondazione è prescritto il raccordo di tali “salti” con getti di magrone a 45° per il raccordo statico sul terreno.

L'altezza minima dei magroni dovrà essere pari ad almeno dieci centimetri.

Lo scavo previsto per la realizzazione della platea di fondazione è di circa 1m, ma è da considerarsi compreso nelle voci di prezzo approfondire gli scavi (in particolare nelle zone in cui potranno essere rinvenuti piani sabbiosi o poco consistenti) fino a quando saranno riscontrati piani di fondazione atti a garantire la portanza succitata richiesta.

I rinterri saranno realizzati a strati con materiale proveniente dagli scavi, ciascun strato opportunamente costipato

9.2.2 Setti

Tali opere sono meglio specificate nei disegni di progetto, a cui si rimanda.

Per tutte le strutture dovrà essere garantita la continuità elettrica e la resistenza al fuoco.

In corrispondenza della ripresa dalla fondazione dei setti relativi alla vasca antincendio dovrà essere previsto la posa di cordoni bentonitici a garanzia di tenuta idraulica del giunto di ripresa.

E' necessario che tali giunti garantiscano nel tempo impermeabilità, indeformabilità ed elasticità opportuna.

Per i getti in c.a. valgono le prescrizioni indicate negli elaborati grafici (mix design, frettagge, REI 120, Rck> 250kg/cm² ecc. ecc.).

E' compreso nel prezzo l'utilizzo di eventuali additivi (fluidificanti od altro).

Nelle voci di prezzo sono compresi anche tutti i ponteggi e trabattelli necessari per eseguire in sicurezza i getti a qualsiasi quota. Nelle voci di prezzo è compresa la fornitura, il montaggio, le svariate fasi di smontaggio, le svariate fasi di smontaggio e rimontaggio, lo smontaggio finale e l'allontanamento dei complessi ponteggi da realizzare per poter eseguire in sicurezza i vari interventi previsti nel progetto.

9.2.3 Materiali da utilizzare

Calcestruzzo per getti in opera

Per tutti i getti in c.a. saranno impiegati calcestruzzi di classe non inferiore a Rck 250 Kg/cm² (c.f.r. elaborati di progetto).

Le prove sui cls verranno effettuate a cura e spese dell'Impresa e dovranno essere eseguite in conformità alla normativa vigente.

Acciaio

Sarà utilizzato esclusivamente acciaio ad adherenza migliorata tipo FeB 44K controllato in stabilimento; l'intera fornitura sarà del tipo CONTROLLATO IN STABILIMENTO ai sensi del D.M. 1/4/1983 e successivi aggiornamenti.

Le reti di acciaio elettrosaldate dovranno possedere le caratteristiche indicate sul D.M. 1/4/1983 e successivi aggiornamenti.

Casseri

Dovranno essere impiegati tre tipi di casseri:

- casseri normali
per tutte le opere interrate di fondazione (cordoli, plinti, travi. ecc.), per i cordoli di collegamento e per l'armatura del solaio
- casseri prefabbricati a perdere, modulari in polipropilene, costituiti da calotta convessa su quattro supporti di appoggio (legno e/o acciaio)
per le pavimentazioni areate
- casseri prefabbricati a grandi pannelli (legno e/o acciaio)
per le opere verticali in elevazione
- casseri a vista
dove previsto nel progetto architettonico

Le superfici di getto ottenute dovranno essere perfettamente lisce, prive di bolle e di segregazione degli aggregati, in modo da poter essere intonacate, dipinte o da poter restare a vista.

Additivi

Al fine di raggiungere gli standards di getto richiesti, l'Appaltatore dovrà utilizzare additivi adatti (fluidificanti, superfluidificanti, ecc. ecc.). Ogni onere è da intendere compreso nei prezzi dell'appalto.

Disarmanti

L'Impresa sarà responsabile della scelta dei materiali usati. Essi dovranno essere adeguati al tipo di cassetta e di calcestruzzo e dovranno offrire tutte le garanzie di tenuta nel tempo dei rivestimenti che vi verranno applicati (verniciature, piastrellature, ecc.).

9.2.4 Lavori da eseguire

Calcestruzzo magro di sottofondo $R_{ck} \geq 150 \text{ Kg/cm}^2$

Salvo diverse indicazioni riportate nei disegni di progetto, sarà da prevedere uno spessore minimo di 10 cm, con sbordo minimo di 10 cm, sotto le fondazioni

Come già specificato, l'altezza dei magroni dovrà essere tale da garantire il perfetto comportamento geotecnico/statico dell'intervento.

Da prevedere gettato contro terra.

Platea di fondazione in calcestruzzo $R_{ck} \geq 250 \text{ kg/cm}^2$

Da prevedere, come da disegno per le platee.

Battuti, battuti armati

Sono previsti battuti destinati a formare vani ventilati con "igloo" posati a loro volta sull'intradosso della platea di fondazione. Sarà necessario predisporre un collegamento dell'intercapedine con l'esterno mediante tubazioni che bucheranno i setti perimetrali. Il massetto di spessore 10cm sarà armato con rete con diametro 6mm e maglia 15x15cm

Getti in elevazione $R_{ck} > 250 \text{ kg/cm}^2$

Da prevedere, come previsto nei disegni, per setti e solai alleggeriti.

Predisposizioni per forometrie

Tubazioni e/o predisposizioni per forometrie passaggi impiantistico o per telai porte e finestre, da inserire prima dell'esecuzione dei getti, in modo da garantire le dimensioni funzionali richieste per le aperture nei setti e areazione dei pavimenti

Predisposizioni per carpenteria metallica

Predisposizioni da inserire nei getti (dime, piastre zancate, barre di ancoraggio, appoggi in metallo da annegare nelle strutture in c.a. per il successivo collegamento con le strutture in genere.

Dopo il montaggio delle strutture metalliche, riempimento degli interspazi con calcestruzzo e malta antiritiro (tipo Emaco).

9.3 Strutture prefabbricate

9.3.1 Prescrizioni generali

Per tali si intendono le predalles che vengono impiegate per la realizzazione del solaio di copertura dei locali tecnici

- Predalles prefabbricate

Per tali opere valgono le prescrizioni indicate in precedenza per le opere in c.a.

Non saranno accettate predalles lesionate o sbeccate.

- Prescrizioni integrative per le opere strutturali gettate in opera e prefabbricate

Nota 1: Oltre ai getti in opera ed oltre alla fornitura e montaggio in opera delle strutture portanti prefabbricate di tutto l'intervento, sono da intendere compresi nelle voci di prezzo tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni necessarie per dare le opere perfettamente finite e collaudabile quali ad esempio (a titolo indicativo ma non esaustivo):

9.3.2 Lastre per solaio

- progetto costruttivo o di stabilimento
- cls, armatura, casseri, apparecchiature;
- fornitura, trasporto e montaggio dei manufatti con tutti gli apprestamenti per la sicurezza
- getti integrativi e armatura integrativa in genere
- ganci di sollevamento
- connettori, barre e morsetti per continuità elettrica
- piste (formazione e mantenimento)
- deposito in cantiere, accatastamento, ripresa e montaggio;
- trabattelli, ponteggi, piani di lavoro, ecc. ecc.;
- attività suddivise in svariate fasi successive;
- predisposizioni per la sicurezza;

Nota 2: In copertura verranno realizzate varie opere che dovranno essere tenute in considerazione per quanto riguarda la loro incidenza sulle strutture sia a livello di carichi permanenti o d'esercizio, sia per le disposizioni tecniche necessarie alla loro realizzazione (chiamate, predisposizioni, etc.) ed impermeabilizzazione, quali, a titolo di esempio:

- raccolta e smaltimento acque
- imbocco pluviali e discese
- parapetti
- rete di terra
- opere impiantistiche in genere
- Inserti per smaltimento acque

L'Impresa dovrà stabilire

- le modalità di posa
- le modalità di manutenzione.

Gli spazi creati in corrispondenza dei giunti dovranno essere predisposti per assicurare la tenuta della protezione richiesta.

- Impermeabilizzazioni
- Costituzione e modalità di posa dei sistemi di impermeabilizzazione.

9.4 Scavi di sbancamento e rinterri

9.4.1 Modalità di esecuzione

Scavi

E' prevista l'esecuzione di scavi di sbancamento da eseguirsi con mezzi meccanici in terreno di scarsa o media consistenza, di materie asciutte, bagnate o melmose esclusa la roccia da mina ma compresi i trovanti rocciosi ed i relitti di muratura fino a 0,50 mc..

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e secondo le prescrizioni contenute nella relazione geologica e geotecnica di cui al D.M.

11 marzo 1988 e Circ. Min. LL.PP.24 settembre 1988, n. 30483, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno impartite all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere, a sue spese, affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno fino ad un battente di cm.20 siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori), ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate nell'area del cantiere previo assenso della Direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

La Direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Con i prezzi d'elenco per gli scavi l'Appaltatore deve ritenere compensato per tutti gli oneri che esso dovrà incontrare:

per taglio di piante e cespugli, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;

per la demolizione delle normali sovrastrutture tipo pavimentazioni stradali o simili;

per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte sia bagnate sia melmose, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;

per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro o a rifiuto fino a qualsiasi distanza (se non specificatamente escluso), sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;

per il tiro in alto delle materie escavate;

per la regolazione e profilatura delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;

per impalcature, ponti rampe e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, ecc.;

per lo scavo anche in presenza dei fusti dei pali già realizzati;

per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

Protezione o blindatura degli scavi

La protezione o blindatura delle pareti di scavo sarà eseguita con attrezzature metalliche o lignee e relativi elementi di contrasto e di collegamento, tali da garantire la sicurezza del lavoro entro lo scavo.

Rinterri

Si prevede di eseguire i rinterri con mezzi meccanici ed utilizzando esclusivamente materiali provenienti dagli scavi, opportunamente selezionati scevri da sostanze organiche ed accatastati in cantiere secondo le indicazioni della D.L.. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.

Nella formazione dei rinterri dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di altezza non superiore a cm.30 opportunamente costipati, in modo da raggiungere il 95% della prova AASHO modificata.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le pareti, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse a strati non superiori a cm.30, da eseguirsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei lavori.

Sono compresi gli spianamenti, la preparazione e la compattazione dei piani di posa, il taglio e la rimozione di piante e cespugli, estirpazione di ceppaie, radici, ecc., la bagnatura e i necessari ricarichi e discarichi, il prelievo ed il trasporto dei materiali eseguiti con qualsiasi mezzo meccanico, il carico, il trasporto e lo scarico nel luogo di impiego, la cernita dei materiali, la sistemazione delle scarpate ed il loro rivestimento con terreno vegetale dello spessore di cm.20, la profilatura dei cigli

E' vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

9.4.2 Norme di misurazione

Scavi

Per gli scavi a sezione obbligata, i volumi saranno calcolati moltiplicando l'area di fondo dello scavo per la sua profondità, non considerando il maggiore volume derivante da smottamenti delle pareti verticali dello scavo;

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate in base ai rilevamenti eseguiti "in loco" in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;

- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della area di base della fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato, non considerando il maggiore volume derivante da smottamenti delle pareti verticali dello scavo;
- per scavi eseguiti con l'ausilio di sbadacchiature, paratie e simili, le dimensioni per il calcolo del volume comprendono anche lo spessore di dette strutture;
- nel caso di scampanature il volume viene scomposto eventualmente in parti geometriche più semplici.

Sono considerati subacquei gli scavi il cui fondo si trova sotto il livello normale delle acque, a partire da una quota minima di 0,20 m; le modalità di calcolo del volume scavato è identico ai lavori eseguiti all'asciutto ed è compensato con un sovrapprezzo relativo alle sole zone sommerse.

Il costo al metro cubo potrà differenziarsi in base agli intervalli di profondità degli scavi.

Protezione o blindatura degli scavi

La protezione o blindatura delle pareti di scavo sarà conteggiata al metro quadrato su ogni lato per l'effettiva superficie verticale protetta.

Rinterri

I rinterri di scavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera, dopo la rullatura. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

9.4.3 Requisiti di accettazione di materiali e componenti

I materiali provenienti dagli scavi dovranno essere selezionati scevri da sostanze organiche ed accatastati in cantiere secondo le indicazioni della D.L.. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei ad insindacabile giudizio della D.L..

9.4.4 Specifiche di prestazione e modalità di prove

Ad insindacabile giudizio della D.L. dovranno essere eseguite con onere a carico dell'appaltatore le prove di costipamento secondo il metodo AASHO modificato in numero comunque congruente con le lavorazioni eseguite.

9.4.5 Ordine da tenersi nello svolgimento di specifiche lavorazioni

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della Direzione dei lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi del Cliente.

9.5 Pavimentazione esterna.

9.5.1 Modalità di esecuzione.

Esecuzione delle pavimentazioni esterne

E' prevista la pavimentazione del marciapiede perimetrale dei locali tecnici con masselli in cls, autobloccanti, di qualsiasi colore, forniti e posti in opera su idoneo strato di sabbia o di ghiaia.

Strato del terreno

Per lo strato costituito dal terreno si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche.

Piano di posa.

Il piano di posa sarà realizzato con sabbia di origine alluvionale e derivante da frantumazione di rocce ad elevata resistenza meccanica e non alterabili. Sono da evitare l'impiego di sabbie provenienti da macinazione di rocce calcaree o comunque tenere.

L'umidità dello strato di allettamento dovrà essere il più uniforme possibile ed il materiale dovrà risultare umido, ma non saturo

Lo strato di allettamento in sabbia dovrà mantenere uno spessore costante compreso tra 3 e 6 cm al momento della staggiatura.

I masselli saranno posati a secco l'uno accanto all'altro rispettando la configurazione richiesta. Terminata la posa sarà necessaria la compattazione, eseguita con piastra vibrante. Successivamente si procederà alla sigillatura dei giunti tramite sabbia di intasamento

9.5.2 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Inerti

Saranno impiegate sabbie di cava e/o di fiume.

La granulometria sarà compresa nel fuso determinato dai dati riportati a seguire:

Crivelli e setacci U.N.I. quantità passante % totale in peso

diametro vaglio 10mm	100
diametro vaglio 6mm	90-100
diametro vaglio 3mm	75-100
diametro vaglio 1mm	55-90
diametro vaglio 0.5mm	35-70
diametro vaglio 0.25mm	8-35
diametro vaglio 0.125mm	0-10
diametro vaglio 0.075mm	0-3

Acqua

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (CNR 69 – 1978) con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate di seguito.

Pavimentazione

Il massello in cls dovrà rispettare le seguenti caratteristiche: - resistenze media alla compressione non inferiore a 50 N/mm; - resistenze media a flessione; - taglio non inferiore a 6.5 N/mm; - resistenza all'usura inferiore a 2.4 mm dopo 500 metri di percorso, antigeliva secondo norme UNI 7087.

9.6 Solai

9.6.1 Modalità di esecuzione.

Spessore minimo dei solai

Lo spessore dei solai a portanza unidirezionale che non siano di semplice copertura non deve essere minore di 1/25 della luce di calcolo ed in nessun caso minore di 12 cm. Per i solai costituiti da travetti precompressi e blocchi interposti, il predetto limite può scendere ad 1/30.

Le deformazioni devono risultare compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati.

Protezione delle armature

Nei solai, la cui armatura è collocata entro scanalature, qualunque superficie metallica deve risultare contornata, in ogni direzione, da uno spessore minimo di 5 mm di malta cementizia.

Per quanto riguarda l'armatura collocata entro nervatura, le dimensioni di questa devono essere tali da consentire il rispetto dei seguenti limiti:

- distanza netta tra armatura e blocco, 8 mm;
- distanza netta tra armatura ed armatura, 10 mm.

Per quanto attiene la distribuzione delle armature trasversali, longitudinali e per taglio, si fa riferimento alle citate norme contenute nel D.M. 27 luglio 1985. In fase di esecuzione, prima di procedere ai getti, i laterizi devono essere convenientemente bagnati. Gli elementi con rilevanti difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione dovranno essere eliminati.

Solai prefabbricati a lastre

I solai saranno prefabbricati e costituiti da lastre di calcestruzzo armato dello spessore di cm 4, tralicci in acciaio posti ad interasse di cm 60, alleggeriti con polistirolo, compresa la fornitura ed il getto di calcestruzzo Rck 25 per il completamento dei travetti e della soprastante soletta dello spessore minimo di 5 cm, per uno spessore complessivo di cm 26 su luci fino a 6.25 m ed un carico utile di servizio come indicato negli elaborati di progetto. Gli spessori totali sono commisurati alla luce di calcolo ed ai carichi di esercizio, secondo quanto previsto dalla norma. Il progetto costruttivo delle lastre prefabbricate e dei solai dovrà essere preventivamente sottoposto all'approvazione della D.L.

I solai dovranno essere dimensionati per sopportare, a seconda della destinazione prevista per i locali relativi, i carichi comprensivi degli effetti dinamici ordinari, previsti nel D.M. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi", ed indicati nei disegni di progetto e nella Relazione di Calcolo.

Per tutti i solai valgono le prescrizioni già riportate per le opere in calcestruzzo e, in particolare, valgono le prescrizioni contenute nel D.M. vigente relativo a "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo armato normale e precompresso e a struttura metallica".

Lastre prefabbricate in c.a.

Saranno costituite da c.a. confezionato con cls vibrato Rck 300 di spessore cm. 4, armate con r.e.s. e tralicci in acciaio così da renderle autoportanti per luci di progetto e per carichi derivanti dal getto della soletta sovrastante.

Puntellature in opera provvisorie

La distanza dei rompitratta dovrà risultare minore dei limiti indicati nella documentazione tecnica specifica ed anche per le piccole luci occorrerà un rompitratta intermedio. I ritzi dovranno essere sufficientemente rigidi e collegati da adeguata controventatura.

Conglomerati per i getti in opera

Si dovrà studiare la composizione del getto in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e per ridurre l'entità delle deformazioni differite. Il diametro massimo degli inerti impiegati non dovrà superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature, né la distanza netta minima tra le armature. Il getto deve essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con eventuali altri elementi prefabbricati.

9.6.2 Norme di misurazione

Nei prezzi dei solai in genere è compreso l'onere per lo spianamento superiore della caldana, nonché ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione. E' compreso nel prezzo al mq. ogni onere per fornitura e posa in opera della rete elettrosaldata e di tutte le armature di forza ed integrative previste nei disegni di progetto, puntellature, ponti di servizio.

Lastre prefabbricate in c.a.

Saranno conteggiate al mq. per uno spessore previsto di cm. 4, compresi gli oneri di prefabbricazione, il trasporto, il sollevamento e la posa in opera, eventuali livellamenti.

9.6.3 Requisiti di accettazione di materiali e componenti

Si fa riferimento alle indicazioni di normativa, sia cogente che volontaria (norme UNI etc.) ed in aggiunta a quanto previsto ai punti 6.a e 6.b ed a integrazione quanto previsto per le opere in c.a. ove applicabili.

9.6.4 Specifiche di prestazione e modalità di prove

Si fa riferimento alle indicazioni di normativa, sia cogente che volontaria (norme UNI etc.) ed in aggiunta a quanto previsto ai punti 6.a e 6.b ed a integrazione quanto previsto per le opere in c.a. ove applicabili.

9.6.5 Ordine da tenersi nello svolgimento di specifiche lavorazioni

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della Direzione dei lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi del cliente.

9.7 Rivestimenti impermeabilizzanti

Le pareti della vasca antincendio dovranno essere impermeabilizzate. L'impermeabilizzazione sarà ottenuta mediante l'applicazione di una speciale malta bicomponente a base di miscele di cementi, di filler selezionati e di una dispersione di speciali resine sintetiche per le superfici in calcestruzzo.

L'applicazione potrà avvenire a pennello, spazzolone o a spruzzo.

9.7.1 Materiale

La malta dovrà essere caratterizzata: Modulo elastico statico a 28 gg: 5000 Mpa; Alto potere adesivo; Tempo di lavorabilità: 35/40 minuti a 20° C; Adesione al calcestruzzo: 2.5 Mpa Resistenza a compressione: 22 N/mm² a 28 gg; Resistenza a flessione: 10 N/mm². Applicare in strati dello spessore massimo di mm. 1.5 / 2. Successivamente può essere applicata una rasatura di colore bianco per uno spessore di mm 1.0 / 1.5. Il tutto per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

9.7.2 Specifiche di qualità

- a. Applicatore autorizzato: l'applicatore che eseguirà il lavoro dovrà avere esperienza pluriennale in lavori di impermeabilizzazione, ed essere approvato dal distributore italiano dello specifico prodotto selezionato.
- b. L'appaltatore utilizzerà tutti i mezzi necessari al fine di proteggere i materiali e il lavoro, prima, durante e dopo il trattamento. In assenza di specifiche e differenti indicazioni derivanti dal produttore, i sacchi del prodotto selezionato dovranno essere stoccati su pallet in legno, non a contatto con il terreno e coperti con teli di plastica fino al loro consumo, in locali asciutti.
- c. Tutti i materiali che non fanno parte del sistema e che devono essere utilizzati insieme ai prodotti prescelti dovranno essere prima approvati dal distributore italiano del sistema prescelto stesso.
- d. Ispezione del cantiere: l'applicatore approvato dovrà ispezionare il cantiere prima di cominciare l'applicazione del sistema con lo scopo di verificare le condizioni necessarie per il buon comportamento del sistema stesso.
- e. Sicurezza: il responsabile della sicurezza dovrà ricevere le specifiche del cantiere e le schede di prodotto. Tutti i prodotti descritti in queste sezioni devono essere usati con una protezione adeguata.

9.7.3 Preparazione della superficie

Prima di iniziare le operazioni di impermeabilizzazione si devono liberare le superfici da sporco, oli, disarmanti, e ogni altro materiale che possa impedire il diretto contatto del prodotto con la superficie e quindi l'adesione, la penetrazione e il regolare comportamento del materiale; data la compattezza propria del calcestruzzo utilizzato (in relazione al mix-design di progetto) con le superfici estremamente lisce e specchiate, si dovrà procedere quindi ad una sabbiatura delle superfici per essere sicuri che il supporto abbia il sistema capillare aperto. Dopo la sabbiatura la superficie da trattare non deve avere un'apparenza lucida. Bagnare le superfici pulite a rifiuto prima del trattamento; tale lavorazione non dovrà essere eseguita con temperature calde. L'umidità deve essere presente nella matrice per facilitare al massimo la penetrazione.

9.7.4 Sigillatura di fenditure e giunti

- Tagliare le fessure ad U con larghezza di 25 mm. e almeno 35 mm. di profondità, non è accettabile il taglio a V;

- rimuovere i detriti dalla fessura e saturare con acqua permettendo alla stessa di essere assorbita;
- applicare una mano di prodotto in boiaccia a pennello in ragione di 1 Kg. al mq. nel taglio e nelle strisce laterali per almeno 15 cm;
- dopo che la boiaccata è indurita ma ancora fresca riempire il taglio fino a livello con malta additivata (Aggiungere acqua alla polvere fino ad ottenere un impasto omogeneo di media consistenza, miscelare una quantità sufficiente ad essere utilizzata in un arco di tempo di mezz'ora).

9.7.5 Caratteristiche applicative

A complemento si prescrivono le norme di seguito riportate.

- Mescolazione e diluizione della boiaccia.

Prima dell'applicazione, la boiaccia deve essere accuratamente rimescolata sino a perfetta omogeneizzazione.

- Condizioni ambientali e atmosferiche

La temperatura delle superfici da rivestire non potrà essere inferiore a 5 °C o superiore a 50 °C.

9.8 Giunti water-stop

Per tutti i giunti strutturali della vasca si dovrà prevedere la posa di cordoni bentonitici.

9.8.1 Preparazione del piano di posa

Pulizia da polvere e parti incoerenti e regolarizzazione meccanica (senza riporti) del piano di posa.

9.8.2 Sigillatura del giunto

Fornitura e posa di giunto bentonitico (dimensioni mm 25 x 20) composto al 75% da Bentonite di Sodio Naturale Volclay ed al 25% da gomma butilica, in grado di espandersi a contatto con l'acqua sino a 6 volte il proprio volume iniziale senza che ciò comporti modifiche alle sue caratteristiche di tenuta, garantendo una resistenza alla spinta idraulica fino a 5 bar, avente durata illimitata, senza cessione di sostanze tossiche, in grado di non manifestare perdite per pressioni sino a 7 bar anche dopo numerosi cicli di idratazione intermittente così come RX 101 Volteco o prodotto con pari o superiori caratteristiche.

Il giunto in opera dovrà risultare privo di elementi protettivi di confezione e dovrà essere ancorato al piano di posa mediante rete in acciaio presagomata a maglia romboidale, così come Revo, fissata ogni 30 cm con appositi chiodi a penetrazione graduale.

Il prodotto dovrà avere certificazione ufficiale di espansione in acqua pari a 6 volte rilasciata da laboratorio autorizzato e certificazione di idoneità tecnica rilasciata dall'ICITE, così come RX 101 Volteco o prodotto con pari o superiori caratteristiche.

9.9 Prescrizioni sulle opere civili da realizzare

STRUTTURE IN C.A.

9.9.1 Modalità di esecuzione

Impasti di conglomerato cementizio.

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità con quanto previsto nell'allegato 1 del D.M. 9 gennaio 1996.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI 9858.

Norme di esecuzione per le opere in cemento armato ordinario.

Nell'esecuzione delle opere di cemento armato l'Appaltatore dovrà attenersi alle norme contenute nella Legge n. 1086/1971 e nelle relative norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21, nonché alle norme antisismiche in forza dalla Legge 2 febbraio 1974, n. 64 e alle norme tecniche del D.M. 9 gennaio 1996 e alle nuove disposizioni per le costruzioni in zona sismica se applicabili.

Le caratteristiche di resistenza e di durabilità dei materiali da impiegare saranno quelle di seguito descritte.

Con riferimento prevalente alle UNI 9858, si prevede la utilizzazione, per tutte le strutture di cemento armato, di calcestruzzo a prestazioni garantite, avente caratteristiche aggiuntive concernenti la composizione della miscela.

Allo scopo di garantire una maggiore durabilità del calcestruzzo, si assume come classe di esposizione la 4-a, salvo diversamente e espressamente specificato negli elaborati di progetto, definita dal Prospetto II della UNI 9858, ancorché le condizioni ambientali e climatiche del sito siano meno severe.

La resistenza caratteristica a 28 giorni è definita in 250 daN/cm² per tutte le strutture

Ai fini della lavorabilità e della messa in opera si richiede la classe di consistenza S4; tale classe di consistenza è ottenibile con additivi fluidificanti, non dannosi per la durabilità del calcestruzzo e per la corrosione delle armature, ma non con aggiunta di acqua che faccia superare il limite del rapporto

acqua/cemento più avanti indicato; il diametro massimo nominale dell'aggregato non deve essere superiore a 25 mm.

Per quanto riguarda i requisiti di durabilità, questi dovranno essere garantiti, per tutti i tipi di calcestruzzo, da un dosaggio di cemento non inferiore a 200 kg/mc, da un rapporto acqua/cemento (comprensivo dell'acqua superficiale presente sugli inerti) non superiore a 0,50; da un assorbimento di acqua del calcestruzzo indurito determinato secondo UNI 7699 non superiore al 12%.

Prima dell'inizio dei getti dovrà essere effettuato uno studio preliminare di qualificazione, relativo sia alla resistenza, sia all'impermeabilità, sia alla lavorabilità ed alla messa in opera del calcestruzzo.

In corso d'opera saranno eseguiti i controlli di cui all'Allegato 2 del D.M. 9.1.1996.

Per i getti non armati (magroni) si prevede una resistenza caratteristica a 28 giorni di 150 daN/cm².

Per l'acciaio da cemento armato si prevede di utilizzare ovunque barre ad aderenza migliorata e controllato in stabilimento, tipo FeB44k, saldabile secondo UNI 10622.

Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto. Il getto deve essere convenientemente compatto; la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni. Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 5 °C, salvo il ricorso ad opportune cautele.

Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione, in ogni caso devono essere opportunamente sfalsate. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione in retto deve essere non minore di 40 volte il diametro e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compressa. Le giunzioni di cui sopra possono effettuarsi mediante:

- saldature eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature;
- manicotto filettato;
- sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra.

La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro.

Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6 volte il diametro. Gli ancoraggi devono rispondere a quanto prescritto al punto 5.3.3 del D.M. emanato in applicazione dell'art. 21 della legge 5 novembre 1971, n. 1086. Per barre di acciaio inossidabile a freddo le piegature non possono essere effettuate a caldo.

La superficie dell'armatura resistente deve distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette se non diversamente indicato, setti e pareti di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri se non diversamente indicato sugli elaborati grafici.

Per le barre di sezione non circolare si deve considerare il diametro del cerchio circoscritto.

Tali misure devono essere aumentate, e al massimo rispettivamente portate a 2 cm per le solette ed a 4 per le travi ed i pilastri, in presenza di salsedine marina, ed altri agenti aggressivi. Per le strutture direttamente a contatto con il terreno il copriferro minimo dovrà essere di cm 4. Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate in ogni direzione di almeno una volta il diametro delle barre medesime e, in ogni caso, non meno di 2 cm. Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie ed aumentando la mutua distanza minima tra le coppie ad almeno 4 cm.

Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche. Esso non deve inoltre avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei lavori.

Casseforme in generale

Le casseforme, di qualsiasi tipo, dovranno presentare deformazioni limitate (coerenti con le tolleranze richieste per i manufatti), avere rigidità tale da evitare forti ampiezze di vibrazione durante il costipamento evitando variazioni dimensionali delle superfici dei singoli casseri che dovranno, inoltre, essere accuratamente pulite dalla polvere o qualsiasi altro materiale estraneo, sia direttamente che mediante getti d'aria, acqua o vapore. Per getti su superfici con inclinazione sull'orizzontale maggiore di 30 gradi deve essere previsto il controcassero (oppure una rete sufficiente a tenere in forma il calcestruzzo). Nelle zone dei casseri in cui si prevede, dato il loro particolare posizionamento o conformazione, la formazione di bolle d'aria, si dovranno prevedere fori o dispositivi tali da permetterne la fuoriuscita. Prima del getto verranno eseguiti, sulle casseforme predisposte, controlli della stabilità, delle dimensioni, della stesura del disarmante, della posa delle armature e degli inserti; controlli più accurati andranno eseguiti, sempre prima del getto, per la verifica dei puntelli (che non dovranno mai poggiare su terreno gelato), per l'esecuzione dei giunti, dei fissaggi e delle connessioni dei casseri. Le casseforme saranno realizzate in legno, plastica, calcestruzzo e metallo e dovranno essere idonee per strutture di qualsiasi genere, anche curve.

Casseforme in legno (tavole)

Saranno costituite da tavole di spessore non inferiore a 25 mm., di larghezza standard esenti da nodi o tarlature ed avendo cura che la direzione delle fibre non si scosti dalla direzione longitudinale della tavola.

L'assemblaggio delle tavole verrà eseguito con giunti, tra l'una e l'altra, di 1/3 mm (per la dilatazione) dai quali non dovrà fuoriuscire l'impasto; si dovranno prevedere (per evitare la rottura degli spigoli) listelli a sezione triangolare disposti opportunamente all'interno dei casseri.

- Il numero dei reimpieghi previsto è di 4 o 5.

Casseforme in legno (pannelli)

Verranno usati pannelli con spessore non inferiore ai 12 mm., con le fibre degli strati esterni disposte nella direzione portante, con adeguata resistenza agli urti e all'abrasione. Il numero dei reimpieghi da prevedere è di 20 ca.

Stoccaggio (tavole o pannelli)

Il legname dovrà essere sistemato in cataste su appoggi con altezza dal terreno tale da consentire una sufficiente aerazione senza introdurre deformazioni dovute alle distanze degli appoggi. Le cataste andranno collocate in luoghi al riparo dagli agenti atmosferici e protette con teli impermeabili; la pulizia del legname (estrazione chiodi, raschiamento dei residui di malta, etc.) dovrà avvenire immediatamente dopo il disarmo e, comunque, prima dell'accatastamento o del successivo impiego.

Casseforme in plastica a perdere

Verranno usate per ottenere pavimentazioni areate al di sopra della platea di fondazione. Sono costituiti da casseri modulari in polipropilene con una calotta convessa su quattro supporti di appoggio che verranno assemblati ad incastro e posati in opera a secco. Lo stoccaggio dovrà avvenire al coperto, al riparo dagli agenti atmosferici

Casseforme in calcestruzzo

Saranno conformi alla normativa vigente per il c.a. ed avranno resistenza non inferiore a 29 N/mm². (300 daN/cm².), gli eventuali inserti metallici (escluse le piastre di saldatura) dovranno essere in acciaio inossidabile. La movimentazione e lo stoccaggio di tali casseri dovranno essere eseguiti con cura particolare, lo stoccaggio dovrà avvenire al coperto, le operazioni di saldatura non dovranno danneggiare le superfici adiacenti, la vibrazione verrà effettuata solo con vibratori esterni e le operazioni di raschiatura e pulizia delle casseforme dovranno essere ultimate prima della presa del calcestruzzo. Il numero dei reimpieghi da prevedere per questi casseri è di 100 ca.

Casseforme metalliche

Nel caso di casseri realizzati con metalli leggeri (alluminio o magnesio) si dovranno impiegare delle leghe idonee ad evitare la corrosione dovuta al calcestruzzo umido; particolare attenzione sarà posta alla possibile formazione di coppie galvaniche derivanti dal contatto con metalli differenti in presenza di calcestruzzo fresco. Nel caso di casseri realizzati in lamiere d'acciaio piane o sagomate, dovranno essere usati opportuni irrigidimenti, e diversi trattamenti della superficie interna (lamiera levigata, sabbiata o grezza di laminazione) con il seguente numero di reimpieghi:

- lamiera levigata 2
- lamiera sabbiata 10
- lamiera grezza di laminazione oltre i 10.

Queste casseforme potranno essere costituite da pannelli assemblati o da impianti fissi specificamente per le opere da eseguire (tavoli ribaltabili, batterie, etc.), i criteri di scelta saranno legati al numero dei reimpieghi previsto, alla tenuta dei giunti, alle tolleranze, alle deformazioni, alla facilità di assemblaggio ed agli standard di sicurezza richiesti dalla normativa vigente.

Pavimentazioni Industriali su casseri modulari a perdere

I pavimenti di tipo industriale saranno costituiti da un sottofondo in getto di calcestruzzo di spessore cm.10, di resistenza minima R_{ck} 250 daN/cm² completi di rete elettrosaldata del diametro di 6 mm. e maglia 15x15, e soprastante strato di usura eseguito prima dell'indurimento del sottofondo. Lo strato superficiale dovrà avere caratteristiche di elevata resistenza alla compressione, all'usura, all'urto ed all'attacco di oli ed acque, e sarà composto da leganti cementizi speciali e particelle di ferro puro trattate chimicamente, miscelate con opportuni catalizzatori; in alternativa, a richiesta della D.L., lo strato di usura potrà essere costituito da granulare sferoidale di quarzo con idoneo dosaggio di colore a scelta della D.L. (spolvero di finitura al quarzo) levigata con "elicottero".

Tutte le caratteristiche del pavimento dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L., che potrà richiedere l'esecuzione di specifiche prove i cui oneri rimarranno a carico dell'esecutore.

Nel prezzo al mq sono compresi e compensati i materiali e attrezzature necessaria per la finitura superficiale, che potrà essere liscia o antiscivolo, e per la realizzazione dei giunti di indebolimento con taglio e sigillatura con idoneo mastice, secondo la normale regola d'arte.

9.9.2 Norme di misurazione.

I calcestruzzi saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei relativi prezzi si intendono compensati tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

Conglomerato cementizio armato

Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e spessore sarà valutato per il suo volume effettivo, senza detrazione del volume del ferro che verrà pagato a parte.

I casseri, le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computati separatamente con i relativi prezzi di elenco. Nei prezzi del

conglomerato sono inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché gli oneri per il getto e la vibratura.

Il ferro tondo per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo nonché la rete elettrosaldata saranno valutati secondo il peso effettivo; nel prezzo oltre alla lavorazione e allo sfrido è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

Pavimentazioni industriali su casseri modulari a perdere

Le pavimentazioni industriali saranno valutate al metro quadrato

Casseforme

Le casseforme si valutano secondo le superfici effettive di sviluppo delle strutture in c.a. da realizzare, comprese le piccole puntellature e le armature di sostegno fino ad una altezza massima di m. 4 misurata dal piano di appoggio all'intradosso del cassero; per altezze superiori si applica un apposito sovrapprezzo.

9.9.3 Requisiti di accettazione di materiali e componenti.

Acqua, calci, cementi ed agglomerati cementizi, pozzolane, sabbia, leganti idraulici.

Acqua

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri in concentrazioni superiori allo 0,5 %) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante. Avrà un pH compreso fra 6 ed 8 ed una torbidezza non superiore al 2%. Non è consentito l'impiego di acqua di mare salvo esplicita autorizzazione ed è, comunque, tassativamente vietato l'uso di tale acqua per calcestruzzi armati e per le strutture con materiali metallici soggetti a corrosione.

Calci

Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2231; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella L. 26 maggio 1965, n. 595, nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972.

La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di cottura uniforme, non bruciata né lenta all'idratazione e tale che, mescolata con l'acqua necessaria all'estinzione, divenga una pasta omogenea con residui inferiori al 5%.

La calce viva in zolle dovrà essere, al momento dell'estinzione, perfettamente anidra e conservata in luogo asciutto.

La calce grassa destinata alle murature dovrà essere spenta almeno quindici giorni prima dell'impiego, quella destinata agli intonaci almeno tre mesi prima.

La calce idrata in polvere dovrà essere confezionata in imballaggi idonei contenenti tutte le informazioni necessarie riguardanti il prodotto e conservata in luogo asciutto.

Cementi e agglomerati cementizi

1) I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella L. 26 maggio 1965, n. 595 (vedi anche D.M. 14 gennaio 1966) e nel D.M. 3 giugno 1968 e successive modifiche.

Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella L. 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 31 agosto 1972.

2) A norma di quanto previsto dal D.M. 9 marzo 1988, n. 126, i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della L. 26 maggio 1965, n. 595 (e cioè cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della L. 26 maggio 1965, n. 595 e all'art. 20 della L. 5 novembre 1971, n. 1086. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

3) I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

Pozzolane

La pozzolana sarà ricavata da strati esenti da sostanze eterogenee, sarà di grana fina, asciutta ed accuratamente vagliata, con resistenza a pressione su malta normale a 28 giorni di 2,4 N/mm². (25 Kg/cm².) e residuo insolubile non superiore al 40% ad attacco acido basico.

Sabbie

La sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi, sia essa viva, naturale od artificiale, dovrà essere assolutamente scevra da materie terrose od organiche, essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridente al tatto e dovrà provenire da frantumazione di rocce aventi alta resistenza alla compressione. Ove necessario, la sabbia sarà lavata con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive; alla prova di decantazione in acqua, comunque, la perdita in peso non dovrà superare il 2%. Per il controllo granulometrico, l'Appaltatore dovrà apprestare e porre a disposizione della Direzione Lavori gli stacci UNI 2332.

1) Sabbia per murature in genere.

Sarà costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 UNI 2332.

2) Sabbia per intonacature ed altri lavori.

Per gli intonaci, le stuccature, le murature di paramento od in pietra da taglio, la sabbia sarà costituita da grani passanti allo staccio 0,5 UNI 2332.

3) Sabbia per conglomerati cementizi.

Dovrà corrispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 3 giugno 1968 All. 1 e dal D.M. 25 marzo 1980 All. 1 punto 1.2. La granulometria dovrà essere assortita (tra 1 e 5 mm) ed adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. È assolutamente vietato l'uso di sabbia marina, salvo efficace lavaggio e previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Leganti idraulici

Sono considerati leganti idraulici:

- cementi normali e ad alta resistenza
- cemento alluminoso
- cementi per sbarramenti di ritenuta
- agglomerati cementizi
- calci idrauliche.

Le caratteristiche, le modalità di fornitura, il prelievo dei campioni, la conservazione e tutte le operazioni relative ai materiali sopracitati, dovranno essere in accordo alla normativa vigente.

I cementi pozzolanici verranno impiegati per opere in contatto con terreni gessosi, acque saline o solfatate; i cementi d'alto forno dovranno essere impiegati per pavimentazioni stradali, per opere in contatto con terreni gessosi, per manufatti dove è richiesto un basso ritiro e non dovranno, invece, essere impiegati per strutture a vista.

I cementi bianchi dovranno corrispondere alle prescrizioni della normativa indicata, avere caratteristiche di alta resistenza e verranno impiegati, mescolandoli a pigmenti colorati, per ottenere cementi colorati.

I cementi alluminosi verranno impiegati per getti subacquei, per getti a bassa temperatura e per opere a contatto con terreni ed acque chimicamente o fisicamente aggressive.

Materiali inerti per conglomerati cementizi e malte

Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gessosi, non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature, e proverranno dalla frantumazione di rocce silicee o calcaree, saranno a spigolo vivo e liberi da materie organiche o terrose.

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

Disarmanti

Le superfici dei casseri andranno sempre preventivamente trattate mediante applicazione di disarmanti che dovranno essere applicabili con climi caldi o freddi, non dovranno macchiare il calcestruzzo o attaccare il cemento, eviteranno la formazione di bolle d'aria non pregiudicheranno successivi trattamenti delle superfici; potranno essere in emulsioni, olii minerali miscele e cere.

Le modalità di applicazione di questi prodotti dovranno essere conformi alle indicazioni delle case produttrici od alle specifiche prescrizioni fissate; in ogni caso l'applicazione verrà effettuata prima della posa delle armature, in strati sottili ed in modo uniforme. Si dovrà evitare accuratamente l'applicazione di disarmante alle armature.

Sigillanti

Saranno costituiti da nastri o fili non vulcanizzati oppure da prodotti liquidi o pastosi con uno o più componenti; avranno diverse caratteristiche di elasticità, di resistenza all'acqua, agli sbalzi di temperatura ed alle sollecitazioni meccaniche.

Sigillanti poliuretanici

Costituiti da vari elementi base, potranno essere mono-componenti o bi-componenti. Caratteristiche: resistenza all'abrasione, agli olii, al fuoco, buona flessibilità ed elasticità.

Sigillanti siliconici

Costituiti da componenti a base di polimeri siliconici. Caratteristiche: facilità di applicazione a varie temperature (- 40 gradi C / +70 gradi C), resistenza alla luce solare, all'ossidazione, agli agenti atmosferici.

Adesivi

Composti da resine, dovranno avere totale compatibilità con i materiali aderenti e verranno distinti in base alle caratteristiche di composizione chimica o di condizioni d'uso.

Adesivi policloroprenici.

Impiego: incollaggio laminati plastici, etc. Caratteristiche: soluzioni acquose od in solvente, avranno ottime proprietà di resistenza ai raggi ultravioletti, all'invecchiamento, agli agenti atmosferici ed alla temperatura.

Adesivi a base di gomma stirolo-butadiene.

Impiego: incollaggio piastrelle di ceramica, PVC, gomma - metallo, etc. Caratteristiche: soluzioni tipo lattice e provenienti da gomma polimerizzata a 50 gradi C.

Adesivi a base di gomma naturale.

Impiego: incollaggio di pavimentazioni, feltro, carta, etc. Caratteristiche: soluzioni di gomma naturale o polisoprene sintetico in solventi organici o lattice di gomma naturale.

Adesivi spessi-poliamminici.

Impiego: incollaggio di metalli, legno, ceramica, etc. Caratteristiche: resine liquide, solide, in pasta, in polvere, già miscelate con indurimento ottenibile mediante azione del calore o con sostanze da aggiungere al momento dell'applicazione.

Armature per calcestruzzo

I materiali ferrosi dovranno presentare caratteristiche di ottima qualità essere privi di difetti, scorie, slabbrature, soffiature, ammaccature, bruciature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili; devono inoltre essere in stato di ottima conservazione e privi di ruggine. Sottoposti ad analisi chimica devono risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica deve essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina od a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego.

Si dovrà tener conto del D.M. 27 luglio 1985 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche", della legge 5 novembre 1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a strutture metalliche".

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal D.M. 26 marzo 1980 (allegati nn. 1, 3 e 4) ed alle norme UNI vigenti (UNI EN 10025 gennaio 1992) e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

- 1) Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. 9 gennaio 1996 attuativo della L. 5 novembre 1971, n. 1086 e relative circolari esplicative.
- 2) È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

Acciaio da cemento armato normale

Tali acciai dovranno esenti da difetti che possano pregiudicare l'aderenza con il conglomerato e risponderanno alla normativa vigente per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e le strutture metalliche.

Le stesse prescrizioni si applicano anche agli acciai in fili lisci o nervati, alle reti elettrosaldate ed ai trefoli per cemento armato precompresso.

In base al D.M. 9 gennaio 1996 viene imposto il limite di 14 mm al diametro massimo degli acciai da c.a. forniti in rotoli al fine di evitare l'impiego di barre che, in conseguenza al successivo raddrizzamento, potrebbero presentare un decadimento eccessivo delle caratteristiche meccaniche.

Additivi

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti e dovranno essere conformi alla normativa specifica ed alle prescrizioni eventualmente fissate. Dovranno, inoltre, essere impiegati nelle quantità (inferiori al 2% del peso del legante), secondo le indicazioni delle case produttrici; potranno essere eseguite delle prove preliminari per la verifica dei vari tipi di materiali e delle relative caratteristiche.

Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità alle norme secondo i criteri dell'art. 6.

Gli additivi sono sostanze di diversa composizione chimica, in forma di polveri o di soluzioni acquose, classificati secondo la natura delle modificazioni che apportano agli impasti cementizi. La norma UNI 7101-72 classifica gli additivi aventi, come azione principale, quella di:

fluidificante e superfluidificante,

di normale utilizzo che sfruttano le proprietà disperdenti e bagnanti di polimeri di origine naturale e sintetica. La loro azione si esplica attraverso meccanismi di tipo elettrostatico e favorisce l'allontanamento delle singole particelle di cemento in fase di incipiente idratazione le une dalle altre, consentendo così una migliore bagnabilità del sistema, a parità di contenuto d'acqua;

aerante,

il cui effetto viene ottenuto mediante l'impiego di particolari tensioattivi di varia natura, come sali di resine di origine naturale, sali idrocarburi solfonati, sali di acidi grassi, sostanze proteiche, ecc. Il processo di funzionamento si basa sull'introduzione di piccole bolle d'aria nell'impasto di calcestruzzo, le quali diventano un tutt'uno con la matrice (gel) che lega tra loro gli aggregati nel conglomerato indurito. La presenza di bolle d'aria favorisce la resistenza del calcestruzzo ai cicli gelo-disgelo;

ritardante,

che agiscono direttamente sul processo di idratazione della pasta cementizia rallentandone l'inizio della presa e dilatando l'intervento di inizio e fine-presenza. Sono principalmente costituiti da polimeri derivati dalla lignina

opportunamente solfonati, o da sostanze a tenore zuccherino provenienti da residui di lavorazioni agro-alimentari;

accelerante,

costituito principalmente da sali inorganici di varia provenienza (cloruri, fosfati, carbonati, etc.) che ha la proprietà di influenzare i tempi di indurimento della pasta cementizia, favorendo il processo di aggregazione della matrice cementizia mediante un meccanismo di scambio ionico tra tali sostanze ed i silicati idrati in corso di formazione;

antigelo,

che consente di abbassare il punto di congelamento di una soluzione acquosa (nella fattispecie quella dell'acqua d'impasto) e il procedere della reazione di idratazione, pur rallentata nella sua cinetica, anche in condizioni di temperatura inferiori a 0°.

Per ottenere il massimo beneficio, ogni additivazione deve essere prevista ed eseguita con la massima attenzione, seguendo alla lettera le modalità d'uso dei fabbricanti.

9.9.4 Specifiche di prestazione e modalità di prove.

Controlli sul conglomerato cementizio

Per i controlli sul conglomerato ci si atterrà a quanto previsto dall'Allegato 2 del D.M. 9 gennaio 1996.

Il conglomerato viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto Allegato 2 del D.M. 9 gennaio 1996.

La resistenza caratteristica del conglomerato dovrà essere non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo di qualità del conglomerato si articola nelle seguenti fasi: studio preliminare di qualificazione, controllo di accettazione e prove complementari (vedere paragrafi 4, 5 e 6 del suddetto Allegato 2).

I prelievi dei campioni necessari per i controlli delle fasi suddette avverranno al momento della posa in opera dei casseri, secondo le modalità previste nel paragrafo 3 del succitato Allegato 2.

Controlli sugli elementi in cemento armato

Per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui alla legge 5 novembre 1971 n. 1086 si applicano le norme tecniche predisposte dal Servizio tecnico centrale ed allegate al D.M. 14 febbraio 1992, modificate ed integrate dalla circolare n. 37406/S.T.C. del 24 giugno 1993 "Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso di cui al D.M. 14 febbraio 1992". Le "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in c.a. normale e precompresso e

per le strutture metalliche” sono contenute nella circolare del 15 ottobre 1996 n. 252 AA.GG./S.T.C. di cui al D.M. 9 gennaio 1996, parte I. L'esame e verifica da parte della Direzione dei lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione dei Lavori nell'esclusivo interesse del Cliente, l'Impresa stessa rimane unica e completa responsabile delle opere, sia per quanto ha rapporto con la loro progettazione e calcolo, che per la qualità dei materiali e la loro esecuzione; di conseguenza essa dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenze essi potessero risultare.

Collaudo degli elementi in cemento armato

In riferimento all'art. 51 del r.d. n. 2229 del 16 novembre 1939 – “Norme per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice ed armato” Capo V, le operazioni di collaudo consistono nel controllare la perfetta esecuzione del lavoro e la sua corrispondenza con i dati del progetto, nell'eseguire prove di carico e nel compiere ogni altra indagine che il collaudatore ritenga necessaria.

Le prove di carico hanno luogo di regola non prima di 50 giorni dall'ultimazione del getto per i conglomerati di cemento idraulico normale (Portland), d'alto forno e pozzolanico, non prima di 30 giorni per i conglomerati di cemento alluminoso, e si effettuano a stagionatura più o meno avanzata secondo la portata delle diverse parti e la importanza dei carichi.

Nelle prove la costruzione deve essere possibilmente caricata nei modi previsti nella progettazione ed in generale in modo tale da determinare le massime tensioni o le massime deformazioni.

La lettura degli apparecchi di misura (flessimetri od estensimetri) sotto carico dev'essere ripetuta fino a che non si verifichino ulteriori aumenti nelle indicazioni.

La lettura delle deformazioni permanenti, dopo la rimozione del carico dev'essere ugualmente ripetuta fino a che non si verifichino ulteriori ritorni.

Qualora si riscontrino deformazioni permanenti notevoli, la prova di carico dev'essere ripetuta per constatare il comportamento elastico della struttura.

Il confronto tra le deformazioni elastiche (consistenti nelle differenze tra le deformazioni massime e le permanenti) e le corrispondenti deformazioni calcolate in base all'art. 34, fornisce al collaudatore un criterio di giudizio sulla stabilità dell'opera.

In riferimento a quanto prescritto dall'art. 28 della legge 11 febbraio 1994, n. 109, già modificato dall'art. 9 della legge 18 novembre 1998 n. 415, il collaudo finale deve comunque avere luogo entro e non oltre sei mesi dall'ultimazione dei lavori. Il medesimo regolamento definisce altresì i requisiti professionali dei collaudatori secondo le caratteristiche dei lavori, la misura del compenso ad essi spettante, nonché le modalità di

effettuazione del collaudo e di redazione del certificato di collaudo e di redazione del certificato di collaudo ovvero, nei casi previsti, del certificato di regolare esecuzione.

Per tutti i lavori oggetto della presente legge deve essere redatto un certificato di collaudo secondo le modalità previste dal regolamento. Il certificato di collaudo ha carattere provvisorio ed assume carattere definitivo decorsi due anni dall'emissione del medesimo. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato ancorché l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro due mesi dalla scadenza del medesimo termine. Nel caso di lavori di importo sino a 200.000 Ecu il certificato di collaudo è sostituito da quello di regolare esecuzione; per i lavori di importo superiore, ma non eccedente il milione di Ecu, è in facoltà del soggetto appaltante di sostituire il certificato di collaudo con quello di regolare esecuzione. Il certificato di regolare esecuzione è comunque emesso non oltre tre mesi dalla data di ultimazione dei lavori.

9.9.5 Ordine da tenersi nello svolgimento di specifiche lavorazioni

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della Direzione dei lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi del Cliente.