



Comune di Bolzano  
Stadtgemeinde Bozen



Provincia Autonoma di  
Bolzano - Alto Adige  
Autonome Provinz  
Bozen - Südtirol

eco center S.p.A.    eco center A.G.  
**NUOVO DIGESTORE    NEUER FAULTURM**  
P.ed.3919 C.C.Gries    B.P.3919 K.G.Gries



**PROGETTO PRELIMINARE - VORPROJEKT**

**CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE**

APPROVAZIONI GENEHMIGUNGEN	DATA DATUM                    06/2016	TAVOLA N. PLAN-NR.
	AGGIORN. ANDERUNG	<b>120 05</b>
	FILE FILE	
PROGETTISTA PLANER  <b>alessandro franza</b> <i>ingegnere</i> I- 39055 LAIVES (BZ) VIA S.GIACOMO 102/B cell. 335 6304028 - fax 0471 250901 - email: alessandro.franza@cert.ingbz.it		COMMITTENTE BAUHERR  ECO CENTER S.p.A. 39100 BOZEN   BOLZANO via Lungo Isarco Destro 21 tel. 0471/089500   fax 0471/089539



## INDICE

---

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>OPERE MECCANICHE E IDRAULICHE.....</b>	<b>11</b>
2.1	Macchine .....	11
2.1.1	Pompe a lobi.....	11
2.1.2	Pompe di circolazione.....	11
2.1.3	Scambiatore di calore.....	11
2.1.4	Compressore biogas.....	12
2.1.5	Filtro a ghiaia .....	12
2.1.6	Cogeneratore .....	12
2.2	Strumenti.....	13
2.2.1	Misuratore di portata .....	13
2.2.2	Misuratore di portata .....	13
2.2.3	Misuratore di temperatura .....	14
2.2.4	Misuratore di livello.....	14
2.2.5	Misuratore di pressione .....	14
2.2.6	Misuratore di temperatura .....	14
2.3	Organi di regolazione.....	15
2.3.1	Attuatori elettrici e pneumatici.....	16
2.4	Tubazioni di collegamento .....	16
2.4.1	Prescrizioni varie .....	16
2.4.2	Materiale tubazioni per tipologia di applicazione .....	18
2.4.3	Diametri e spessori minimi delle tubazioni.....	18
2.4.4	Giunzioni.....	18
<b>3</b>	<b>OPERE ELETTRICHE .....</b>	<b>21</b>
3.1	Norme di riferimento .....	21
3.1.1	Note generali.....	21
3.1.2	Norme e leggi di riferimento .....	21
3.2	Motori elettrici .....	22
3.2.1	Norme pertinenti .....	22
3.2.2	Potenza, tensione, frequenza nominali.....	23
3.2.3	Grandezza costruttiva .....	23
3.2.4	Caratteristiche di avviamento .....	23
3.2.5	Caratteristiche costruttive specifiche.....	23
3.3	Aria strumenti .....	25
3.3.1	In generale .....	25
3.3.2	Distribuzione aria strumenti.....	26

3.3.3 Armadio con cablaggio pneumatico .....	26
3.4 Illuminazione impianto .....	27
3.4.1 Livello di illuminamento medio in esercizio per i diversi ambienti .....	27
3.4.2 Sistema per illuminazione normale .....	27
3.4.3 Tipologia di distribuzione.....	27
3.4.4 Sistema per illuminazione di sicurezza .....	28
3.4.5 Centrale controllo sistema illuminazione di sicurezza .....	29
3.4.6 Centrale .....	29
3.4.7 Collegamenti.....	29
3.4.8 Controlli di sicurezza della centralina.....	29
3.4.9 Comandi a distanza per sistema con apparecchi autonomi .....	30
3.4.10 Segnalazione a distanza .....	30
3.4.11 Controllo di apparecchi illuminazione di sicurezza autonomi .....	30
3.4.12 Apparecchi illuminanti.....	30
3.5 Opere di natura elettrica.....	32
3.5.1 Apparecchiature di media tensione in esecuzione protetta per interno.....	32
3.5.1.1 Generalità.....	32
3.5.1.2 Ammaraggio del quadro .....	32
3.5.1.3 9.1.3 Struttura del quadro .....	32
3.5.1.4 Zoccolo di rialzo .....	33
3.5.1.5 Cassonetto per arrivo cavi dall'alto.....	33
3.5.1.6 Cella apparecchiature MT.....	33
3.5.1.7 Cella sbarre .....	33
3.5.1.8 Cassonetto di bassa tensione .....	33
3.5.1.9 Sbarre principali e connessioni .....	34
3.5.1.10 Materiali isolanti .....	34
3.5.1.11 9.1.11 Impianto di terra .....	34
3.5.1.12 Interblocchi .....	34
3.5.1.13 Verniciatura.....	34
3.5.1.14 Apparecchiature ausiliarie ed accessori.....	35
3.5.1.15 Cavetteria e circuiti ausiliari .....	35
3.5.1.16 Isolatori .....	35
3.5.1.17 Apparecchiature .....	35
3.5.1.18 Certificati e garanzia.....	37
3.5.2 Unità di protezione elettrica.....	37
3.5.2.1 Generalità.....	37
3.5.2.2 Descrizione.....	37
3.5.2.3 Funzioni di protezione, misura e diagnostica .....	39
3.5.2.4 Unità protezioni di corrente .....	40
3.5.2.5 Unità protezioni di tensione .....	42

3.5.2.6	Funzioni di misura .....	42
3.5.3	Interfaccia di rete .....	43
3.5.4	Gruppi di misura e contatori di energia.....	44
3.5.5	Provvedimenti Antifrode.....	44
3.5.6	Trasformatori di distribuzione MT/BT in resina.....	44
3.5.6.1	Generalità.....	44
3.5.6.2	Caratteristiche costruttive .....	45
3.5.6.3	Circuito magnetico .....	45
3.5.6.4	Avvolgimento BT .....	45
3.5.6.5	Avvolgimento MT.....	45
3.5.6.6	Collegamenti MT.....	45
3.5.6.7	Collegamento BT .....	45
3.5.6.8	Prese di regolazione MT .....	46
3.5.6.9	Comportamento al fuoco.....	46
3.5.6.10	Classe ambientale e climatica.....	46
3.5.6.11	Rumorosità.....	47
3.5.6.12	Apparecchiature ausiliarie ed accessori.....	47
3.5.6.13	Prove elettriche.....	47
3.5.6.14	Inquinamento elettromagnetico.....	48
3.5.7	Quadri elettrici di bassa tensione .....	48
3.5.7.1	Caratteristiche costruttive .....	48
3.5.7.2	Quadri di tipo Power Center.....	51
3.5.7.3	Quadri di tipo ad armadio .....	55
3.5.7.4	Quadri di distribuzione di tipo AS.....	57
3.5.7.5	Quadri di tipo a cassetta.....	58
3.5.8	Dimensionamento apparecchiature all'interno degli AS/ANS.....	60
3.5.8.1	Materiali isolanti .....	60
3.5.8.2	Sistema di sbarre fino a 250 A .....	60
3.5.8.3	Adattatori per il montaggio degli apparecchi di protezione direttamente sul sistema sbarre.....	60
3.5.8.4	Fusibili.....	60
3.5.8.5	Contattori.....	61
3.5.8.6	Interruttori automatici specifici per protezione motore .....	62
3.5.8.7	Interruttori automatici e non per quadri servizi ausiliari.....	63
3.5.8.8	Relé termico .....	63
3.5.8.9	Avviamento di motori tramite Soft Start.....	63
3.5.8.10	Inverter a Frequenza Variabile (IFV) .....	64
3.5.8.11	UPS all'interno dei Package .....	64
3.5.8.12	Amperometro e voltmetro analogico .....	65
3.5.8.13	Analizzatore d'energia da quadro.....	65
3.5.8.14	Trasformatori di corrente.....	65

3.5.8.15 Alimentatori stabilizzati ridondati.....	65
3.5.8.16 Illuminazione e presa di servizio all'interno del quadro.....	66
3.5.8.17 9.8.17 Conta ore.....	66
3.5.8.18 Pulsanti - selettori - portalampada.....	66
3.5.8.19 Lampade di segnalazione a LED.....	66
3.5.8.20 Relé ausiliari.....	66
3.5.8.21 Ventilatori e filtri per circolazione aria all'interno dei quadri.....	66
3.5.8.22 Telai Rack 19" girevoli per apparecchiature elettroniche.....	67
3.5.8.23 Telai Rack 19" fissi per apparecchiature elettroniche.....	67
3.5.8.24 Morsettiere.....	67
3.5.8.25 Cablaggio elettrico.....	67
3.5.9 Gruppi prese di servizio.....	68
3.5.10 Vie cavi.....	69
3.5.10.1 Generalità.....	69
3.5.10.2 9.10.2 Tubazione di HPDE e pozzetti, per aree esterne.....	69
3.5.10.3 Tubazione flessibile di PVC serie pesante (corrugato).....	70
3.5.10.4 Tubazione rigida di PVC per posa a vista.....	71
3.5.10.5 Tubazione rigida in PVC filettabile.....	72
3.5.10.6 Canalizzazione porta cavi.....	72
3.5.10.7 Canale in PVC di tipo chiuso.....	73
3.5.10.8 Canaletta d'acciaio zincato di tipo aperto.....	73
3.5.10.9 Canaletta d'acciaio zincato di tipo chiuso.....	74
3.5.10.10 Canaletta d'acciaio inox, di tipo griglia.....	74
3.5.10.11 Materiale di supporto.....	74
3.5.10.12 Tritubo per posa F/O.....	75
3.5.11 Cavi elettrici.....	75
3.5.11.1 Generalità.....	75
3.5.11.2 Conduttore di terra e conduttori di protezione.....	75
3.5.11.3 Conduttore equipotenziale.....	76
3.5.11.4 Cavi isolati per reti d'energia FG7OM.....	76
3.5.11.5 Cavi isolati per reti d'energia tipo FTG10OM.....	76
3.5.11.6 Cavi per collegamenti d'energia in media tensione.....	76
3.5.11.7 Cavi a fibra ottica.....	77
3.5.11.8 Cavi per collegamenti telefonici terminali e di trasmissione dati.....	79
3.5.11.9 Cavi per impianti di "Voice over IP".....	79
3.5.12 Circuiti di distribuzione e alimentazione.....	79
3.5.12.1 Generalità.....	79
3.5.12.2 Isolamento dei cavi.....	80
3.5.12.3 Colori distintivi dei cavi.....	80
3.5.12.4 Sezione minima e caduta di tensione massima ammessa.....	80
3.5.12.5 Sezione minima dei conduttori di neutro.....	81

3.5.12.6	Sezione minima del conduttore di protezione.....	81
3.5.12.7	Sezione dei conduttori di terra e protezione.....	81
3.5.12.8	Propagazione del fuoco lungo i cavi .....	81
3.5.12.9	Provvedimenti contro il fumo .....	81
3.5.12.10	Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi.....	81
3.5.12.11	Sezioni minime del conduttore di terra.....	82
3.5.12.12	Criteri di dimensionamento .....	82
3.5.12.13	Condizioni d'esercizio.....	82
3.5.12.14	Dimensionamento dei cavi ed influenza delle condizioni di posa .....	83
3.5.12.15	Portata dei cavi.....	83
3.5.12.16	Influenze esterne.....	84
3.5.12.17	Armatatura e schermatura .....	84
3.5.12.18	Identificazione.....	84
3.5.12.19	Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione.....	84
3.5.13	Criteri di posa dei circuiti e delle condutture .....	84
3.5.13.1	Norme vigenti.....	84
3.5.13.2	Criteri di posa .....	84
3.5.13.3	Lavori preliminari alla posa .....	84
3.5.13.4	Requisiti di posa .....	85
3.5.13.5	Sforzi di tiro applicabili ai cavi per la posa .....	85
3.5.13.6	Temperatura di posa.....	86
3.5.13.7	Raggio di curvatura .....	86
3.5.13.8	Supportazione dei cavi.....	87
3.5.13.9	Giunzioni e terminazioni .....	87
3.5.13.10	Requisiti generali.....	87
3.5.13.11	Terminazioni.....	87
3.5.13.12	Terminazione e giunzione dei singoli conduttori.....	88
3.5.13.13	Identificazione dei cavi direttamente interrati .....	88
3.5.13.14	Identificazione dei cavi posati aerei.....	89
3.5.13.15	Identificazione dei cavi posati in tubi.....	89
3.5.14	Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi "aerei" in passerelle, canalette o cunicoli non riempiti.....	89
3.5.14.1	Requisiti di posa .....	89
3.5.14.2	Attraversamenti .....	90
3.5.14.3	Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in vista su opere murarie .....	90
3.5.14.4	Posa cavi su fune d'acciaio .....	91
3.5.14.5	Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in tubi.....	91
3.5.14.6	Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi direttamente interrati o posati in cunicoli riempiti.....	91
3.5.14.7	Condizioni particolari di posa .....	92
3.5.14.8	Derivazioni dai percorsi principali e uscite fuori terra.....	92

3.5.14.9 Incroci fra cavi elettrici .....	93
3.5.14.10 Coesistenza fra cavi di energia e cavi di telecomunicazione .....	93
3.5.14.11 Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o strutture metalliche interrato .....	93
3.5.14.12 Elenchi dei cavi.....	93
3.5.15 Scatole e cassette di derivazione.....	94
3.5.16 Apparecchi di comando e di utilizzo .....	95
3.5.17 Protezione dai contatti indiretti.....	96
3.5.17.1 Generalità.....	96
3.5.17.2 Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti - Elementi di un impianto di terra .....	96
3.5.17.3 Prescrizioni particolari per locali da bagno.....	96
3.5.17.4 Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi.....	98
3.5.17.5 Coordinamento dell'impianto di terra con i dispositivi di interruzione .....	98
3.5.17.6 Protezione mediante doppio isolamento.....	99
3.5.18 Protezione dalle sovracorrenti .....	99
3.5.18.1 Protezione delle condutture elettriche .....	99
3.5.18.2 Protezione dei circuiti particolari .....	99
3.5.19 Collegamenti equipotenziali e impianto di terra .....	100
3.5.19.1 Conduttori equipotenziali.....	100
3.5.19.2 Collegamenti equipotenziali nei bagni e simili .....	100
3.5.20 Condotte elettriche interrate .....	100
3.5.20.1 Norme generali per il parallelismo lungo le strade.....	100
3.5.20.2 Cavidotti .....	101
3.5.21 Gruppi statici di continuità .....	102
3.5.21.1 Principio di funzionamento.....	102
3.5.21.2 Caratteristiche tecniche.....	104
3.5.21.3 Prove di accettazione materiali .....	104
3.5.22 Centrali di rifasamento .....	105
3.5.22.1 Condensatori per rifasamento.....	105
3.5.22.2 Centraline rifasamento automatico .....	106
3.5.23 Materiali per impianto di terra nelle cabine elettriche.....	106
3.5.24 Impianto equipotenziale in cabina .....	107
3.5.25 Accessori per cabine elettriche.....	107
3.5.25.1 Tappeto isolante .....	107
3.5.25.2 Guanti isolanti.....	107
3.5.25.3 Pedana isolante per cabina .....	108
3.5.25.4 Estintore.....	108
3.5.25.5 Cartelli monitori.....	108
3.5.25.6 Schema elettrico dell'impianto.....	108
3.5.25.7 Lampada di emergenza portatile .....	109
3.5.25.8 Armature per edifici di cabina elettrica ed altri manufatti minori .....	109

3.6	Modalità di esecuzione dei lavori per impianti a corrente debole .....	109
3.6.1	Impianto rilevazione incendi .....	109
3.6.1.1	Centrale modulare per la rivelazione incendio .....	109
3.6.1.2	Installazione .....	111
3.6.1.3	Cavi e collegamenti.....	111
3.6.2	Rilevatore multicriterio .....	112
3.6.3	Cavo termo sensibile .....	112
3.6.4	Dispositivi di attivazione manuale.....	113
3.6.4.1	Pulsante manuale indirizzato a rottura vetro .....	113
3.6.5	Dispositivi di segnalazione ottico acustica .....	114
3.6.5.1	Ripetitore ottico .....	114
3.6.5.2	Segnalatore ottico acustico.....	114
3.6.5.3	Segnalatore ottico 24 V .....	115
3.7	Strumentazione .....	115
3.7.1	Condizioni d'impiego e caratteristiche.....	115
3.7.2	Caratteristiche dei componenti principali.....	116
3.7.3	Incertezza di misura .....	116
3.7.3.1	Misure di temperatura.....	116
3.7.3.2	Misure di pressione.....	116
3.7.3.3	Controlli di pressione .....	116
3.7.3.4	Misure di portata.....	116
3.7.3.5	Misure di livello .....	116
3.7.4	Accessori comuni.....	116
3.7.4.1	Indicatore locale .....	117
3.7.4.2	Riccioli di raffreddamento.....	117
3.7.4.3	Manifold .....	117
3.7.4.4	Separatori di pressione.....	117
3.7.4.5	Capillare d'estensione .....	118
3.7.4.6	Separatori di condensa .....	118
3.7.4.7	Valvole d'intercetto fluidi primari .....	118
3.7.4.8	Valvole d'intercetto aria strumenti.....	118
3.7.4.9	Pozzetti termometrici.....	119
3.7.4.10	Connessioni degli strumenti al processo .....	119
3.7.5	Messa a terra della strumentazione .....	119
3.7.6	Protezione contro le basse temperature .....	120
3.7.7	Note generali.....	120
3.7.8	Misure di temperatura .....	121
3.7.8.1	Generalità.....	121
3.7.8.2	Termoelementi .....	122
3.7.8.3	Termocoppie.....	122

3.7.9 Misuratori locali di temperatura (termometri).....	122
3.7.9.1 Caratteristiche.....	122
3.7.9.2 Campi di misura.....	123
3.7.9.3 Accessori di montaggio.....	123
3.7.9.4 Accessori comuni .....	123
3.7.10 11.10 Misure di pressione .....	123
3.7.10.1 Campi di misura.....	124
3.7.10.2 Accessori di montaggio.....	124
3.7.11 Misuratori locali di pressione (manometri) .....	124
3.7.11.1 Campi di misura.....	124
3.7.11.2 Accessori di montaggio.....	124
3.7.11.3 Misure di portata.....	124
3.7.11.4 Diaframmi calibrati.....	125
3.7.11.5 Contatori a turbina.....	125
3.7.11.6 Misuratori elettromagnetici .....	125
3.7.12 Misure di livello.....	126
3.7.12.1 Misuratori di livello con trasmettitore di pressione .....	126
3.7.12.2 Misuratori di livello radar .....	126
3.7.13 Misuratori locali di livello .....	127
3.7.13.1 Indicatori di livello a riflessione .....	127
3.7.13.2 Indicatori di livello a trasparenza.....	127
3.7.13.3 Accessori.....	128
3.7.14 Sensori di controllo .....	128
3.7.14.1 Generalità.....	128
3.7.14.2 Controlli di temperatura .....	128
3.7.14.3 Controlli di pressione .....	129
3.7.14.4 Controlli di portata .....	129
3.7.14.5 Controlli di livello .....	129
3.7.14.6 Controlli di posizione.....	131
3.7.15 Installazione, montaggio e collegamento della strumentazione .....	131
3.7.15.1 Posizionamento degli strumenti .....	131
3.7.15.2 Modalità di montaggio.....	132
3.7.15.3 Collegamenti primari .....	132
3.7.15.4 Per misure di portata con D/P.....	132
3.7.15.5 Per misure di pressione BP.....	132
3.7.15.6 Per misure di livello con D/P .....	133
3.7.15.7 Collegamenti secondari e collegamenti pneumatici .....	133
3.7.15.8 Modalità di posa dei collegamenti al processo.....	134
3.7.16 Cassette di derivazione per strumentazione .....	135
3.7.16.1 Piccola cassetta di derivazione del tipo a parete .....	135

3.7.16.2 Media cassetta di derivazione del tipo a parete.....	135
3.7.16.3 Cassette contenitori per sistemi BUS.....	136
3.7.16.4 Montaggio delle cassette di derivazione.....	136
3.7.16.5 Pressa cavi.....	137
3.8 Sistema di controllo degli impianti .....	137
3.8.1 Generalità.....	137
3.8.2 Descrizione pagine video.....	137
3.8.3 Descrizione Pop-Up utente e Pop-Up misure .....	138
3.8.4 Lingua.....	140
3.8.5 Ore di funzionamento.....	140
3.8.6 Errore di mancata risposta .....	140
3.8.7 Misure di temperatura .....	141
3.8.8 Misure di livello.....	141
3.8.9 Misure di portata .....	141
3.8.10 Pannelli operatore .....	141
3.8.11 SCADA.....	141
3.9 Impianto di terra.....	141
3.9.1 Dispersore di terra .....	141
3.9.1.1 Collettore (o nodo) di terra.....	142
3.9.1.2 Conduttori di protezione.....	142
3.9.1.3 Conduttori equipotenziali.....	143
3.9.2 Realizzazione dell'impianto di terra.....	143
3.9.3 Collegamenti di terra di componenti tipici .....	144

## **1 PREMESSA**

---

Il presente documento costituisce il Disciplinare descrittivo e prestazionale del progetto preliminare di *Realizzazione del nuovo digestore anaerobico presso l'impianto di depurazione di Bolzano*, così come previsto dal D.Lgs. 163/06 e D.P.R. 207/10 art. 17.

## 2 OPERE MECCANICHE E IDRAULICHE

---

### 2.1 MACCHINE

#### 2.1.1 Pompe a lobi

**SERVIZIO:** Ricircolo del fango allo scambiatore di calore.

**QUANTITÀ:** 4 (3 + 1R a magazzino)

**DESCRIZIONE:** Pompa volumetrica a lobi.

**SPECIFICHE TECNICHE:**

- portata: 136 m<sup>3</sup>/h
- prevalenza: 3 bar

**MOTORE ELETTRICO:**

- potenza nominale: 15.0 kW
- potenza assorbita: 11.0 kW
- tensione/frequenza/fasi: 400 V – 50 Hz – trifase
- grado di protezione: IP 55
- classe di isolamento: F

**MATERIALI:**

- corpo pompa: ghisa
- guarnizioni: NBR
- basamento: acciaio zincato

#### 2.1.2 Pompe di circolazione

**SERVIZIO:** Circolazione dell'acqua nello scambiatore di calore.

**QUANTITÀ:** 2 (1 + 1R)

**DESCRIZIONE:** Pompa di circolazione.

**SPECIFICHE TECNICHE:**

- portata: 40 m<sup>3</sup>/h
- prevalenza: 7 m

**MOTORE ELETTRICO:**

- potenza nominale: 1.40 kW
- potenza assorbita: 1.37 kW

#### 2.1.3 Scambiatore di calore

**SERVIZIO:** Riscaldamento del fango

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:** Scambiatore di calore a tubi concentrici per il riscaldamento di fanghi destinati alla digestione anaerobica. Nella tubazione interna scorre il fango, mentre nella camicia che si forma tra i tubi concentrici viene fatta passare acqua calda controcorrente, che va a riscaldare il fango.

La coibentazione è realizzata con coppelle termoisolanti, protette da lamierino metallico.

**SPECIFICHE TECNICHE:**

- potenzialità termica: 500000 kcal/h
- diametro tubo interno: DN 150
- diametro tubo esterno: DN 200

**MATERIALI:**

- acciaio inox AISI 316 con struttura in acciaio zincato a caldo.

### 2.1.4 Compressore biogas

**SERVIZIO:** Ricircolo del biogas nei digestori per miscelazione digestato.

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:** Compressore rotativo a palette ad uno stadio, raffreddato ad acqua.

**SPECIFICHE TECNICHE:**

- gas trattato: biogas
- pressione aspirazione: 1033 mbar
- temperatura aspirazione: 30 °C
- portata: 300 m<sup>3</sup>/h
- acqua di raffreddamento: 0.68 m<sup>3</sup>/h

**MOTORE ELETTRICO:**

- potenza assorbita: 22.5 kW
- potenza motore elettrico: 30.0 kW
- velocità rotazione macchina: 1450 giri/min
- velocità rotazione motore: 1450 giri/min

**MATERIALI:**

- statore: ghisa
- rotore: acciaio al carbonio
- palette brevettate in laminato armato leggero a base di resina fenolica rinforzata con tessuto in fibra sintetica a basso coefficiente di attrito.

### 2.1.5 Filtro a ghiaia

**SERVIZIO:** Filtrazione biogas.

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:** Filtro a ghiaia.

**SPECIFICHE TECNICHE:**

- gas trattato: biogas
- portata: 300 m<sup>3</sup>/h

### 2.1.6 Cogeneratore

**SERVIZIO:** produzione energia elettrica e calore.

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:** Cogeneratore da 330 kWel.

**SPECIFICHE TECNICHE:**

- gas trattato: biogas

- quantità gas: 189 Nm<sup>3</sup>/h
- potenza meccanica: 342 kW
- potenza elettrica: 330 kWel
- rendimento elettrico: 38.8%

#### **DIMENSIONI e PESI:**

- lunghezza: 4900 mm
- larghezza: 1700 mm
- altezza: 2000 mm
- peso a secco: 5900 kg
- peso pronto per l'esercizio: 6100 kg

## **2.2 STRUMENTI**

### **2.2.1 Misuratore di portata**

**SERVIZIO:** Misura della portata di fango fresco alimentata al nuovo digestore anaerobico.

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:** Misuratore di portata elettromagnetico.

#### **SPECIFICHE TECNICHE:**

- fluido trattato: fango fresco
- posizione di installazione: su tubazione fuori terra in acciaio AISI304
- diametro tubazione: DN 125
- versione: compatta
- attacchi: flange UNI EN 1092-1 (DIN 2501) PN 10
- campo di misura: 0 ÷ 100 m<sup>3</sup>/h
- segnale in uscita: analogico 4...20 mA
- classe di protezione: IP 67
- temperatura ambiente: -20 ÷ 50 °C
- temperatura del fluido: 5 ÷ 30 °C

### **2.2.2 Misuratore di portata**

**SERVIZIO:** Misura della portata di fango caldo alimentata al nuovo digestore anaerobico.

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:** Misuratore di portata elettromagnetico.

#### **SPECIFICHE TECNICHE:**

- fluido trattato: fango caldo
- posizione di installazione: su tubazione fuori terra in acciaio AISI304
- diametro tubazione: DN 200
- versione: compatta
- attacchi: flange UNI EN 1092-1 (DIN 2501) PN 10
- campo di misura: 0 ÷ 200 m<sup>3</sup>/h
- segnale in uscita: analogico 4...20 mA

- classe di protezione: IP 67
- temperatura ambiente:  $-20 \div 50$  °C
- temperatura del fluido:  $5 \div 30$  °C

### 2.2.3 Misuratore di temperatura

**SERVIZIO:** Misura della temperatura all'interno del digestore.

**QUANTITÀ:** 2

**DESCRIZIONE:** Termometro a termoresistenza modulare.

**SPECIFICHE TECNICHE:**

- tipo di fluido: digestato
- range di misura:  $-200$  °C –  $600$  °C
- massima pressione a 20°C: 75 bar
- segnale in uscita: analogico 4...20 mA
- certificato ATEX

### 2.2.4 Misuratore di livello

**SERVIZIO:** Misura di livello all'interno del digestore.

**QUANTITÀ:** 1

**DESCRIZIONE:** Misuratore di livello radar.

**SPECIFICHE TECNICHE:**

- principio di misura: radar
- temperatura ambiente:  $-40$  °C –  $80$  °C
- temperatura di processo:  $-40$  °C –  $130$  °C
- segnale in uscita: analogico 4...20 mA
- certificato ATEX

### 2.2.5 Misuratore di pressione

**SERVIZIO:** Misuratore di pressione sulle linee biogas in uscita dal nuovo digestore.

**QUANTITÀ:** 2

**DESCRIZIONE:** Trasmittitore di pressione digitale.

**SPECIFICHE TECNICHE:**

- connessione al processo: filettatura, flange
- temperatura di processo:  $-40$  °C –  $130$  °C
- precisione: 0.15 %
- campo di misura: 100 mbar – 40 bar
- segnale in uscita: analogico 4...20 mA
- certificato ATEX

### 2.2.6 Misuratore di temperatura

**SERVIZIO:** Misura della temperatura ingresso e uscita scambiatore di calore.

**QUANTITÀ:** 4

**DESCRIZIONE:** Termometro a termoresistenza modulare.

**SPECIFICHE TECNICHE:**

- tipo di fluido: acqua/fango
- range di misura: -200 °C – 600 °C
- massima pressione a 20°C: 75 bar
- segnale in uscita: analogico 4...20 mA
- certificato ATEX

### **2.3 ORGANI DI REGOLAZIONE**

Le saracinesche e le paratoie in ghisa saranno di fabbricazione normale, rispondenti alle norme vigenti e di prima scelta.

Tutte le saracinesche dovranno avere i raccordi terminali a flangia per la giunzione con la tubazione sulla quale sono inserite.

Il corpo delle saracinesche e delle paratoie, il cappello ed il volantino e tutte le parti in fusione di ghisa dovranno essere costituiti in ghisa del tipo G 22 UNI 668, o più pregiato, e presentare superfici esterne ed interne perfettamente modellate, senza bave e ripassature allo scalpello od alla lima.

I piani di combaciamento di tutte le flange dovranno essere ricavati mediante lavorazione; inoltre le flange di attacco alle tubazioni dovranno presentare una o più rigature circolari concentriche, ricavate al tornio, per facilitare la tenuta della guarnizione.

Dovranno pure essere ottenute con lavorazione a macchina tutte le superfici soggette a sfregamento, i fori delle flange dei coperchi e di quelle di collegamento con le tubazioni, dovranno essere ricavati al trapano.

Le sedi delle valvole e le superfici di tenuta degli otturatori o delle piastre di chiusura dovranno essere ricavate al tornio e venire rettificate in modo da assicurare una perfetta e durevole tenuta degli organi di chiusura.

La perfetta tenuta potrà anche essere ottenuta con l'impiego di speciale materie plastiche sintetiche, purché ne siano specificate la composizione e le caratteristiche meccaniche e siano forniti sufficienti dati sperimentali sulla resistenza dei materiali impiegati sia alle sollecitazioni di tagli e di usura dovute alle manovre di apertura e di chiusura, sia all'azione del liquido convogliato.

Le aste di manovra di saracinesche e paratoie saranno in un solo pezzo e saranno costituiti da lega speciale ad alta resistenza, i filetti saranno ricavati a macchina e dovranno essere completi, a spigoli retti, senza strappi od ammanchi di materiale.

Le tenute saranno realizzate in bronzo o in lega speciale ed accuratamente lavorate.

Le paratoie per canalette, ad infissione o con volantino avranno le piastre, i gargami e le tenute in materiale resistente ai liquidi convogliati. Le parti metalliche saranno realizzate con materiali inossidabili di qualità comunque non inferiore all'acciaio inossidabile AISI 304.

Le opere di carpenteria metallica saranno realizzate in lamiera e profilati rispondenti alle norme UNI con giunzione per saldatura o mediante bulloni. Il materiale di realizzazione di tali carpenterie sarà acciaio zincato a caldo o acciaio inossidabile di idoneo spessore.

Il dimensionamento delle varie parti dell'impianto dovrà tener conto dei possibili sovraccarichi d'emergenza.

### 2.3.1 Attuatori elettrici e pneumatici

Caratteristiche attuatori:

- attuatore pneumatico a doppio effetto o semplice effetto (pressione disponibile 6 Kg/cm<sup>2</sup>), completo di:
  - segnalatore elettrico di valvola chiusa-aperta;
  - segnalatore visivo di valvola chiusa-aperta;
  - comando manuale di emergenza;
  - elettropilota con comando elettrico a 24 Volt c.c., protezione IP 65;
  - regolazione della velocità d'intervento.
- attuatore elettrico per intercettazione e regolazione avente caratteristiche:
  - motore elettrico di comando a 24 Volt c.c./c.a, con protezione IP 67 ed isolamento in classe F, completo di protezione termica di sovraccarico, con reinserimento automatico;
  - comando manuale di emergenza con riduttore e volantino, realizzato in modo che il volantino non sia trascinato durante il comando motorizzato dell'attuatore;
  - treno di ingranaggi comprendente vite senza fine, ruota elicoidale, albero in uscita e dispositivo di inserimento del comando manuale automatico;
  - 2 interruttori di fine corsa;
  - 2 limitatori di coppia;
  - indicatore meccanico di posizione;
  - trasmettitore per la segnalazione a distanza della posizione della valvola;
  - comando locale di apertura-arresto-chiusura della valvola con selettore a tre posizioni del tipo di comando, e precisamente:  
LOCALE = l'attuatore è comandato solo localmente  
ESCLUSO = i comandi elettrici sono completamente esclusi  
A DISTANZA = l'attuatore è comandato solo a distanza, e non è possibile azionarlo localmente.  
Il selettore sarà lucchettabile su ciascuna delle 3 posizioni.

## 2.4 TUBAZIONI DI COLLEGAMENTO

### 2.4.1 Prescrizioni varie

I pezzi speciali in ghisa, in acciaio inossidabile, in acciaio al carbonio e in materiale sintetico ed i relativi tronchi di tubazione risponderanno alle vigenti norme di unificazione (tenuto conto della funzione specifica e delle azioni chimico-fisiche del liquido convogliato).

Date le basse temperature esterne raggiungibili nel periodo invernale, dovranno essere previste opportune coibentazioni per le tubazioni che possono presentare pericolo di gelo.

Le tubazioni o pezzi speciali in ghisa dovranno essere fusi in ghisa G 22 UNI 668 od in metallo di qualità superiore.

Le tubazioni ed i pezzi speciali in acciaio al carbonio avranno giunto a flangia o, in parte, per saldatura elettrica e saranno tutti internamente bitumati a caldo ed esternamente rivestiti o verniciati.

I giunti a flangia avranno forature secondo la dima UNI, salvo richieste specifiche del fornitore, da concordare con la Direzione Lavori.

Eventuali giunti a flangia fissa andranno alternati, in modo opportuno, con giunti a flangia mobile per rendere più agevoli i montaggi e per consentire gli smontaggi e ciò, in particolare, in prossimità di macchinari, saracinesche ed apparecchiature per consentire l'esatto orientamento.

I pezzi speciali a curva dovranno avere largo raggio, possibilmente pari ad almeno due volte il diametro della tubazione.

Le prescrizioni riguardano in generale le tubazioni destinate al trasporto di acqua, gas, liquami e scarichi in genere.

Per tutte le tubazioni non interrate la fornitura dovrà comprendere, anche se non specificato nelle richieste, tutti i materiali di montaggio, quali staffe, mensole, flange, guarnizioni, bulloni, giunti antivibranti, di smontaggio, di dilatazione ecc.

Sono pure comprese le coibentazioni contro il gelo o la dispersione di calore, ove ritenuto opportuno secondo le norme della buona tecnica.

Il tutto a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

Le tubazioni da utilizzare secondo quanto richiesto nelle specifiche delle apparecchiature, sono del tipo:

#### TUBAZIONI IN ACCIAIO AL CARBONIO:

Tubazioni rispondenti alle norme UNI 6363-68 per tubazioni realizzate senza saldatura fino a DN 100 (Fe 35) e alle norme UNI 7091-72 per tubazioni realizzate con saldatura per DN superiori (Fe 42).

I tratti di tubazione interrate dovranno essere previste bitumate internamente con rivestimento bituminoso esterno del tipo pesante. Per i tratti di tubazione in cunicolo dovrà essere prevista la zincatura a caldo per immersione e la successiva verniciatura con adatto ciclo di protezione.

#### TUBAZIONI IN ACCIAIO INOX AISI 304 o SUPERIORE:

Tubazioni e collettori in acciaio inox AISI 304 realizzate senza saldatura per diametri fino a DN25 e di tipo saldato per diametri superiori, completi di curve e pezzi speciali (Tee, riduzioni, fondelli, tronchetti di inghisaggio, tronchetti flangiati per inserzione o sostituzione strumenti, ecc.) flange, staffe e supposti, scaricatori di condensa, ecc.. Per i tratti di tubazioni interrate dovrà essere previsto il rivestimento bituminoso esterno.

#### TUBAZIONI IN HDPE:

Tubazioni e collettori in polietilene ad alta densità per tratti fuori terra dell'acqua di rete (lavaggio, potabile), PN 10/16 prodotte in conformità alle norme UNI EN 12201, complete di curve e pezzi speciali, flange, staffe e supporti.

Estremità lisce per giunzione a manicotto o saldata.

Questi tubi si impiegheranno sia in quei tratti di tubazione in vista (non interrate), che per tratti di tubazione interrate.

#### TUBAZIONI IN PVC RIGIDO:

Tubazioni in PVC rigido, barre 6 m, PN 10 a 20° C - PN 6 a 40 °C - UNI 7441 - 7448 Tipo 312. Compresa raccorderia filettata od incollata, flange, cartelle, bocchettoni, collanti, detergenti, sigillanti, supporti in PVC saldato e tassellato di tipo semplice ed a U, supporti a cravatta, supporti a mensola, ancoraggi

orizzontali e verticali, ancoraggi per elementi flangiati, supporti per valvole a membrana ed a sfera esclusi compensatori per dilatazioni e supporto continuo.

Materiale utilizzato per le tubazioni di dosaggio dei reagenti chimici.

Tubazioni in PVC rigido per fognatura e scarichi interrati non in pressione, conformi alla norma europea UNI EN 1401-1, da utilizzare per l'adeguamento della rete esistente.

## 2.4.2 Materiale tubazioni per tipologia di applicazione

Le tubazioni utilizzate devono essere realizzate in materiali differenti a seconda della diversa tipologia di fluido convogliato e del fatto che le tubazioni siano interrate o fuori terra, come riepilogato nella tabella seguente:

Fluido trasportato	Tubazioni fuori terra	Tubazioni interrate
Refluo fognario ed effluente	Acciaio AISI304 o superiore	Acciaio bitumato o HDPE PN10
Fanghi attivi e fanghi ispessiti	Acciaio AISI304 o superiore	Acciaio bitumato o HDPE PN10
Aria di processo	Acciaio AISI304 o superiore	Acciaio bitumato
Reagenti chimici	In funzione della compatibilità chimica con il particolare reagente impiegato	
Acqua tecnica o acqua potabile	Acciaio AISI304 o superiore	Acciaio bitumato o HDPE PN10
Acque meteoriche	-	HDPE o PVC o PP

## 2.4.3 Diametri e spessori minimi delle tubazioni

1. Per tubazioni in acciaio al carbonio valgono i valori dimensionali riportati nella tabella UNI 6363.

2. Per tubazioni in acciaio inox AISI 304 valgono i seguenti valori dimensionali:

- tubo DN 50 PN 16 - $\varnothing$  60.3 x sp. 2 min
- tubo DN 80 PN 16 - $\varnothing$  88.9 x sp. 2 min
- tubo DN 100 PN 16 - $\varnothing$  114.3 x sp. 2 min
- tubo DN 125 PN 16 - $\varnothing$  139.7 x sp. 2 min
- tubo DN 150 PN 16 - $\varnothing$  168.3 x sp. 3 min
- tubo DN 200 PN 16 - $\varnothing$  219.1 x sp. 3 min

Eventuali tubazioni per liquidi o aria di dimensioni superiori dovranno comunque avere valori di spessore compatibili con una pressione di esercizio continuo di almeno 10 bar e comunque non inferiore alla pressione di esercizio prevista maggiorata del 50%.

3. Per tubazioni in PVC rigido valgono i valori dimensionali riportati nella tabella UNI 7441.

4. Per tubazioni in polietilene ad alta densità (HDPE), valgono i valori dimensionali riportati nelle tabelle UNI 7611/7613.

## 2.4.4 Giunzioni

Le tubazioni saranno collegate fra loro o con altri elementi della linea mediante:

- saldatura di testa;
- giunzione filettata;

- giunzione a flange;
- giunzione con giunti tipo Straub.

### SALDATURA DI TESTA

Le estremità da saldare dovranno essere liberate da ruggine, tracce di bitume, scaglie ed impurità varie, in modo da presentare il metallo completamente nudo.

Il procedimento di saldatura adottato sarà del tipo manuale con elettrodi rivestiti per acciaio al carbonio e al TIG in gas inerte per acciaio inox.

La sezione e lo spessore dei cordoni di saldatura dovranno essere uniformi e la loro superficie esterna regolare, di larghezza costante e senza porosità o altri difetti apparenti.

I cordoni di saldatura dovranno essere eseguiti in modo da compenetrarsi completamente con il metallo di base, lungo tutta la superficie di unione.

La superficie di ogni passata, prima di eseguire quella successiva dovrà essere ben pulita e liberata dalle scorie mediante leggero martellamento ed accurata spazzolatura.

Gli elettrodi dovranno essere scelti di buona qualità e di adatte caratteristiche, in modo da consentire una regolare ed uniforme saldatura, tenendo presente che il metallo d'apporto dovrà risultare di caratteristiche meccaniche il più possibile analoghe a quelle del metallo base.

Dovranno essere adottate tutte le precauzioni possibili per fare in modo che la saldatura da un solo lato dei giunti circonferenziale, sia eseguita in maniera da limitare al minimo colature e frastagliature interne alla tubazione (compatibilmente con la resistenza meccanica del giunto).

Le saldature degli acciai inox dovranno essere opportunamente spazzolate e decappate con opportuni prodotti chimici per evitare inneschi di corrosione.

E' vietata la saldatura di materiali già protetti con zincatura.

### GIUNZIONE FILETTATA

Tutte le specifiche di giunti filettati dovranno essere controllate prima dell'accoppiamento e si dovrà avere cura di rimuovere polvere, ossido e grasso eventualmente presente.

Tutti i giunti filettati, dove non è prevista la saldatura di tenuta, dovranno essere guarniti con teflon o altro idoneo materiale.

### GIUNZIONI A FLANGIA

L'esecuzione di giunti a flangia avverrà mediante interposizione di guarnizioni in gomma o altro materiale idoneo, a forma di corona circolare di spessore non minore di 3 mm.

La guarnizione avrà dimensioni tali da risultare, una volta stretti i bulloni, delle stesse dimensioni delle facce di contatto delle flange, senza che la guarnizione abbia a sporgere nel lume del tubo.

Nei riguardi della tecnica operativa, si procederà a pulire le facce delle flange e la guarnizione in modo da asportare ogni traccia di ossido o sostanze estranee.

Si provvederà quindi al serraggio dei bulloni per coppie opposte.

Salvo diverse indicazioni i fori delle flange dovranno essere sfalsati rispetto agli assi principali di simmetria, secondo le tabelle UNI.

I tipi di flange da impiegarsi sono:

- flange cieche UNI 6091 - 6092 – 6093
- flange da saldare a sovrapposizione UNI 2276 - 2277 - 2278
- flange da saldare in testa UNI 2280 - 2281 – 2282
- flange libere con anello d'appoggio UNI 6088 - 6089 - 6090

Le flange per il collegamento di tubazioni in acciaio al carbonio dovranno essere costituite in acciaio forgiato del tipo Aq 42 UNI 3986 .

Le flange per il collegamento di tubazioni in acciaio inossidabile saranno del tipo da saldare a sovrapposizione, di testa in acciaio inox e del tipo libere in lame di alluminio o GFK con anello d'appoggio in acciaio inossidabile.

Le tubazioni in PVC rigido saranno collegate con apposite giunzioni ad incollaggio a mezzo di flange, giunti in tre pezzi e manicotti.

Le tubazioni in polietilene ad alta densità saranno saldate di testa con apposita apparecchiatura o flangiate dove necessario.

## **3 OPERE ELETTRICHE**

---

### **3.1 NORME DI RIFERIMENTO**

#### **3.1.1 Note generali**

Gli impianti devono essere realizzati in ogni loro parte e nel loro insieme in conformità alle leggi, norme, prescrizioni, regolamenti e raccomandazioni emanate dagli enti, agenti in campo nazionale e locale, preposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione.

#### **3.1.2 Norme e leggi di riferimento**

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti al momento dell'appalto e in particolare essere conformi a:

##### Legislazione generale

- Legge 13 luglio 1966 n. 615. Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico.
- Legge 28 dicembre 1993 n. 549. Misure a tutela dell'ozono stratosferico e dell'ambiente
- Legge 09 dicembre 1998, n. 426. Nuovi interventi in campo ambientale.
- D.Lgs del 25/02/2000 n. 93. Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione.
- D.Lgs. 12 giugno 2003, n. 233. Attuazione della Direttiva 1999/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive (Direttiva ATEX).
- DPR 03 luglio 2003, n. 222. Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili, in attuazione dell'articolo 31, comma 1, della legge 11 febbraio 1994, n. 109.
- D.Lgs. del 3 Aprile 2006, n. 152. Norme in materia ambientale.
- D.Lgs. del 3 Aprile 2006, n. 152. Norme in materia ambientale – Allegati.
- D.Lgs. del 8 Novembre 2006, n. 284. Disposizioni correttive e integrative del Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.

##### Legislazione sulla salute sui luoghi di lavoro

- D.Lgs. 81/2008 (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

##### Legislazione sulle coperture discontinue

- Leggi e decreti cogenti
- Norme UNI

##### Legislazione su Impianti di Climatizzazione

- Leggi e decreti cogenti
- Norme UNI

##### Legislazione su Impianti Idrico sanitari

- Leggi e decreti cogenti
- Norme UNI
- Documento 4 aprile 2000, Linee guida per la prevenzione e il controllo della legionellosi

- Leggi, circolari e decreti cogenti
- Norme UNI
- prescrizioni dei VVF

#### Legislazione su Barriere Architettoniche

- Leggi e decreti cogenti
- Norme UNI

#### Legislazione su Acustica

- Leggi e decreti cogenti
- Norme UNI
- C.C. Art 844.
- prescrizioni di autorità locali

#### Legislazione su Impianti Elettrici

- prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- prescrizioni del gestore della rete;
- norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).
- Norme IEC (International Electrotechnical Commission)
- DM 37/2008: sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.
- Delibere AEEG
- Delibere GSE
- DM 5 maggio 2011.

La normativa CEI è regolamentata, oltre che per l'installazione dell'impianto, anche per i suoi componenti. Citiamo a titolo d'esempio: gli accumulatori (CT 21), le apparecchiature a bassa tensione, quali interruttori automatici, prese a spina, tubi protettivi, apparecchi di comando, commutatori, connettori, interruttori differenziali, ecc. (CT 23), i condensatori (CT 33), le lampade (CT 34), i trasformatori di misura (CT 38), gli involucri di protezione (CT 70), gli apparecchi utilizzatori (CT 107).

#### Norme Europee

- UNI EN ISO 9001. Sistemi di gestione per la qualità. Requisiti

## **3.2 MOTORI ELETTRICI**

### **3.2.1 Norme pertinenti**

Le norme pertinenti sono:

<b>Elettriche</b>	<b>Meccaniche</b>
IEC/EN 60034-1	IEC 60072
IEC/EN 60034-2-1	IEC/EN 60034-5
IEC/EN 60034-30	IEC/EN 60034-6
IEC/EN 60034-8	IEC/EN 60034-7
IEC/EN 60034-12	IEC/EN 60034-9

In particolare la norma IEC/EN 60034-30:2008 definisce quattro classi di efficienza energetica:

IE1 = Efficienza standard (ex classificazione europea EFF2)

IE2 = Efficienza alta (ex classificazione europea EFF1)

IE3 = Efficienza "premium" (identica alla "NEMA Premium" negli USA per 60 Hz)

IE4 = Futuro livello maggiore di IE3

I motori di questo progetto dovranno essere in classe di efficienza energetica IE3.

Il numero dei poli dovrà essere compreso tra 4 .. 6 .. 8 (numero); motori con soli due poli potranno essere previsti solo se autorizzati per iscritto dalla Direzione Lavori.

### **3.2.2 Potenza, tensione, frequenza nominali**

I motori elettrici dovranno dare la potenza nominale in funzionamento continuo senza superare la temperatura di 80 °C a pieno carico, la potenza dovrà risultare uguale a quella della macchina condotta, maggiorata di un opportuno coefficiente.

Per motori accoppiati alle pompe sommergibili e di tipo monoblocco è accettabile la potenza standard del costruttore (salvo diverse indicazioni).

La massima coppia di spunto non dovrà essere inferiore a 2.0 volte la coppia nominale a tensione e frequenza nominale.

### **3.2.3 Grandezza costruttiva**

La grandezza costruttiva di ciascun motore dovrà essere adeguata per l'alimentazione del carico ad esso associato.

Il fattore di dimensionamento dei motori dovrà essere, come minimo, il seguente:

- Fino a 1.5 kW 1.4 volte
- Maggiore di 1.5 kW, fino a 4 kW 1.25 volte
- Maggiore di 4 kW, fino a 7.5 kW 1.2 volte
- Maggiore di 7.5 kW, fino a 40 kW 1.15 volte
- Maggiore di 40 kW 1.1 volte

I motori che dovranno essere installati all'esterno, in diretto contatto con i raggi solari dovranno avere un ulteriore fattore di dimensionamento pari a 1.25 volte.

### **3.2.4 Caratteristiche di avviamento**

I motori sono dimensionati per avviamento a piena tensione.

Tutti i motori saranno dimensionati per tre avviamenti consecutivi partendo con gli avvolgimenti a temperatura di regime, seguito da un quarto avviamento dopo 30 minuti di raffreddamento; tutto questo senza superare la temperatura limite delle norme, se non specificato diversamente nel foglio dati del motore.

### **3.2.5 Caratteristiche costruttive specifiche**

#### **MATERIALI**

##### Avvolgimenti ed isolamento

I motori di bassa tensione dovranno avere classe di isolamento F (usata come classe B) e dovranno essere idonei per operare in aree umide, con occasionali contatti con gas e vapori e notevoli fluttuazioni di temperatura, inverter compatibili fino a 500 Vca.

I conduttori principali potranno essere sia di rame, sia di alluminio, tuttavia con avvolgimenti di sezione tale da sopportare senza danni i valori di c.to c.to nominale del circuito in cui andranno permanentemente collegati.

### Carcassa

Le carcasse dei motori dovranno essere in alluminio, ove dimostrabile che non possono essere forniti in alluminio le carcasse potranno essere fornite in ghisa.

L'altezza dell'asse e le dimensioni, così come le dimensioni e gli interassi dei fori di fissaggio dovranno essere in accordo alle norme vigenti.

Se non diversamente specificato, tutti i motori dovranno avere un grado di protezione non inferiore a IP 55.

### Trattamenti superficiali

I motori dovranno avere un trattamento superficiale adatto per una categoria di corrosione almeno C4, in accordo a ISO 12944:2

## **RAFFREDDAMENTO**

### Raffreddamento tramite la ventola coassiale

I motori saranno generalmente del tipo chiuso con ventilazione esterna.

Le ventole di materiale plastico saranno accettate solo per potenza nominale del motore inferiore a 1 kW.

I ventilatori per i motori di B.T. dovranno essere adatti per entrambi i sensi di rotazione.

### Raffreddamento tramite un ventilatore sussidiario

I motori con ventilazione tramite ventilatore sussidiario saranno accettati solo per avviamenti tramite Inverter a Frequenza Variabile.

Detti ventilatori sussidiari potranno essere accettati solo se forniti dal costruttore del motore principale e solo se questo ultimo è dotato di termo resistenze negli avvolgimenti principali.

## **LUBRIFICAZIONE, CUSCINETTI**

Sono preferibili i cuscinetti auto lubrificati; se questo non è possibile i cuscinetti con lubrificazione controllata saranno riempiti di olio o grasso e saranno equipaggiati di valvola per prevenire sovra riempimento.

Per motori di potenza > 15 kW, i cuscinetti devono avere lubrificazione controllata e dispositivo rabbocco portato all'esterno della macchina.

I cuscinetto per motori aventi asse orizzontale, se non diversamente specificato, potranno essere dimensionati per sostenere esclusivamente il carico radiale, diversamente dovranno essere dimensionati anche per il carico di spinta.

Dove necessario, se il costruttore della macchina lo ritiene opportuno, i cuscinetti saranno isolati elettricamente per prevenire correnti d'albero (motori di grossa potenza).

## **ALBERO E ACCOPPIAMENTI**

L'albero di estensione dovrà essere in accordo alle norme vigenti.

L'accoppiamento motore – utilizzatore, se non eseguito in fabbrica, dovrà essere verificato sul posto, in fase di pre-commissioning tramite opportuna strumentazione.

I verbali di dette verifiche dovranno essere messi a disposizione della Direzione Lavori e / o del Committente.

## **SCATOLA MORSETTIERA**

La scatola morsettiera, i morsetti e tutti i relativi accessori dovranno essere idonei a sostenere la corrente di c.to prevista nel circuito a cui il motore sarà permanentemente collegato, per un tempo di almeno di 0.25 sec.

La morsettiera potrà essere ruotata di 90° o 180° per facilitare l'ingresso dei cavi senza causare il rifacimento delle connessioni degli avvolgimenti del motore.

La scatola morsettiera sarà provvista di foro filettato per i cavi di alimentazione in accordo alla normativa tecnica in vigore.

In una seconda scatola morsettiera saranno terminati, se necessari, i conduttori relativi alla strumentazione inserita all'interno del motore.

### **LIVELLO SONORO**

I motori dovranno essere progettati al fine di contenere il livello sonoro in pressione entro gli 85 dB (A) a 1.0 m di distanza (Norma ISO).

Tutti gli aspetti della produzione del rumore devono essere presi in considerazione, quali : vibrazioni, armoniche, cuscinetti, bilanciamento meccanico, ventilatore, ecc.

### **VIBRAZIONI**

L'ampiezza delle vibrazioni, misurata picco-picco, in condizioni normali di esercizio, non dovrà superare i limiti previsti dalle norme citate.

### **ACCESSORI**

I motori dovranno essere completi dei seguenti accessori:

- golfari di sollevamento;
- bullone di messa a terra della carcassa;
- targa dati;
- targa con istruzioni per la lubrificazione (dove necessario);
- targa con l'item del motore;
- per i motori in bassa tensione di potenza  $\geq 30 - 89$  kW con 3 termistori inseriti negli avvolgimenti di statore;
- per i motori in bassa tensione di potenza  $\geq 90$  kW con 3 termo resistenze (Pt100) inseriti negli avvolgimenti di statore. Detti dispositivi saranno attestati ad una morsettiera apposita;
- per i motori in bassa tensione di trascinalimento di ventilatori per potenza superiore  $\geq 40$  kW, oppure per motori di potenza nominale  $\geq 150$  kW con 2 termo resistenze (Pt100) inseriti nei cuscinetti. Detti dispositivi saranno attestati ad una morsettiera apposita.

Dove richiesto e dove ritenuto necessario dal fornitore, i motori saranno provvisti di scaldiglie per evitare la condensa.

## **3.3 ARIA STRUMENTI**

### **3.3.1 In generale**

Gli strumenti saranno alimentati con aria priva d'olio e di polvere.

Dalla rete di distribuzione dell'aria strumenti non sarà prelevata aria che serva per altri usi che non siano di strumentazione.

### 3.3.2 Distribuzione aria strumenti

La rete di distribuzione aria strumenti sarà in tubo d'acciaio zincato.

Le diramazioni dal collettore, complete di valvole d'intercettazione saranno da 1"½ e termineranno in barilotti di distribuzione di diametro 1"½, con numero 5 o 10 prese da ¼", ciascuna munita di valvola d'intercettazione.

Da qui allo strumento il collegamento pneumatico sarà realizzato con tubing e raccordi a compressione d'AlSI 1.4401 avente diametro 8 mm e spessore 1 mm.

I tubi d'AlSI 1.4401 dovranno essere disposti in fasci di piani paralleli opportunamente fissati e disposti in modo da non pregiudicare l'accessibilità alle apparecchiature.

La raccorderia impiegata, dovrà essere INOX, del tipo a compressione filettata ¼" NPT.

I tubi singoli o i fasci di tubi dovranno essere, se necessario, supportati da appositi profilati a " L " adeguatamente fissati alle strutture.

### 3.3.3 Armadio con cablaggio pneumatico

Il cablaggio pneumatico all'interno dei quadri dovrà essere eseguito con tubi di polietilene di diametro esterno 8 mm; solo in casi particolari si dovranno impiegare tubi di rame 6 x 0,75 mm o 1 mm.

I tubi di polietilene dovranno essere sistemati all'interno di canalette di plastica con stipamento max ammesso 50 %; in dette canalette non dovranno essere contenuti raccordi di giunzione o di smistamento.

I tubi di rame dovranno essere disposti in fasci di piani paralleli opportunamente fissati e disposti in modo da non pregiudicare l'accessibilità alle apparecchiature.

La raccorderia impiegata, dovrà essere del tipo a compressione per entrambi i casi.

Tutti i collegamenti pneumatici da e per il campo dovranno fare capo ad apposite morsettiere terminali del tipo da concordare tra le seguenti:

barra in ottone con forature filettate ¼" NPT disposte a T o a croce complete di raccordi di estremità e tappi maschio per le uscite non utilizzate;

profilati in acciaio ad L completi di raccordi passa paratia in ottone eventualmente adatti per tubo di rame da un lato e tubo di polietilene dall'altro;

barra componibile costruita con elementi di materiale plastico completi di raccordi Parker d'ottone.

I colori da impiegare per i tubetti dei collegamenti pneumatici sono i seguenti:

- alimentazioni ROSSO
- segnali agli organi di regolazione GIALLO
- segnali di ingresso dal campo ARANCIO
- alimentazioni orologerie pneumatiche VERDE
- circuiti ausiliari NERO

Il numero di riserve delle morsettiere pneumatiche complete dei relativi attacchi da prevedere non dovranno risultare inferiori al 20 % del totale richiesto.

### 3.4 ILLUMINAZIONE IMPIANTO

#### 3.4.1 Livello di illuminamento medio in esercizio per i diversi ambienti

L'illuminazione dei diversi ambienti interni ed esterni, è eseguita secondo norma UNI EN 12464-1; gli impianti dovranno essere realizzati in modo da garantire i seguenti valori di illuminamento medio:

Area o ambiente	E medio Ra	UGRL	
Luoghi di lavoro in installazioni di processo	200 lux	80	25
Sala controllo	500 lux	80	16
Uffici	500 lux	80	19
Magazzini attivi	300 lux	60	25
Cabine elettriche	200 lux	80	25
Sala macchine	200 lux	80	25
Bagni e guardaroba	200 lux	80	25
Locale caldaie	100 lux	40	28
Magazzini giacenze	100 lux	60	25
Illuminazione di sicurezza – vie d'esodo	5 lux		
Illuminazione di sicurezza – illuminazione antipanico	2 lux		

Sono anche da rispettare i seguenti rapporti tra illuminamenti e uniformità nelle zone circostanti e nelle zone del compito:

Illuminamento del compito Lux	Illuminazione delle zone immediatamente circostanti
≥ 750	500
500	300
300	200

I livelli di illuminamento potranno essere raggiunti con il contributo di tutti gli impianti di illuminazione contemporaneamente in funzione.

#### 3.4.2 Sistema per illuminazione normale

Gli impianti di illuminazione normale dovranno essere realizzati in tutti i locali e le aree dell'impianto incluse nello scopo del lavoro del presente appalto, in accordo ai livelli di illuminamento precedentemente indicati.

Per la realizzazione degli impianti di illuminazione l'alimentazione degli apparecchi illuminanti dovrà essere realizzata mediante circuiti a 220 V - 50 Hz, F+N+T, partenti dal quadro di servizio di pertinenza.

In generale i circuiti dovranno essere comandati dagli interruttori e relè presenti nel quadro e da distanza.

L'uso di interruttori locali sarà concesso solo per i locali di servizio (sale quadri, uffici, servizi igienici, ecc.)

Per i cavi di alimentazione la sezione minima ammessa sarà del 1.5 mm<sup>2</sup> per i circuiti luce e 2.5 mm<sup>2</sup> per i circuiti prese.

Tutti gli apparecchi illuminanti dovranno essere singolarmente rifasati a  $\cos\phi$  0.9.

#### 3.4.3 Tipologia di distribuzione

Le caratteristiche generali degli impianti in relazione all'ambiente di installazione sono di seguito indicate.

Quando gli impianti si trovino in zona AD, ossia in zona classificata dalle Norme CI 31-30 per la presenza di materiali che creano un pericolo di esplosione, devono essere rispettati, qualora più restrittivi, i criteri prescritti dalle norme stesse.

Per quanto possibile, le apparecchiature elettriche devono essere installate al di fuori delle zone AD; ciò vale in ogni caso per il quadro di distribuzione e per le prese.

### **AMBIENTI CHIUSI**

Cavi: devono essere posati in tubi metallici o su passerelle.

Cavetti: devono essere posati in tubi metallici.

Apparecchi di comando: devono essere contenuti in custodie con grado di protezione minimo IP 55.

Prese devono essere con tenuta agli spruzzi, IP54; il grado di protezione deve essere assicurato anche a spina inserita.

Apparecchi di illuminazione: possono essere di tipo industriale aperto.

In presenza di stillicidio devono avere grado di protezione non inferiore a IP 44.

Quadri elettrici e simili: devono avere grado di protezione non inferiore a IP 41.

In presenza di stillicidio devono avere un tettuccio sporgente che conferisca al quadro un grado di protezione non inferiore a IP 42.

### **AREE ESPOSTE ALLE INTEMPERIE**

Cavi: devono essere posati in tubi metallici o su passerella.

Cavetti: devono essere posati in tubi metallici.

Apparecchi di comando: devono essere contenuti in custodie con grado di protezione minimo IP 55.

Per quanto possibile, le apparecchiature elettriche devono essere installate in punti riparati, tali che le strutture circostanti assicurino un grado di protezione almeno IPX2.

### **AMBIENTI AGGRESSIVI**

Cavi e cavetti: devono essere posati in tubi di plastica.

Apparecchi di comando: devono essere contenuti in custodie di plastica con grado di protezione minimo IP 55.

Prese: devono essere in custodia di plastica con tenuta agli spruzzi, IP 54; il grado di protezione deve essere assicurato anche a spina inserita.

Apparecchi di illuminazione: devono rispettare le caratteristiche indicate di seguito, in alluminio-vetro, acciaio inox- vetro AISI 304 18/10, policarbonato, con grado di protezione non inferiore a IP 65.

Quadri e simili: devono essere, di regola, sistemati all'esterno della zona e ambiente con presenza di sostanze aggressive.

I criteri di cui sopra devono estendersi, di regola, a tutto il locale dell'impianto chimico in causa o, se questo è all'aperto o in ambiente comune a più impianti, fino a 3 m dalle parti di impianto che possono diffondere l'agente corrosivo.

### **AMBIENTI DI TIPO "CIVILE"**

Si intendono come tali: scale, uffici, servizi e corridoi dei servizi e ambienti analoghi.

Gli impianti devono, di norma, essere in esecuzione incassata.

#### **3.4.4 Sistema per illuminazione di sicurezza**

Gli impianti di illuminazione di sicurezza dovranno essere realizzati in tutti i locali e le aree dell'impianto incluse nello scopo del lavoro del presente appalto, in accordo ai livelli di illuminamento precedentemente indicati.

### 3.4.5 Centrale controllo sistema illuminazione di sicurezza

Il centro del sistema per illuminazione di sicurezza sarà costituito da un sistema modulare centralizzato per il controllo di apparecchi di illuminazione ordinaria, di sicurezza autonomi e alimentati per l'illuminazione di sicurezza da rete ENEL, costituito da centraline in grado di controllare fino a 100 apparecchi.

Il sistema presenterà le seguenti caratteristiche principali:

- Singola linea bus per controllo apparecchi in cavo bifilare senza schermatura di sezione 2x1.5 mm<sup>2</sup> per distanza massima tra Dardo Plus e Dardo Lampade 400 m.
- per distanza massima di 600 m, la massima estensione cumulativa della linea Dardo di controllo lampade deve essere massimo 1000 m.
- Supervisione tramite PC con apposito software per Windows® per impianti locali in linea RS 485 e/o remoti via modem.

### 3.4.6 Centrale

La centrale del sistema per l'illuminazione di sicurezza avrà le seguenti caratteristiche tecniche:

- Centralina in contenitore plastico installabile su barra DIN, con alimentazione 230/240 V - 50/60 Hz.
- Display retro illuminato per la visualizzazione dello stato dell'impianto e la gestione comandi e programmazione tramite menu.
- Tastiera con tasti a membrana per i comandi.
- Segnalazioni luminose a led multicolore.
- 2 uscite seriali RS485 per collegamento a centraline, supervisore e stampante.
- 3 ingressi (0-24Vcc) per effettuare comandi a distanza.
- 4 uscite per segnalazione a distanza (0-24Vcc).
- Batteria interna al Ni/Cd per alta temperatura 6 V – 0.6 Ah, con autonomia fino a 3.30 h.
- Selezione della lingua di visualizzazione e stampa tramite microinterruttore (8 lingue selezionabili tra cui l'italiano, il tedesco e l'inglese).
- Configurazione del controllo del tipo di applicazione (illuminazione ordinaria, apparecchi autonomi, apparecchi alimentati da soccorritore dedicato) tramite microinterruttori.
- Pulsante spegnimento centralina di controllo per periodi di inattività.

### 3.4.7 Collegamenti

Per effettuare il sistema per l'illuminazione di sicurezza sarà necessario effettuare i seguenti collegamenti elettrici:

- Singola linea bus costituita da un cavo bifilare senza schermatura sez. 2x1.5 mm<sup>2</sup> per il controllo apparecchi (lunghezza massima compreso diramazioni 1000 m da ogni apparecchiatura di controllo, come descritto precedentemente).
- Collegamento tra centraline o supervisore mediante linea seriale RS485 per distanze fino a 1200 m.
- Connessione tra centralina ed apparecchi senza alcuna interfaccia esterna.

### 3.4.8 Controlli di sicurezza della centralina

Il sistema sarà dotato dei seguenti controlli di sicurezza dell'impianto:

- Diagnostica run-time per un controllo continuo dello stato del sistema.

- Realizzazione di test funzionali e di autonomia, sia automatici personalizzati che manuali.
- Programmazione libera delle date e delle cadenze dei test.
- Programmazione della durata del test di autonomia in relazione alle regolamentazioni normative vigenti.
- Identificazione dello stato di funzionamento della centralina di controllo mediante segnalazioni a led multicolore.
- Segnalazione delle anomalie di lampade guaste, test in corso ed inibizione della sicurezza mediante led multicolore.

### 3.4.9 Comandi a distanza per sistema con apparecchi autonomi

La centrale sarà dotata di un microinterruttore per la commutazione della gestione della centralina da comandi locali a comandi a distanza; i comandi a distanza disponibili saranno i seguenti:

- inibizione della sicurezza;
- ripristino dell'inibizione;
- test a durata variabile.

### 3.4.10 Segnalazione a distanza

La centrale sarà completa dei seguenti contatti di allarme: intervento illuminazione di sicurezza, anomalie lampade, test in corso, inibizione sicurezza.

### 3.4.11 Controllo di apparecchi illuminazione di sicurezza autonomi

La centrale avrà la possibilità, tramite microinterruttori, di controllare le seguenti tipologie di apparecchi illuminanti:

- Apparecchi di illuminazione di sicurezza autonomi:
  - controllo realizzato attraverso apparecchi muniti di circuito di interfaccia indirizzabile per identificazione apparecchio guasto;
- Apparecchi alimentati da soccorritore:
  - controllo realizzato attraverso apparecchi muniti di circuito di interfaccia indirizzabile per identificazione apparecchio guasto;
- Apparecchi per illuminazione ordinaria:
  - controllo "run time" mediante apposito modulo di interfaccia indirizzabile, interno agli apparecchi, per identificazione apparecchio guasto.

### 3.4.12 Apparecchi illuminanti

#### GRADI DI PROTEZIONE MINIMI

Il grado di protezione meccanica minimo degli equipaggiamenti elettrici e strumentali, se non diversamente indicato nei rispettivi capitoli dovrà essere, come minimo, come di seguito indicato:

	<b>Interno</b>	<b>Esterno</b>
Apparecchi illuminanti per uffici	IP 20	--
Apparecchi illuminanti per edifici industriali	IP 54	IP 55
Apparecchi illuminanti per esterni	--	IP 55

## TIPOLOGIA

a) Plafoniera ovale in lega di alluminio, con gabbia di protezione, completa di lampada PL o FL, diffusore in vetro rigato antiurto ad alto rendimento luminoso, portalampada di sicurezza E 27 in porcellana o analoga, verniciatura a forno, con polvere, vernice antigraffio polimerizzata a 180 °C, adatti anche in ambienti con presenza di elementi abrasivi, uno speciale trattamento al cromo, applicato prima della verniciatura garantisce la protezione contro la corrosione, lo spessore minimo di 3 mm delle pareti assicura una grandissima resistenza agli urti (30 Joule), colore grigio RAL 7035, stagna IP 65, conformi alle norme CEI EN 60598-2-1.

b) Plafoniera per interni, 1x18 W / 2x18 W / 1x36 W / 2x36 W, con corpo di larghezza 100 / 160 mm e altezza 100 mm in policarbonato autoestinguente V2, stampato ad iniezione in colore grigio RAL 7035, guarnizione di tenuta iniettata ecologica anti invecchiamento.

Schermo in policarbonato autoestinguente V2, stabilizzato agli UV, trasparente stampato ad iniezione, con superficie esterna liscia e interna con prismaticazione differenziata, con scrocchi Inox a scomparsa filo corpo per pulizia semplificata, apertura antivandalica, per montaggio a vista con tris di staffe metalliche/Inox in dotazione che consentano la dilatazione, elemento porta cablaggio in acciaio zincato a caldo e verniciato di colore bianco, cablaggio elettronico EEI A2, con lampade fluorescenti, alimentazione 230 V - 50/60 Hz, fusibile, rifasata cos $\phi$  > 0,95, alimentatore con accensione a caldo della lampada, cavi rigidi PVC termo resistenti HT 90 °C sezione 0,75 mm<sup>2</sup> conformità norma CEI EN 60598-1, marchio IMQ, ingresso linea tramite pressa cavo PG 13,5 in dotazione, con grado di protezione IP 65.

c) Plafoniera per esterni, 1x36 W / 2x36 W, con corpo in alluminio stampato monoblocco, verniciatura a polvere epossipoliestere di colore bianco RAL 9010 e schermo in vetro trasparente, non combustibile, temprato di spessore 4 mm, alloggiato e bloccato alla cornice perimetrale in acciaio inox completa di guarnizione di tenuta, apertura a cerniera tramite scrocchi in acciaio inox, recuperatore di flusso parabolico sovradimensionato a distribuzione ampia in alluminio a specchio con trattamento superficiale al titanio magnesio, assenza di iridescenza, alto rendimento > 70%, elemento porta cablaggio in acciaio zincato a caldo e verniciato di colore bianco, cablaggio elettronico EEI A2, con lampade fluorescenti 1x58 W, 230 V – 50/60 Hz, fusibile, rifasata cos $\phi$  > 0,90, conformità norma CEI EN 60598-1, marchio IMQ, con grado minimo di protezione IP 65.

d) Armatura stradale per illuminazione aree, a LED, Disano 3241, Modoled plus POWERLED, con corpo: In alluminio pressofuso con dissipatore incorporato per una lunga durata dei LED, riflettore di tipo stradale in alluminio speculare, ottiche modulari di policarbonato V0 metallizzato ad alto rendimento, micro sfaccettatura per ridurre l'effetto dell'abbagliamento diretto, con lente per una migliore distribuzione luminosa. Il sistema di dissipazione del calore è appositamente studiato e realizzato per permettere il funzionamento dei LED con temperature inferiori ai 50° (Ta = 25°) garantendo ottime prestazioni/rendimento ed un' elevata durata di vita.

LED: Equipaggiato con moduli Led 2.1W Ra 80 – 12420 lm – 113 W tot. - 4000K - 700mA; il rendimento totale dell'apparecchio è prossimo al 100%; riduzione del flusso luminoso "mezzanotte virtuale", con sistema Stand alone.

### 3.5 OPERE DI NATURA ELETTRICA

#### 3.5.1 Apparecchiature di media tensione in esecuzione protetta per interno

##### 3.5.1.1 Generalità

Ogni quadro dovrà essere completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

- lamiere di chiusura laterali e per chiusura passaggio cavi comprese;
- attacchi per collegamento cavi di potenza compresi cavi e terminali;
- morsettiera per collegamento cavi ausiliari esterni compresa, cavi e capicorda esclusi.

<i>Dati elettrici principali</i>	
Tensione nominale fino a	24 kV
Tensione esercizio fino a	24 kV
Numero delle fasi	3
<i>Livello nominale di isolamento</i>	
Tensione di tenuta ad impulso 1,2/50 $\mu$ s a secco verso terra e tra le fasi (valore di cresta)	125 kV
Tensione di tenuta a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi	50 kV
Frequenza nominale	50/60 Hz

##### 3.5.1.2 Ammaraggio del quadro

Il fissaggio del quadro a pavimento dovrà essere effettuato tramite 4 tasselli ad espansione con viti M8 e relativa rondella.

##### 3.5.1.3 9.1.3 Struttura del quadro

Il quadro dovrà essere formato da unità affiancabili ognuna costituita da celle componibili e standardizzate.

Il quadro realizzato in esecuzione protetta dovrà essere adatto per installazione all'interno in accordo alla normativa CEI/IEC.

La struttura portante dovrà essere realizzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm.

Gli accoppiamenti meccanici tra le unità dovranno essere realizzati a mezzo bulloni, mentre sulla base della struttura portante dovranno essere previsti i fori per il fissaggio al pavimento di ogni unità.

L'involucro metallico di ogni unità comprenderà:

- due aperture laterali in cella sbarre per il passaggio delle sbarre principali;
- un pannello superiore di chiusura della cella sbarre smontabile dall'esterno fissato con viti;
- una porta o un pannello frontale di accesso alla cella apparecchiature;
- due ganci di dimensioni adeguate per il sollevamento di ciascuna unità.

Le pareti posteriore e laterali di ciascuna unità dovranno essere fisse, pertanto potranno essere rivettate od imbullonate. In questo ultimo caso dovranno essere smontabili solo dall'interno.

La porta o pannello dovrà essere interbloccata con le apparecchiature interne come previsto nella descrizione delle varie unità e dovrà avere un oblò di ispezione della cella.

Il grado di protezione dell'involucro esterno dovrà essere IP 2XC secondo norme CEI EN 60529.

Il grado di protezione tra le celle che compongono l'unità e le celle di unità adiacenti dovrà essere IP 20 secondo norme CEI EN 60529.

Le unità dovranno essere realizzate in modo da permettere eventuali futuri ampliamenti sui lati del quadro, pertanto saranno previste delle chiusure laterali di testa, con pannelli in lamiera smontabili dall'interno mediante l'utilizzo di appositi attrezzi.

#### **3.5.1.4 Zoccolo di rialzo**

Dovrà essere possibile accessoriare ogni cella con uno zoccolo di rialzo in lamiera di altezza 35 cm che permetta l'installazione del quadro anche in locali esistenti privi di cunicoli passacavi.

#### **3.5.1.5 Cassonetto per arrivo cavi dall'alto**

In alternativa all'arrivo standard dei cavi dal basso, dovrà essere possibile inserire un cassonetto di collegamento che permetta l'allacciamento dei cavi nella parte alta del quadro.

I cassonetti dovranno essere sempre dotati di isolatori capacitivi e relative lampade di segnalazione presenza tensione.

#### **3.5.1.6 Cella apparecchiature MT**

La cella apparecchiature MT dovrà essere sistemata nella parte inferiore frontale dell'unità con accessibilità tramite porta incernierata o pannello asportabile. La cella, in base alle diverse funzioni, potrà contenere:

- interruttore in SF<sub>6</sub>, montato su carrello, in esecuzione asportabile, connesso al circuito principale con giunzioni flessibili imbullonate e completo di blocchi e accessori;
- interruttore di manovra sezionatore o sezionatore rotativo a 3 posizioni (chiuso sulla linea, aperto e messo a terra) isolato in SF<sub>6</sub>;
- fusibili di media tensione;
- terna di derivatori capacitivi, installati in corrispondenza dei terminali cavi;
- attacchi per l'allacciamento dei cavi di potenza;
- trasformatori di misura;
- canalina riporto circuiti ausiliari in eventuale cella BT;
- comando e leverismi dei sezionatori;
- sbarra di messa a terra.

#### **3.5.1.7 Cella sbarre**

La cella sbarre dovrà essere ubicata nella parte superiore dell'unità e conterrà il sistema di sbarre principali in rame elettrolitico.

Le sbarre attraverseranno le unità senza interposizione di diaframmi intermedi, in modo da costituire un condotto continuo.

Al fine di garantire al personale le necessarie condizioni di sicurezza, la cella sbarre dovrà essere segregata dalle celle apparecchiature con grado di protezione IP 20 (CEI EN 60529).

#### **3.5.1.8 Cassonetto di bassa tensione**

L'eventuale cassonetto di bassa tensione dovrà essere posizionato sulla parte superiore frontale dell'unità, dovrà essere corredato di una portella incernierata, con chiavistelli o serratura a chiave e dovrà poter contenere:

- morsettiere per l'allacciamento dei cavetti ausiliari provenienti dall'esterno;
- tutte le apparecchiature di comando, segnalazione e misura contrassegnate con opportune targhette indicatrici;
- relé di protezione, controllori di isolamento ecc.

#### **3.5.1.9 Sbarre principali e connessioni**

Le sbarre principali e le derivazioni dovranno essere realizzate in tondo di rame rivestito con isolanti termo restringenti e dimensionate per sopportare le correnti di corto circuito fino a 16 kA per 1 s.

#### **3.5.1.10 Materiali isolanti**

I criteri di progettazione delle parti isolanti dovranno garantire la resistenza alla polluzione ed all'invecchiamento.

Tutti i materiali isolanti, impiegati nella costruzione del quadro, dovranno essere autoestinguenti ed inoltre saranno scelti con particolare riguardo alle caratteristiche di resistenza alla scarica superficiale ed alla traccia.

#### **3.5.1.11 9.1.11 Impianto di terra**

L'impianto di terra principale di ciascuna unità dovrà essere realizzato con piatto di rame di sezione non inferiore a 125 mm<sup>2</sup>, al quale dovranno essere collegati con conduttori o sbarre di rame i morsetti di terra dei vari apparecchi, i dispositivi di manovra ed i supporti dei terminali dei cavi.

In prossimità di tali supporti dovrà essere previsto un punto destinato alla messa a terra delle schermature dei cavi stessi.

La sbarra di terra sarà predisposta al collegamento all'impianto di messa a terra della cabina.

#### **3.5.1.12 Interblocchi**

Le unità dovranno essere dotate di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che potrebbero compromettere, oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

In particolare dovranno essere previsti i seguenti interblocchi:

- blocco a chiave tra l'interruttore e il sezionatore di linea, l'apertura del sezionatore di linea dovrà essere subordinata all'apertura dell'interruttore;
- blocco meccanico tra sezionatore di linea e sezionatore di terra. La chiusura del sezionatore di terra dovrà essere subordinata all'apertura del sezionatore di linea e viceversa;
- blocco meccanico tra il sezionatore di terra e la portella di accesso. Dovrà essere possibile aprire la porta solo a sezionatore di terra chiuso.

Le serrature di interblocco dovranno essere a matrice non riproducibile tipo Profalux in unica copia.

#### **3.5.1.13 Verniciatura**

Tutta la struttura metallica delle unità, salvo le parti in lamiera zincata a caldo, dovrà essere opportunamente trattata e verniciata in modo da offrire un'ottima resistenza all'usura.

Il ciclo di verniciatura dovrà essere il seguente:

- Fosfo sgrassatura;

- passivazione cromica;
- verniciatura industriale a forno con ciclo a polvere su lamiere elettro zincate.

L'aspetto delle superfici risulterà semilucido, bucciato con un punto di colore grigio RAL 7030 (interno/esterno).

Lo spessore medio della finitura dovrà essere di 50 µ.

Le superfici verniciate dovranno superare la prova di aderenza secondo le norme ISO 2409.

La bulloneria, i leveraggi e gli accessori di materiale ferroso dovranno essere protetti mediante zincatura elettrolitica.

#### **3.5.1.14 Apparecchiature ausiliarie ed accessori**

Il quadro dovrà essere completo di tutti gli apparecchi di comando e segnalazione indicati e necessari per renderlo pronto al funzionamento.

Sul fronte di ciascuna unità dovranno essere presenti i seguenti cartelli:

- targa indicante il nome del costruttore, il tipo dell'unità, l'anno di fabbricazione, la tensione nominale, la corrente nominale, la corrente di breve durata nominale e il numero di matricola;
- schema sinottico;
- indicazioni del senso delle manovre;
- targa monitoria.

#### **3.5.1.15 Cavetteria e circuiti ausiliari**

Tutti i circuiti ausiliari dovranno essere realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in PVC non propagante l'incendio, del tipo N07G9-K e di sezione adeguata.

Tutti i circuiti ausiliari che attraversino le zone di media tensione, dovranno essere protetti con canaline metalliche o tubi flessibili con anima metallica.

I conduttori dei circuiti ausiliari, in corrispondenza delle apparecchiature e delle morsettiere, dovranno essere opportunamente contrassegnate come da schema funzionale.

Ciascuna parte terminale dei conduttori dovrà essere provvista di adatti terminali opportunamente isolati. Tutti i conduttori dei circuiti ausiliari relativi all'apparecchiatura contenuta nell'unità dovranno essere attestati a morsettiere componibili numerate.

Il supporto isolante dei morsetti dovrà essere in materiale autoestinguente non igroscopico.

Il serraggio dei terminali nel morsetto dovrà essere del tipo a vite per il collegamento lato utente e del tipo faston all'interno della cella.

Le morsettiere destinate ai collegamenti con cavi esterni al quadro dovranno essere proporzionate per consentire il fissaggio di un solo conduttore a ciascun morsetto.

#### **3.5.1.16 Isolatori**

Gli isolatori portanti per il sostegno delle sbarre principali e di derivazione dovranno essere in materiale organico per tensione nominale fino a 24 kV.

#### **3.5.1.17 Apparecchiature**

Le apparecchiature principali montate nel quadro dovranno essere adeguate alle caratteristiche di progetto e risponderanno alle seguenti prescrizioni.

## **INTERRUTTORI**

Gli interruttori dovranno essere del tipo ad interruzione in esafluoruro di zolfo con polo in pressione secondo il concetto di "sistema sigillato a vita" in accordo alla normativa IEC 56 allegato EE, con pressione relativa del SF<sub>6</sub> di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,5 bar.

Tutti gli interruttori di uguale portata e pari caratteristiche dovranno essere fra loro intercambiabili.

Gli interruttori dovranno essere predisposti per ricevere l'interblocco previsto con il sezionatore di linea e potranno essere dotati dei seguenti accessori

- comando a motore carica molle;
- comando manuale carica molle;
- sganciatore di apertura;
- sganciatore di chiusura;
- conta manovre meccanico;
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto/chiuso dell'interruttore.

Il comando meccanico dell'interruttore dovrà essere garantito per 10,000 manovre. La manutenzione ordinaria di lubrificazione del comando è consigliata dopo 5000 manovre o comunque ogni 5 anni.

Apparecchi con caratteristiche inferiori saranno considerati tecnologicamente inadeguati all'utilizzo.

Il comando degli interruttori dovrà essere del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di chiusura pre caricate tramite motore, ed in caso di emergenza con manovra manuale.

Le manovre di chiusura ed apertura dovranno essere indipendenti dall'operatore.

Il comando dovrà essere a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura è dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le norme CEI 17-1 e IEC 56.

Il gas impiegato dovrà essere conforme alle norme IEC 376 e norme CEI 10-7.

## **INTERRUTTORE DI MANOVRA/SEZIONATORE (IMS)/SEZIONATORE**

Entrambe le apparecchiature dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- doppio sezionamento;
- essere contenute in un involucro "sigillato a vita", (IEC 56 allegato EE) di resina epossidica con pressione relativa del SF<sub>6</sub> di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,4 bar.

Tale involucro dovrà possedere un punto a rottura prestabilito per far defluire verso l'esterno le eventuali sovra pressioni che si manifestassero all'interno dello stesso.

Le sovra pressioni dovranno essere evacuate verso il retro del quadro senza provocare alcun pericolo per le persone. Il sezionatore dovrà essere a tre posizioni ed assumerà, secondo la manovra, il seguente stato:

- chiuso sulla linea;
- aperto;
- messo a terra.

L'uso dell'IMS sarà normalmente utilizzato nelle unità prive di interruttore mentre il sezionatore di manovra a vuoto dovrà essere utilizzato sia da solo che in presenza di interruttore.

Il potere di chiusura della messa a terra dell'IMS dovrà essere uguale a 2,5 volte la corrente nominale ammissibile di breve durata.

Dovrà essere possibile verificare visivamente la posizione dell'IMS o sezionatore a vuoto conformemente al DPR 547/55 tramite un apposito oblò.

All'occorrenza dovrà ricevere sia la motorizzazione che eventuali blocchi a chiave.

I comandi dei sezionatori dovranno essere posizionati sul fronte dell'unità.

Gli apparecchi dovranno essere azionabili mediante una leva asportabile.

Il senso di movimento per l'esecuzione delle manovre dovrà essere conforme alle norme CEI 16-5, inoltre le manovre si dovranno effettuare applicando all'estremità delle manovre un momento non superiore ai 200 Nm. Entrambi gli apparecchi dovranno essere predisposti per gli interblocchi descritti precedentemente.

Nel caso di unità con fusibili o interruttore dovrà essere previsto un secondo sezionatore di terra.

La manovra dei due sezionatori dovrà essere simultanea.

### **TRASFORMATORI DI CORRENTE E DI TENSIONE**

I trasformatori di corrente e di tensione dovranno avere prestazioni e classe di precisione indicati nelle specifiche di progetto. I TA, in particolare, potranno essere dimensionati per sopportare le correnti di corto circuito (limite termico/dinamico) dell'impianto.

I trasformatori di corrente e di tensione dovranno avere isolamento in resina epossidica, essere adatti per installazione fissa all'interno delle unità ed essere esenti da scariche parziali.

#### **3.5.1.18 Certificati e garanzia**

### **PROVE E CERTIFICATI**

Il quadro dovrà essere sottoposto alle prove di accettazione e di collaudo previste dalle norme CEI/IEC.

Dovranno inoltre essere disponibili, presso il costruttore, i certificati relativi alle seguenti prove di tipo eseguite su unità simili a quelli della presente fornitura:

- prova di corrente di breve durata;
- prova di riscaldamento;
- prova di isolamento.

### **GARANZIA**

Durata della garanzia 24 mesi dalla messa in servizio.

Dovrà essere garantita la buona qualità e costruzione dei materiali e verranno sostituite o riparate durante tutto il periodo citato nel più breve tempo possibile tutte quelle parti che per cattiva qualità di materiale, per difetto di lavorazione o per imperfetto montaggio si dimostrassero difettose.

## **3.5.2 Unità di protezione elettrica**

### **3.5.2.1 Generalità**

Ogni unità dovrà essere completa e pronta al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

- cablati ai circuiti di segnalazione e di comando;
- installati nel cubicolo di bassa tensione del quadro MT;
- targa delle caratteristiche.

### **3.5.2.2 Descrizione**

Le unità di protezione elettrica dovranno essere basate su tecnologia a microprocessore.

Data l'importanza della funzione a cui devono assolvere, dovranno essere costruite in modo da garantire l'affidabilità e la disponibilità di funzionamento.

Le unità di protezione elettrica dovranno avere una adeguata struttura, robusta e in grado di garantire che possano essere installate direttamente sulla cella strumenti dello scomparto di media tensione.

Il grado di protezione richiesto è IP 52 sul fronte.

Tali unità di protezione dovranno essere alimentate da una sorgente ausiliaria (in c.c. o c.a. in funzione della disponibilità della installazione) e dovranno essere collegate al secondario dei TA e dei TV dell'impianto.

Oltre alle funzioni di protezione e misura, le unità di protezione elettrica dovranno essere dotate di funzioni quali auto test alla messa in servizio e auto diagnostica permanente, che consentano di verificare con continuità il buon funzionamento delle apparecchiature.

Per facilitare le operazioni di montaggio e di verifica, le connessioni dei cavi provenienti dai TA, dei cavi verso la bobina di comando dell'interruttore e le segnalazioni dovranno essere realizzate mediante connettori posteriori.

Sul fronte dell'unità si troveranno:

- indicatore di presenza tensione ausiliaria;
- indicatore di intervento della protezione;
- indicatore di anomalia dell'unità;
- indicatori di stato dell'organo di manovra;
- altri indicatori di intervento delle singole funzioni di protezione.

Anteriormente potranno essere presenti inoltre:

- una presa RS232 per la connessione ad un PC per le operazioni di regolazione;
- una serie di tasti per la parametrizzazione dell'unità e la regolazione delle soglie delle protezioni;
- un visore per la lettura delle misure e dei parametri regolati.

Dovranno essere disponibili almeno:

- 1 contatto NA per il comando dell'interruttore;
- 1 contatto NA e 1 contatto NC per la segnalazione di intervento;
- 1 contatto NA e 1 contatto NC per l'auto diagnostica.

Dovrà inoltre essere possibile predisporre l'unità di protezione all'impiego della selettività logica o accelerata e per questo dovranno essere disponibili, ove richiesto, l'ingresso per la ricezione del segnale di blocco e l'uscita per l'emissione del segnale di blocco. L'unità di protezione dovrà essere di tipo espandibile e potrà essere dotata, anche in un secondo tempo, di ulteriori accessori che permetteranno di realizzare:

- automatismi di richiusura per linee MT;
- logiche di riaccelerazione motori;
- la gestione dei segnali dai trasformatori;
- l'acquisizione dei valori di temperatura da sonde termiche o simili;
- l'emissione di una misura analogica associabile ad una delle grandezze misurate dall'unità stessa (correnti, temperature ecc.).

La regolazione delle soglie dovrà avvenire direttamente in valori primari nelle relative grandezze, espresse in corrente o tempo, rendendo più semplice l'utilizzo e la consultazione all'operatore.

### 3.5.2.3 Funzioni di protezione, misura e diagnostica

Secondo quanto indicato nelle specifiche di progetto, a protezione delle apparecchiature elettriche, nelle unità di media tensione si dovrà inserire un relé di protezione con tecnologia a microprocessore che svolgerà, a seconda del tipo scelto, le funzioni di protezione, di misura e di diagnostica.

Le caratteristiche principali dei singoli relé di protezione sono riassunte nella seguente tabella.

Protezioni			Applicazioni			
Funzioni	Cod. Ansi	Cod. IEC	Linea	Trafo	Motore	Sbarre
massima corrente	50/51	$I_{>>}/I_{>}$	4	4	4	
massima corrente di terra	50N/51N	$I_{0>>}/I_{0>}$	4	4	4	
immagine termica	49RMS	$I_{\theta}$		2	2	
massima corrente inversa	46	$I_i$	1	1	1	
blocco rotore avviamento prolungato	48/51LR	$I_{er}$			1	
limitazione del numero di avviamenti	66				1	
minima corrente di fase	37	$I_{<}$			1	
massima tensione concatenata	59	$U_{>}$				2
minima tensione concatenata	27	$U_{<}$				2
minima tensione diretta	27D/47	$U_{d<}$				2
minima tensione residua	27R	$U_{r<}$				1
massima tensione di terra	59N	$U_{0>}$				2
massima frequenza	81	$f_{>}$				1
minima frequenza	81	$F_{<}$				2
controllo temperatura	38/49T			1		

Misure	Applicazioni			
Funzioni	Linea	Trafo	Motore	Sbarre
correnti di fase ( $I_1$ - $I_2$ - $I_3$ ) RMS	Si	Si	Si	
corrente omopolare ( $I_0$ )	Si	Si	Si	
massimo valore medio delle correnti ( $I_1$ - $I_2$ - $I_3$ )	Si	Si	Si	
percentuale di sequenza inversa	Si	Si	Si	
distorsione armonica THD%	Si	Si	Si	
riscaldamento percentuale		Si	Si	
tensioni concatenate ( $U_{12}$ - $U_{23}$ - $U_{13}$ )				Si
tensioni fase ( $V_1$ - $V_2$ - $V_3$ )				Si
senso ciclico				Si
frequenza				Si

Diagnostica	Applicazioni			
Funzioni	Linea	Trafo	Motore	Sbarre
correnti di intervento ( $I_1$ - $I_2$ - $I_3$ - $I_0$ )	Si	Si	Si	
tasso di squilibrio/sequenza inversa	Si	Si	Si	
contatore		Si	Si	
riscaldamento		Si	Si	
riscaldamento percentuale		Si	Si	
previsione di intervento per sovraccarico		Si	Si	
previsione di chiusura dopo sovraccarico		Si	Si	
corrente e tempo di avviamento			Si	
durata inibizione per numerosi avviamenti			Si	

Diagnostica	Applicazioni			
Funzioni	Linea	Trasformatore	Motore	Sbarre
sommatoria correnti interrotte	Si	Si	Si	
controllo circuiti di scatto	Opzione	Opzione	Opzione	
numero di manovre	Opzione	Opzione	Opzione	
tempi di manovra	Opzione	Opzione	Opzione	
tempi di riarmo	Opzione	Opzione	Opzione	

### 3.5.2.4 Unità protezioni di corrente

#### Massima corrente di fase (bifase o trifase) codici ANSI (50, 51)

Protezione contro i guasti di fase di linee e macchine elettriche.

L'unità dovrà essere dotata di quattro soglie suddivise in due set di due soglie ciascuno, dovrà inoltre essere possibile passare da un set di regolazioni all'altro tramite un opportuno comando esterno.

Ognuna delle soglie potrà essere utilizzata indifferentemente come protezione contro i sovraccarichi o come protezione contro i cortocircuiti e pertanto saranno tipo "multi curve", dovrà cioè essere possibile scegliere di volta in volta la curva di intervento tra quelle sotto indicate:

- intervento a tempo indipendente;
- intervento a tempo dipendente secondo la classificazione IEC 255-4 /BS 142: inverso, molto inverso, estremamente inverso, ultra inverso.

Campo di regolazione indicativo:

- tempo indipendente, per la regolazione in corrente da 0,3 a 2.4 I<sub>n</sub>, per la regolazione in tempo da 0,05 a 300 s.
- tempo dipendente, per la regolazione in corrente da 0,3 a 2.4 I<sub>n</sub>, per la regolazione in tempo da 0,1 a 12,5 s.

#### Massima corrente di terra codici ANSI (50N+51N o 50G+51G)

Protezione contro i guasti di terra di linee e macchine elettriche.

L'unità dovrà essere dotata di quattro soglie suddivise in due set di due soglie ciascuno, dovrà inoltre essere possibile passare da un set di regolazioni all'altro tramite un opportuno comando esterno.

La misura della corrente omopolare potrà essere realizzata tramite opportuni toroidi o sul ritorno comune dei TA di fase.

Ognuna delle soglie potrà essere utilizzata indifferentemente come protezione contro i sovraccarichi o come protezione contro i cortocircuiti e pertanto saranno tipo "multi curve", dovrà cioè essere possibile scegliere di volta in volta la curva di intervento tra quelle sotto indicate:

- intervento a tempo indipendente;
- intervento a tempo dipendente secondo la classificazione IEC 255-4 /BS 142 inverso, molto inverso, estremamente inverso, ultra inverso.

Campo di regolazione indicativo:

- tempo indipendente per la regolazione in corrente da 0,1 a 15 I<sub>n0</sub> (da 0,2 a 300 A per il collegamento su toroide omopolare), per la regolazione in tempo da 0,05 a 300 s.;
- tempo dipendente per la regolazione in corrente da 0,1 a I<sub>n0</sub> (da 0,2 a 20 A per il collegamento su toroide omopolare);

- per la regolazione in tempo da 0,1 a 12,5 s.

#### Immagine termica (49)

Protezione dei trasformatori e dei motori contro gli inconvenienti termici legati ai sovraccarichi elettrici.

La protezione ricostruisce lo stato termico della macchina attraverso i valori delle correnti assorbite ed i valori delle costanti termiche.

Il riscaldamento dovrà essere calcolato utilizzando un modello matematico che utilizzi il vero valore efficace della corrente ( $I_{rms}$ ) e l'eventuale misura della temperatura degli avvolgimenti e dell'ambiente.

La protezione dovrà essere dotata di una soglia d'allarme fissa, una soglia regolabile per il riavviamento e una soglia d'intervento.

Campo di regolazione indicativo:

- corrente di base della macchina da 0,4 a 1.3  $I_n$  del TA;
- soglia di allarme da 50 a 300%;
- soglia d'intervento da 50 a 300%;
- costante di tempo di riscaldamento da 5 a 120 minuti;
- costante di tempo di raffreddamento da 5 a 600 minuti.

#### Corrente inversa (46)

Protezione dei motori contro gli inconvenienti termici legati all'assorbimento di correnti di sequenza inversa.

Essa inoltre protegge le macchine rotanti e gli impianti contro la mancanza di una fase o l'inversione del senso ciclico in seguito a errati interventi.

La caratteristica della protezione potrà essere a scelta a tempo indipendente o dipendente.

Campo di regolazione indicativo:

- corrente di base della macchina da 0,4 a 1.3  $I_n$ ;
- soglia d'intervento a tempo indipendente da 10 a 500%;
- soglia d'intervento a tempo dipendente da 10 a 50%.

#### Blocco rotore e avviamento prolungato (48-51LR)

Protezione dei motori contro avviamenti eccessivamente lunghi, dovuti ad esempio ad eccessiva diminuzione della tensione di alimentazione o a problemi meccanici legati alla macchina operatrice meccanicamente connessa. La protezione dovrà essere a tempo indipendente.

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento regolabile da 50 a 500%  $I_b$ ;
- tempo di avviamento da 0,5 a 300 s.;
- tempo di blocco da 0,5 a 300 s.

#### Controllo numero avviamenti (66)

Protezione, in aggiunta all'immagine termica, per motori che subiscono frequenti avviamenti, che verifica che il numero di avviamenti orari non ecceda il limite fissato.

Campo di regolazione indicativo:

- numero di avviamenti orari consentiti da 1 a 60;
- numero di avviamenti a caldo;
- numero di avviamenti a freddo.

### 3.5.2.5 Unità protezioni di tensione

#### Protezione di minima tensione concatenata (27)

Protezione per la rilevazione degli abbassamenti della tensione di alimentazione, che viene normalmente utilizzata per avviare commutazioni o per comandare il distacco dei carichi. In alcuni casi la minima tensione può anche comandare l'apertura dell'interruttore generale.

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 5 a 100%  $U_n$ ;
- tempo di intervento da 0,05 a 300 s.

#### Protezione di massima tensione concatenata (59)

Protezione per la rilevazione degli aumenti della tensione di alimentazione.

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 50 a 150%  $U_n$ ;
- tempo di intervento da 0,05 a 300 s.

#### Protezione di massima tensione omopolare (59N)

Protezione per la rilevazione dei contatti a terra in sistemi con neutro isolato, che viene normalmente utilizzata come segnalazione di allarme guasto a terra.

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 5 a 80%  $U_n$ ;
- tempo di intervento da 0,05 a 300 s.

#### Protezione di massima e minima frequenza (81)

Protezione per la rilevazione delle variazioni della frequenza della rete di alimentazione.

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 45 a 53 Hz;
- tempo di intervento da 0,1 a 300 s.

### 3.5.2.6 Funzioni di misura

Le funzioni di misura che si dovranno poter realizzare saranno:

	Incertezza di misura richiesta	Campo di misura
misura delle tre correnti di fase	1%	0,1 a 1,5 $I_n$
misura del massimo valore medio delle tre correnti di fase	1%	0,1 a 1,5 $I_n$
misura della corrente omopolare	1%	0,2 a 30 A
misura delle tensioni concatenate e delle tensioni di fase	1%	0,05 a 1,2 $U_n$
misura della frequenza	0,05 Hz	45 a 55 Hz
misura della temperatura rilevata da eventuali sonde	2 °C	-30 a 200 °C

Tali misure dovranno essere disponibili sul visore dell'unità direttamente in valori primari.

### FUNZIONI DI DIAGNOSTICA RELATIVE ALL'UNITÀ A MICROPROCESSORE

Dovranno essere continuamente controllati:

- l'unità di elaborazione;
- l'alimentazione ausiliaria;
- i parametri di regolazione delle protezioni.

Eventuali cattivi funzionamenti dovranno provocare l'emissione di una segnalazione e il posizionamento in condizione di riposo di tutte le uscite.

#### Funzioni di diagnostica relative all'interruttore associato

Tramite l'aggiunta delle opzioni relative, l'unità dovrà essere in grado di monitorare l'apparecchiatura di manovra associata, per la quale dovrà essere possibile valutare:

- la sommatoria delle correnti di apertura;
- il tempo di apertura,
- il tempo di ricarica delle molle;
- i parametri di regolazione delle protezioni.

Eventuali cattivi funzionamenti provocheranno l'emissione di una segnalazione e il posizionamento in condizione di riposo di tutte le uscite.

#### **FUNZIONI DI DIAGNOSTICA RELATIVE ALLA RETE ELETTRICA**

L'unità dovrà essere dotata di alcune funzionalità specifiche che permetteranno di comprendere i fenomeni che appaiono sulla rete elettrica controllata:

- misura delle correnti di guasto;
- tasso di componente inversa presente in rete;
- tasso di distorsione armonica (fino alla 21esima);
- oscillografia.

In particolare l'oscillografia permetterà di immagazzinare i dati relativi a due eventi successivi, memorizzando per ognuno le quattro correnti (3 di fase e la corrente omopolare), le quattro tensioni (3 di fase e la tensione omopolare) e altri segnali digitali (minimo 8).

### **3.5.3 Interfaccia di rete**

Il collegamento alla rete elettrica di distribuzione ottempera alle prescrizioni della norma CEI 11-20 oltre che alle prescrizioni del distributore elettrico Regola Tecnica di Connessione Norma CEI 0-16.

Tali prescrizioni prevedono l'utilizzo delle "protezioni di interfaccia", costituite da un insieme di relè di tensione e frequenza, oltre che di un dispositivo di interfaccia costituito da un contattore coordinato con un interruttore magneto termico asservito alle protezioni di interfaccia.

Tale dispositivo d'interfaccia provoca il distacco dell'intero sistema di generazione in caso di guasto sulla rete elettrica.

Il riconoscimento d'eventuali anomalie sulla rete avviene considerando come anormali le condizioni di funzionamento che fuoriescono da una determinata finestra di tensione e frequenza così definita:

- minima tensione: 0,7 Un;
- massima tensione: 1,2 Un;
- minima frequenza: 49,7 Un;
- massima frequenza: 50,3 Un.

Per motivi di sicurezza, per il collegamento in parallelo alla rete pubblica l'impianto è provvisto di protezioni che ne impediscono il funzionamento in isola elettrica, così come previsto dalla norma CEI 11-20 e dalle specifiche del distributore locale.

In tal modo viene impedito che:

1. per mancanza di alimentazione dalla rete di distribuzione l'auto-produttore continui ad alimentare la rete stessa con valori di tensione e frequenza non consentiti;
2. in caso di guasto sulla rete di distribuzione l'auto-produttore possa continuare ad alimentare il guasto stesso;
3. in caso di richiuse automatiche o manuali di interruttori del distributore, i generatori possano trovarsi in discordanza di fase con la rete di distribuzione.

Sono implementate le seguenti funzioni di protezione e controllo:

- 27 Minima tensione
- 59 Massima tensione
- 81U Minima frequenza
- 81O Massima frequenza
- 81R Derivata di frequenza
- BF Mancata apertura interruttore

### **3.5.4 Gruppi di misura e contatori di energia**

Nell'impianto in oggetto verranno effettuate le misure di energia prodotta dall'impianto stesso, e dell'energia attiva e reattiva prelevate ed immesse in rete dall'utente.

La misura dell'energia prelevata ed immessa in rete verrà effettuata dal gruppo di misura installato nel locale di misura della cabina di trasformazione e verrà installato, a monte del punto di consegna, dal Distributore.

L'energia totale generata dall'impianto verrà conteggiata tramite due contatori di energia attiva omologati UTF installati all'uscita dei quadri generali in bassa tensione.

I contatori in oggetto saranno di tipo trifase a quattro fili, corredati di tre trasformatori amperometrici (TA) e volumetrici (TV) con rapporto di trasformazione adeguato; i contatori, i TA ed i TV saranno corredati di morsettiera sigillabile.

L'intero sistema di misura sarà fornito completo di certificati di calibrazione e collaudo da esibire, dopo l'installazione, ai funzionari UTF.

### **3.5.5 Provvedimenti Antifrode**

Sulle apparecchiature di misura verranno applicate le seguenti misure antifrode:

- sigillatura delle calotte dei contatori, delle morsettiere dei TV e dei TA e delle eventuali morsettiere di sezionamento;
- protezione contro le manomissioni dei cavi secondari dei gruppi di misura ad inserzione semidiretta ed indiretta mediante l'installazione di cavi schermati, con schermo a terra, o cavi non schermati posati all'interno di tubi protettivi d'acciaio.

### **3.5.6 Trasformatori di distribuzione MT/BT in resina**

#### **3.5.6.1 Generalità**

Ogni trasformatore dovrà essere completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

- rulli di scorrimento orientale;

- golfari di sollevamento;
- ganci di traino sul carrello;
- 2 morsetti di messa a terra;
- targa delle caratteristiche;
- barre di collegamento con piastrina di raccordo per cavi MT;
- morsettiera di regolazione lato MT;
- barre di collegamento per cavi BT;
- barre di ventilazione, anche se non necessarie;
- certificato di collaudo.

#### **3.5.6.2 Caratteristiche costruttive**

Il trasformatore di potenza dovrà essere conforme alle caratteristiche generali di seguito descritte e soddisferà le caratteristiche costruttive indicate nella specifica di progetto.

#### **3.5.6.3 Circuito magnetico**

Dovrà essere realizzato in lamierino magnetico a cristalli orientati a bassissime perdite, con giunti tagliati a 45° isolati in carlite e dovranno essere inoltre protetti dalla corrosione mediante una speciale vernice isolante.

#### **3.5.6.4 Avvolgimento BT**

Costruito in banda d'alluminio isolata con un interstrato di classe "F". L'insieme avvolgimenti BT e nucleo magnetico dovrà essere totalmente immerso in una vasca contenente resina alchidica e successivamente polimerizzato, formando un insieme molto compatto.

#### **3.5.6.5 Avvolgimento MT**

Costruito in filo, piattina o banda d'alluminio, esso dovrà essere inglobato e colato sottovuoto con un sistema di inglobamento epossidico ignifugo costituito di:

- resina epossidica;
- indurente anidro con flessibilizzante;
- carica ignifuga.

La carica ignifuga dovrà essere intimamente amalgamata alla resina e all'indurente e composta da allumina triidrata sotto forma di polvere. Il sistema di inglobamento dovrà essere in classe "F".

#### **3.5.6.6 Collegamenti MT**

I collegamenti MT dovranno essere previsti dall'alto, sulle piastrine terminali delle barre di collegamento dell'avvolgimento MT, con un capocorda avente un foro diametro 13 mm per permettere un accoppiamento a mezzo di bullone M12.

#### **3.5.6.7 Collegamento BT**

I collegamenti BT dovranno essere previsti dall'alto su delle piastre terminali muniti di fori diametro 13 mm, che si troveranno nella parte alta dell'avvolgimento sul lato opposto ai collegamenti MT.

### 3.5.6.8 Prese di regolazione MT

Le prese di regolazione realizzate sull'avvolgimento primario per adattare il trasformatore al valore reale della tensione di alimentazione, dovranno essere realizzate con barrette da manovrare a trasformatore disinserito.

### 3.5.6.9 Comportamento al fuoco

I trasformatori dovranno essere in classe F1 come definito dall'articolo B3 allegato B del documento HD 464 S1 1988/pr AM B 1990, Più precisamente, la classe F1 dovrà garantire la completa auto estinguenza del trasformatore.

A tal riguardo la casa costruttrice dovrà produrre un certificato di prova rilasciato da un laboratorio ufficiale relativo a un trasformatore avente la stessa configurazione.

Questa prova dovrà essere stata fatta secondo l'allegato 2C del documento HD 464 S1 1988/pr AC 1991.

### 3.5.6.10 Classe ambientale e climatica

Dovranno essere inoltre classificati E2 per l'ambiente e di classe C2 per il clima come definito dagli allegati C e D del documento HD 464 S1 1988/pr AM B 1990,

Più precisamente la classe E2 dovrà garantire l'idoneità della macchina a funzionare in ambiente con presenza di inquinamento industriale ed elevata presenza di condensa, mentre la classe C2 dovrà garantire l'idoneità del trasformatore ad essere stoccato e a funzionare con temperature fino a -25°C.

A tal riguardo la casa costruttrice dovrà produrre un certificato di prova rilasciato da un laboratorio ufficiale relativo a un trasformatore avente la stessa configurazione.

Caratteristiche principali:

Potenza (kVA)	Perdite (W)		Tensione di c.c. a 75 °C (%)	Corrente a vuoto a $V_n$ (% $I_n$ )	Pressione sonora dB(A)
	a vuoto	a carico 75°C			
100	450	1.800	6	2,5	48
160	650	2.300	6	2,3	50
250	880	3.400	6	2	54
315	1.030	4.000	6	1,8	55
400	1.200	4.800	6	1,5	56
500	1.400	5.700	6	1,5	56
630	1.650	6.800	6	1,3	57
800	2.000	8.200	6	1,3	59
1.000	2.300	9.600	6	1,2	59
1.250	2.800	11.500	6	1,2	60
1.600	3.100	14.000	6	1,2	62
2.000	4.000	17.500	6	1,1	63
2.500	5.000	20.000	6	1	66
3.150	6.300	23.000	7	1	68

Le perdite sono riferite al trasformatore senza funzionamento delle barre di ventilazione.

### **3.5.6.11 Rumorosità**

La casa costruttrice nel certificato di collaudo dovrà indicare il livello di rumore che comunque non sarà superiore ai valori indicati nella tabella delle caratteristiche principali.

Per livello di rumore si deve intendere il livello di pressione sonora misurata in dB(A) in accordo a quanto stabilito dalle Norme IEC 551.

### **3.5.6.12 Apparecchiature ausiliarie ed accessori**

#### **PROTEZIONE TERMICA**

I trasformatori dovranno poter essere equipaggiati, se richiesto nella specifica di progetto dei trasformatori, di un sistema di protezione termica comprendente:

- 3 termo resistenze 0 nell'avvolgimento BT;
- 1 termo resistenza nel nucleo magnetico;
- 1 cassetta di centralizzazione contenente i morsetti delle suddette termo resistenze, posta sulla parte superiore del nucleo;
- 1 centralina termometrica digitale a 4 sonde prevista con visualizzazione della temperatura delle tre fasi e del neutro, determinazione del set point di allarme e sgancio predisposizione per il controllo automatico dei ventilatori di raffreddamento tensione di alimentazione universale AC/DC.

#### **ARMADIO DI PROTEZIONE**

Se precisato nella specifica tecnica di progetto, i trasformatori dovranno essere forniti con armadio metallico non smontabile, con grado di protezione IP 31 (escluso il fondo IP 20) previsto per l'installazione interna e nella seguente esecuzione:

- protezione anticorrosiva colore RAL 9002 liscio semilucido;
- golfari di sollevamento;
- 1 pannello imbullonato lato MT per accesso ai terminali MT ed alle prese di regolazione;
- predisposizione sul pannello imbullonato per il montaggio di una serratura di sicurezza;
- due piastre in alluminio sul tetto dell'armadio per il passaggio dei cavi.

### **3.5.6.13 Prove elettriche**

#### **PROVE DI ACCETTAZIONE**

Queste prove dovranno essere eseguite su tutti i trasformatori alla fine della loro fabbricazione e permetteranno l'emissione del certificato di collaudo per ogni unità:

- misura della resistenza degli avvolgimenti;
- misura del rapporto di trasformazione e controllo della polarità e dei collegamenti;
- misura della tensione di corto circuito (presa principale) e delle perdite dovute al carico;
- misura delle perdite e della corrente a vuoto;
- prove di isolamento con tensione applicata;
- prove di isolamento con tensione indotta;
- misura delle scariche parziali.

#### **PROVE DI TIPO O SPECIALI**

Queste prove potranno essere richieste in opzione:

- prova di riscaldamento col metodo del carico simulato in accordo alle norme IEC 726;

- prova ad impulso atmosferico;
- prova di tenuta al corto circuito;
- misura del livello di rumore secondo le norme IEC 551.

(Tutte queste prove sono definite sul documento d'armonizzazione CENELEC HD 464 S1 1988, la norma IEC 726 e le norme IEC 76-1 e 76-5).

#### **3.5.6.14 Inquinamento elettromagnetico**

Nel caso di utilizzo di apparecchiature in M.T. dovrà essere predisposta una relazione che spieghi in che modo si è contenuto l'inquinamento elettromagnetico entro i limiti di legge.

### **3.5.7 Quadri elettrici di bassa tensione**

#### **3.5.7.1 Caratteristiche costruttive**

##### **GENERALITA'**

La presente specifica riguarda i criteri di base per la costruzione e le modalità di collaudo per i quadri di distribuzione energia in bassa tensione compresi i quadri generali e quelli secondari.

##### **NORMATIVA**

I quadri nel loro complesso e nei singoli componenti dovranno essere realizzati in accordo con le seguenti norme e raccomandazioni:

- IEC 439.1 (CEI 17.13.1);
- IEC 529 (CEI 70,1).

I singoli componenti dovranno essere progettati e costruiti secondo:

- tabelle UNEL;
- norme di riferimento specifiche.

Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di auto estinguibilità a 960°C (30/30 s.) in conformità alle norme IEC 695.2.1 (CEI 50,11).

##### **DATI GENERALI**

Nella costruzione dei quadri si dovranno considerare le diverse condizioni di servizio.

La frequenza nominale dovrà essere di 50 Hz (+/- 2,5%).

Le correnti nominali di corto circuito previste per il quadro dovranno essere quelle riportate sugli schemi relativi, la durata delle correnti di corto circuito dovrà essere assunta per 1 s.

##### **DISPOSITIVI DI MANOVRA E PROTEZIONE**

Dovrà essere garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che dovranno pertanto essere concentrate sul fronte dello scomparto.

All'interno dovrà essere possibile un'agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione.

Le distanze, i dispositivi e le eventuali separazioni metalliche, dovranno impedire che interruzioni di elevate correnti di corto circuito o avarie notevoli possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato in vani adiacenti.

Devono essere in ogni caso garantite le distanze che realizzino i perimetri di sicurezza imposti dal costruttore delle apparecchiature.

Tutti i componenti elettrici ed elettronici dovranno essere contraddistinti da targhette di identificazione conformi a quanto indicato dagli schemi.

Dovrà essere previsto uno spazio pari al 20% dell'ingombro totale che consenta eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.

## **CARPENTERIA**

La struttura dei quadri dovrà essere realizzata con montanti in profilati di acciaio e pannelli di chiusura in lamiera ribordata di spessore non inferiore a 10/10,

I quadri dovranno essere chiusi su ogni lato e posteriormente, i pannelli perimetrali dovranno essere asportabili a mezzo di viti. I pannelli posteriori dovranno essere di tipo incernierato con cerniere a scomparsa.

Le porte frontali dovranno essere corredate di chiusura a chiave, il rivestimento frontale dovrà essere costituito da cristallo di tipo temprato.

I quadri o elementi di quadro costituenti unità a sé stanti, dovranno essere completi di golfari di sollevamento a scomparsa.

Anche se prevista la possibilità di ispezione dal retro del quadro, tutti i componenti elettrici dovranno essere facilmente accessibili dal fronte mediante pannelli avvitati o incernierati.

Sul pannello anteriore dovranno essere previste feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando.

Tutte le apparecchiature dovranno essere fissate su guide o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno.

Gli strumenti e lampade di segnalazione dovranno essere montati sui pannelli frontali.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura dovrà essere contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio.

## **VERNICIATURA**

Per garantire un'efficace resistenza alla corrosione, la struttura e i pannelli dovranno essere opportunamente trattati e verniciati. Il trattamento di fondo dovrà prevedere: lavaggio, decapaggio, fosfatizzazione ed elettro zincatura delle lamiere.

Le lamiere trattate dovranno essere verniciate con polvere termoindurente a base di resine epossidiche, mescolate con resine poliesteri, colore a finire come da elaborato grafico corrispondente liscio e semilucido con spessore minimo di 70 µ.

## **COLLEGAMENTI DI POTENZA**

Le sbarre e i conduttori dovranno essere dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito richiesti.

Le sbarre dovranno essere completamente perforate e dovranno essere fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine.

Questi supporti dovranno essere dimensionati e calcolati in modo tale da sopportare gli sforzi elettrodinamici dovuti al corto circuito.

I supporti inoltre dovranno essere adatti a ricevere fino a 4 sbarre per fase e dovranno essere fissati alla struttura del quadro già predisposta per eventuali modifiche future.

Le sbarre dovranno essere in rame elettrolitico con punti di giunzione imbullonati predisposti contro l'allentamento.

Le sbarre principali dovranno essere predisposte per essere suddivise in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro e dovranno consentire ampliamenti su entrambi i lati.

Le derivazioni dovranno essere realizzate in corda o in bandelle di rame flessibile inguainate con isolamento non inferiore a 3 kV.

I conduttori dovranno essere dimensionati per la corrente nominale di ogni interruttore a prescindere dalla sua taratura e alimenteranno singolarmente ogni interruttore a partire dal sistema di sbarre sopra indicato. Per correnti nominali superiori a 160 A, i collegamenti dovranno essere in ogni caso realizzati con bandelle flessibili.

Gli interruttori dovranno essere normalmente alimentati dalla parte superiore, salvo diversa esigenza di installazione e in tal caso potrà essere prevista diversa soluzione.

Dovrà essere studiato altresì la possibilità di ammaraggio e collegamento elettrico di tutti i cavi entranti o uscenti dal quadro senza interposizione di morsettiere.

A tale riguardo normalmente i cavi di alimentazione si dovranno attestare direttamente ai morsetti dell'interruttore generale, provvisto di appositi copri morsetti, mentre non transiteranno in morsettiera i cavi uscenti con sezione superiore a 50 mm<sup>2</sup>.

Le sbarre dovranno essere identificate con opportuni contrassegni autoadesivi a seconda della fase di appartenenza così come le corde dovranno essere equipaggiate con anellini terminali colorati.

Tutti i conduttori, sia ausiliari che di potenza (salvo la prescrizione di cui sopra), si dovranno attestare a delle morsettiere componibili su guida, con diaframmi dove necessario, che saranno adatte, salvo diversa prescrizione, ad una sezione di cavo non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

### **COLLEGAMENTI AUSILIARI**

Dovranno essere in conduttore flessibile con isolamento pari a 3 kV con le seguenti sezioni minime:

- 4 mm<sup>2</sup> per i TA;
- 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di comando;
- 1,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di segnalazione e TV.

Ogni conduttore dovrà essere completo di anellino numerato corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale.

Dovranno essere identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata, corrente continua, circuiti di allarme, circuiti di comando, circuiti di segnalazione) impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.

Potranno essere consentiti due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro.

I morsetti dovranno essere del tipo per cui la pressione di serraggio sia ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite.

I conduttori dovranno essere riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

Tali sistemi dovranno permettere un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati.

Non è ammesso il fissaggio con adesivi.

### **ACCESSORI DI CABLAGGIO**

Dovranno essere previsti accessori per l'alimentazione di apparecchiature modulari previsti dal costruttore degli stessi.

### **COLLEGAMENTI ALLE LINEE ESTERNE**

Se la linea è in blindo conduttura, contenuta in canalina o in cunicoli, dovranno essere previste delle piastre metalliche in due pezzi asportabili per evitare l'ingresso di corpi estranei.

In caso di cassette da parete con linee passanti dalla parte superiore o inferiore, dovranno essere previste specifiche piastre passacavi in materiale isolante.

In ogni caso le linee dovranno attestarsi alla morsettiera in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione.

Le morsettiere non dovranno sostenere il peso dei cavi, ma gli stessi dovranno essere ancorati ove necessario a dei specifici profilati di fissaggio.

### **SCHEMI**

Ogni quadro, anche il più semplice, dovrà essere corredato di apposita tasca porta schemi dove saranno contenuti i disegni degli schemi di potenza e funzionali rigorosamente aggiornati.

### **STRUMENTI DI MISURA**

Dovranno essere analogici di tipo elettromagnetico per corrente alternata, a magnete permanente e bobina mobile per corrente continua, ferro dinamici per i registratori e ad induzione per i contatori.

Gli amperometri di lettura degli assorbimenti dei motori dovranno avere il fondo scala ristretto, che eccederà la corrente nominale dei relativi TA.

### **COLLAUDI**

All'atto dell'arrivo in cantiere tutti i quadri dovranno essere muniti di certificazioni attestanti che le prove di collaudo sono state eseguite secondo le modalità della norma CEI 17-13/1 e 17-43.

Inoltre l'impresa appaltatrice dovrà fornire i certificati delle prove di tipo previste dalla norma CEI 17-13/1 effettuate dal costruttore su prototipi del quadro (apparecchiatura di serie AS).

Qualora la fornitura riguardi apparecchiature non di serie (ANS) derivata da prototipi certificati dal costruttore, dovrà fornire i relativi certificati dalla norma.

### **3.5.7.2 Quadri di tipo Power Center**

#### **LIMITI DI FORNITURA**

Ogni quadro dovrà essere completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

- lamiera di chiusura laterali;
- attacchi per collegamento cavi di potenza compresi, cavi e terminali esclusi;
- morsettiera per collegamento cavi ausiliari esterni compresa, cavi e capicorda esclusi.

#### **NORME DI RIFERIMENTO**

Il quadro dovrà essere progettato, assiemato e collaudato in totale rispetto delle seguenti normative:

- IEC 439.1 (CEI 17-13/1);
- IEC 529 (CEI 70-1);

riguardanti l'assieme di quadri prefabbricati AS e ANS.

Si dovranno inoltre adempiere le richieste antinfortunistiche contenute nel D.Lgs 81/08.

Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di auto estinguibilità a 960°C (30/30 s.) in conformità alle norme IEC 695-2-1 (CEI 50-11).

#### **CARATTERISTICHE ELETTRICHE**

Tensione nominale	690 V
-------------------	-------

Tensione esercizio	400 V
Numero delle fasi	3F+N
Livello nominale di isolamento tensione di prova a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi	2,5 kV
Frequenza nominale	50/60 Hz
Corrente nominale sbarre principali	fino a 3.200 A
Corrente nominale sbarre di derivazione	fino a 3.200 A
Corrente di corto circuito simmetrico	fino a 75 kA
Durata nominale del corto circuito	1 s.
Grado di protezione sul fronte	fino a IP 41
Grado di protezione a porta aperta	IP 20
Accessibilità quadro	Retro
Forma di segregazione	3b/4b

## DATI DIMENSIONALI

Il quadro dovrà essere composto da unità modulari aventi dimensioni di ingombro massime:

- larghezza fino a 900 mm (400/600/800/900 mm);
- profondità fino a 1565 mm (IP 31), 1675 mm (IP 41);
- altezza fino a 2365 mm
- Si dovrà inoltre tenere conto delle seguenti distanze minime di rispetto:
- anteriormente 800 mm;
- posteriormente 800 mm

## CARPENTERIA

Il quadro dovrà essere realizzato con una struttura in lamiera sendzimir secondo UNI EN 10142 e pannelli di chiusura (portelle, pannelli laterali e pannelli posteriori) in laminato a freddo secondo UNI EN 10130 dello spessore non inferiore a 15-20/10.

Il quadro dovrà essere chiuso su ogni lato con pannelli asportabili a mezzo di viti.

Le porte anteriori dovranno essere corredate di chiusura a chiave, il rivestimento frontale dovrà essere costituito da cristallo di tipo temprato. Le colonne del quadro dovranno essere complete di golfari di sollevamento.

Sul pannello anteriore dovranno essere previste feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando.

Tutte le apparecchiature dovranno essere fissate su guide o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno.

Gli strumenti e lampade di segnalazione dovranno essere montate sui pannelli frontali. Sul pannello frontale ogni apparecchiatura dovrà essere contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio. Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra (in conformità a quanto prescritto dalla citata norma CEI 17.13/1).

## VERNICIATURA

Per garantire un'efficace resistenza alla corrosione, la struttura e i pannelli dovranno essere opportunamente trattati e verniciati. Il trattamento di fondo prevede: lavaggio, fosfosgrassaggio, asciugatura ed essiccazione delle lamiere.

Le lamiere trattate dovranno essere verniciate con polvere epossipoliestere o poliestere in colore a finire RAL 9002 bucciato spessore minimo di 70 µ.

## COLLEGAMENTI DI POTENZA

Le sbarre e i conduttori dovranno essere dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito richiesti.

Le sbarre orizzontali dovranno essere in rame elettrolitico di sezione rettangolare su tutta la lunghezza, dovranno essere fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine in grado di ricevere un massimo di 5 sbarre per fase e dovranno essere disposte in modo da permettere eventuali modifiche future.

Le sbarre verticali, anch'esse in rame elettrolitico, fino a 1600 A dovranno essere a profilo continuo con un numero massimo di 1 sbarra per fase, predisposte per l'utilizzo di appositi accessori per il collegamento e fissate alla struttura tramite supporti isolati. Oltre 1600 A si dovranno seguire le stesse prescrizioni riguardanti le sbarre orizzontali.

I collegamenti tra sistemi sbarre orizzontali e verticali dovranno essere realizzati mediante fazzoletti di giunzione standard forniti dalla casa costruttrice.

Le sbarre principali dovranno essere predisposte per essere suddivise in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro e dovranno consentire ampliamenti su entrambi i lati.

Nel caso di installazione di sbarre di piatto, queste ultime dovranno essere declassate del 20% rispetto alla loro portata nominale.

## **DERIVAZIONI**

Per correnti da 100 A fino a 630 A gli interruttori dovranno essere alimentati direttamente dalle sbarre principali, mediante bandella flessibile dimensionata in base alla corrente nominale dell'interruttore stesso. In caso di specifiche esigenze, gli interruttori scatolati con  $I_n$  massima pari a 160 A, potranno essere affiancati verticalmente su un'unica piastra, rendendo così l'intero quadro con forma di segregazione tipo 3.

Tutti i cavi di potenza, superiori a 50 mm<sup>2</sup> entranti o uscenti dal quadro, non dovranno avere interposizione di morsettiere e si dovranno attestare direttamente agli attacchi posteriori degli interruttori alloggiati sul retro del quadro in una zona opportunamente predisposta.

L'ammarraggio dei cavi dovrà avvenire su specifici accessori di fissaggio. Le sbarre dovranno essere identificate con opportuni contrassegni autoadesivi a seconda della fase di appartenenza, così come le corde dovranno essere equipaggiate con anellini terminali colorati.

Tutti i conduttori ausiliari si dovranno attestare a morsettiere componibili su guida posizionate in canalina laterale o nella parte posteriore del quadro, con diaframmi dove necessario, che dovranno essere adatte, salvo diversa prescrizione, ad una sezione di cavo non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

## **DISPOSITIVI DI MANOVRA E PROTEZIONE**

Dovrà essere garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che saranno pertanto concentrate sul fronte dello scomparto.

All'interno dovrà essere possibile una agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione.

Le distanze tra i dispositivi e le eventuali separazioni metalliche dovranno impedire che interruzioni di elevate correnti di corto circuito o avarie notevoli possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato in vani adiacenti.

Tutti i componenti elettrici ed elettronici dovranno essere contraddistinti da targhette di identificazione conformi a quanto indicato dagli schemi.

Salvo diversa indicazione del progettista e/o richiesta nella specifica di progetto, dovrà essere previsto uno spazio pari al 20% dell'ingombro totale che consenta eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.

### **CONDUTTORE DI PROTEZIONE**

Ogni struttura dovrà essere direttamente collegata alla sbarra di terra avente una sezione pari a 400 mm<sup>2</sup>. Le porte dovranno essere predisposte per essere collegate alla struttura tramite una connessione flessibile.

### **COLLEGAMENTI AUSILIARI**

Dovranno essere in conduttore flessibile con isolamento pari a 3 kV con le seguenti sezioni minime:

- 4 mm<sup>2</sup> per i TA;
- 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di comando;
- 1,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di segnalazione e TV.

Ogni conduttore dovrà essere completo di anellino numerato (infilato) corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale.

Dovranno essere identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata, corrente continua, circuiti di allarme, circuiti di comando e circuiti di segnalazione) impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.

Potranno essere consentiti due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro.

I morsetti dovranno essere del tipo a vite per cui la pressione di serraggio sia ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite.

I conduttori dovranno essere riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

Tali sistemi dovranno consentire un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati.

Non è ammesso il fissaggio con adesivi.

### **ACCESSORI DI CABLAGGIO**

La circolazione dei cavi di potenza e/o ausiliari dovrà avvenire nella zona posteriore del quadro o all'interno delle canaline laterali.

L'accesso alle condutture dovrà essere possibile solo dal retro del quadro mediante l'asportazione delle lamiere di copertura posteriori.

### **COLLEGAMENTI ALLE LINEE ESTERNE**

Se una linea è in condotto elettrificato o contenuta in canalina, dovranno essere previste delle piastre metalliche in due pezzi asportabili per evitare l'ingresso di corpi estranei.

In ogni caso le linee si dovranno attestare alla morsettiera in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione.

La morsettiera non sosterrà il peso dei cavi ma gli stessi dovranno essere ancorati ove necessario a specifici profilati di fissaggio.

Nel caso in cui le linee di uscita siano costituite da cavi di grossa sezione o da più cavi in parallelo, è sconsigliato il collegamento diretto sui codoli posteriori interruttori in modo da evitare eventuali sollecitazioni meccaniche.

### **STRUMENTI DI MISURA**

Potranno essere del tipo elettromagnetico analogico da incasso 72x72 mm, digitale a profilo modulare inseriti su guida oppure del tipo multimetro da incasso 96x96 mm con o senza porta di comunicazione.

## **COLLAUDI**

Le prove di collaudo dovranno essere eseguite secondo le modalità della norma CEI 17-13/1, inoltre il fornitore dovrà fornire i certificati delle prove di tipo, previste dalla norma CEI 17-13/1 effettuate su prototipi del quadro.

### **3.5.7.3 Quadri di tipo ad armadio**

Dovranno essere del tipo per installazione all'interno appoggiati a pavimento, eseguiti secondo gli schemi unifilari di progetto e posti in opera nella posizione indicata sulle planimetrie di progetto.

Essi dovranno essere rispondenti alle prescrizioni di legge e conformi alle norme CEI (in particolare alle norme 17-13/90).

Dovranno essere costituiti da scomparti modulari componibili fra loro in modo da formare delle unità trasportabili di lunghezza non superiore a 2,5 m.

I golfari consentiranno il sollevamento delle unità trasportabili con gru o mezzi simili.

Ciascuno scomparto dovrà avere larghezza non superiore a 1 m e dovrà essere costituito da una robusta intelaiatura metallica o in lamiera di acciaio piegata ed irrigidita di spessore di almeno 2 mm.

L'involucro dovrà essere costituito da pannelli in lamiera di almeno 2 mm di spessore. I pannelli laterali dovranno essere fissati all'intelaiatura con viti, quelli anteriori e quelli posteriori dovranno essere apribili a mezzo viti.

Adeguati irrigidimenti dovranno essere previsti per evitare deformazioni o svergolamenti dei pannelli apribili.

I pannelli di chiusura frontali dovranno essere modulari, in modo da costituire una chiusura a settori del quadro.

Dovranno essere ciechi se destinati a chiudere settori non utilizzati del quadro o settori contenenti morsettiere od apparecchi su cui non sia normalmente necessario agire, oppure dotati di finestrate per gli apparecchi fissati sulle guide o sul pannello di fondo.

Le finestrate per gli apparecchi modulari dovranno avere la medesima lunghezza e le parti non occupate dovranno essere chiuse con placche copri foro in materiale plastico inserite a scatto.

Le dimensioni dei quadri dovranno essere tali da consentire l'installazione di un numero di eventuali apparecchi futuri pari ad almeno il 20% di quelli previsti.

Sui pannelli di chiusura costituenti l'involucro dovranno essere montati gli apparecchi di comando e segnalazione (pulsanti selettori, commutatori, indicatori luminosi ecc.) appartenenti ai circuiti ausiliari o strumenti di misura. Con tutti i pannelli inseriti non dovrà essere possibile il contatto con parti in tensione.

Il fronte quadro, a porte aperte, dovrà presentare un grado di protezione non inferiore a IP 20.

Le porte anteriori dovranno essere in lamiera di acciaio saldata ribordata ed irrigidita, del tipo con plexiglas trasparente.

Esse dovranno comunque essere dotate di guarnizioni in gomma anti invecchiante, di maniglie in materiale isolante e serrature con chiave.

Il grado di protezione dell'involucro dovrà essere non inferiore a IP 42 a portella anteriore chiusa.

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).

Le parti non verniciate ed in particolare la bulloneria, dovranno essere sottoposte a trattamenti di protezione superficiali (zincatura o zinco cromatura o cadmiatura).

Tutti i materiali isolanti impiegati nell'esecuzione del quadro dovranno essere di tipo incombustibile o non propagante la fiamma.

Tutti gli interruttori, sia quelli posti sulle linee in arrivo sia quelli sulle linee in partenza, dovranno essere collegati alle sbarre del quadro.

Questo dovrà avere pertanto un sistema principale di sbarre orizzontali nella parte alta per tutta la sua larghezza, e dei sistemi secondari derivanti dal primo e disposti lungo un lato verticale di ciascuno scomparto fino a circa 0,2 m dal piano di calpestio, in modo da consentire l'allacciamento di eventuali interruttori da installare nello spazio previsto per futuri ampliamenti.

Le sbarre dovranno essere in rame elettrolitico ricotto (secondo tab. CEI UNEL 01417-72).

Le sezioni del sistema principale dovranno garantire una portata non inferiore alla corrente nominale dell'interruttore da cui sono derivate, con una sovra temperatura massima di esercizio non superiore a 20°C rispetto alla temperatura ambiente di 40°C (secondo tab. UNEL).

La portata dei sistemi secondari verticali dovrà essere non inferiore al 50/60% di quella del sistema principale.

I supporti di sostegno ed ancoraggio delle sbarre dovranno essere di tipo a pettine in resine poliesteri rinforzate.

Gli interruttori previsti dovranno interrompere tutti i conduttori (fasi e neutro) della linea su cui sono inseriti, e per quanto riguarda la protezione del neutro dovranno essere conformi alle norme CEI 64-8 e dotati di protezione termica e magnetica.

Essi dovranno essere di tipo in aria in scatola isolante (conformi alle norme CEI 17-5/78), dotati di contatti ausiliari per il comando delle lampade di segnalazione e/o per gli eventuali interblocchi elettrici previsti, e di tutti gli altri accessori (motorizzazioni, bobine di sgancio ecc.).

Esso è da intendersi alla tensione corrispondente e non sarà inferiore alle massime correnti di cortocircuito previste.

Dovrà essere realizzata una protezione selettiva che limiti l'intervento agli interruttori più prossimi al punto di guasto o di sovraccarico.

Nella parte alta del quadro dovranno essere montati gli strumenti di misura.

La loro altezza di installazione, sempre riferita all'asse dello strumento ed al piano di calpestio, non dovrà essere superiore a 2 m

I pannelli di supporto degli strumenti dovranno essere asportabili.

Gli strumenti indicatori dovranno essere del tipo digitale con display a LED rossi, con precisione 1% a fondo scala, collegabili con morsetti a gabbia fino a 2,5 mm<sup>2</sup>.

L'inserzione dovrà essere diretta fino a correnti di valore non superiore a 15 A.

Per valori maggiori l'inserzione dovrà essere indiretta con interposizione di TA.

Il collegamento degli strumenti dovrà avvenire attestando i conduttori su morsettiere che consentano di sezionare i circuiti voltmetrici e cortocircuitare quelli amperometrici.

Il quadro dovrà essere completo di tutti gli apparecchi previsti sui disegni e/o descritti nell'elenco prezzi unitari.

L'esecuzione dovrà essere conforme alle prescrizioni seguenti:

- i cablaggi degli ausiliari dovranno essere eseguiti con conduttori flessibili isolati in PVC (cavo N07G9-K) aventi sezioni non inferiori a 1,5 mm<sup>2</sup>, 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 al pannello di fondo mediante viti autofilettanti o con dado o rivetti, interponendo in tutti i casi una rondella;
- i conduttori per il collegamento degli eventuali apparecchi montati su pannelli di chiusura frontali, dovranno essere raccolti in fasci protetti con guaina o spirale in plastica, dovranno 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 per il neutro e giallo/verde per conduttori di terra);
- tutti i conduttori in arrivo e/o in partenza dal quadro e di sezione minore o uguale a 16 mm<sup>2</sup> 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 mm<sup>2</sup> dovranno essere provvisti di adatti capicorda a compressione o a morsetto, collegati direttamente agli interruttori ed ancorati all'intelaiatura per non sollecitare gli interruttori stessi;
- tutti i conduttori di terra o di protezione 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 N07G9-K) di colore giallo/verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>, munito alle estremità di capicorda a compressione di tipo ad occhiello;
- sui pannelli frontali dovranno essere riportate, su targhette, tutte le scritte necessarie ad individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione ecc.

#### **3.5.7.4 Quadri di distribuzione di tipo AS**

I quadri di tipo AS sono quadri realizzati sia con involucri, porte, sbarre, staffe, sostegni, ecc., ecc., sia con apparecchiature modulari costruite dalla stessa Società e da questa ultima certificati come quadri di tipo AS, secondo quanto indicato nella norma CEI 17/13, e dalla stessa Società certificato come conforme.

Il quadro, del tipo da parete con grado di protezione IP 55, è accessibile solo sul fronte e consente l'accesso alle apparecchiature ed alle morsettiere senza necessità di togliere tensione alle barrature principali di distribuzione.

Gli interruttori automatici sono provviste di relé di massima corrente per la protezione da corto circuito e da sovraccarico, nonché di relé differenziale con soglia regolabile in sensibilità ed in tempo di ritardo dell'intervento.

L'interruttore generale del quadro non è provvisto di protezione differenziale, poiché a monte di esso è previsto un interruttore di tipo differenziale.

Nel cablaggio sono rigorosamente evitate giunzioni intermedie e le percorrenze di conduttori su parti metalliche che presentano spigoli vivi.

Tutte le apparecchiature sono corredate di una targhetta fissata sulle portelle esterne, in corrispondenza delle varie apparecchiature e di un'altra simile all'interno sulla apparecchiatura stessa onde consentire una sicura individuazione delle funzioni dei vari componenti.

All'interno del quadro è prevista una barra di rame di terra, quale collettore equipotenziale principale.

Per quadri AS con superficie frontale maggiore di 05 m<sup>2</sup> è richiesta una colonna laterale, con apertura separata da quelle delle apparecchiature, di arrivo e gestione cavi.

Per le caratteristiche delle apparecchiature si veda lo schema elettrico relativo.

### **3.5.7.5 Quadri di tipo a cassetta**

I quadri a cassetta dovranno essere di tipo sporgente o per montaggio a incasso, adatti per l'installazione all'interno a parete o a pavimento, a seconda delle dimensioni e nella posizione indicata sulle piante di progetto.

Essi dovranno essere rispondenti alle prescrizioni di legge e conformi alle norme CEI (in particolare alle norme 17-13/80) e dovranno essere costituiti da un contenitore (o eventualmente più contenitori accostati) in vetroresina o in lamiera di acciaio di spessore non inferiore a 1,5 mm, saldata ed accuratamente verniciata a forno internamente ed esternamente con smalti a base di resine epossidiche previo trattamento preventivo antiruggine.

Per consentire l'ingresso dei cavi, il contenitore dovrà essere dotato, sul lato superiore, di aperture chiuse, con coperchio fissato con viti o di fori pre tranciati.

Il pannello di fondo dovrà essere in lamiera di acciaio verniciata a forno o zincata e passivata, e dovrà essere regolabile in profondità.

L'intelaiatura dovrà essere in lamiera zincata e passivata o in profilato di alluminio anodizzato, ed oltre alla regolazione in profondità dovrà consentire anche di variare in senso verticale la posizione di apparecchi e/o guide profilate.

I pannelli di chiusura frontali dovranno essere modulari, in modo da costituire una chiusura a settori del quadro.

Dovranno essere ciechi se destinati a chiudere settori non utilizzati del quadro o settori contenenti morsettiere o altri apparecchi su cui non sia normalmente necessario agire, oppure dotati di finestrate che consentano di affacciare la parte anteriore degli apparecchi fissati sulle guide o sul pannello di fondo. Le finestrate per gli apparecchi modulari dovranno avere la stessa lunghezza, e le parti non occupate dovranno essere chiuse con placche copri foro in materiale plastico inserite a scatto.

Le dimensioni dei quadri dovranno essere tali da consentire l'installazione di un numero di eventuali apparecchi futuri pari ad almeno il 20% di quelli previsti.

Sui pannelli di chiusura potranno essere fissati solo eventuali apparecchi di comando e segnalazione (selettori, commutatori, indicatori luminosi ecc.) appartenenti a circuiti ausiliari o strumenti di misura.

Con tutti i pannelli inseriti, non dovrà essere possibile il contatto con parti in tensione.

Il fronte del quadro dovrà presentare un grado di protezione non inferiore a IP 20,

Le porte anteriori dovranno essere in lamiera di acciaio saldata, ribordata ed irrigidita e protetta con lo stesso trattamento superficiale sopra descritto. Le porte dovranno essere di tipo con plexiglass trasparente. Esse dovranno comunque essere dotate di guarnizioni in gomma anti invecchiante, di maniglie in materiale isolante e serrature con chiave.

Il grado di protezione dell'involucro dovrà essere non inferiore a IP 30 a portella anteriore chiusa.

In generale, oltre a quanto sopra specificato, tutte le parti in acciaio dovranno essere accuratamente verniciate a forno con smalti a base di resina epossidica, previo trattamento protettivo (sgrossatura, fosfatazione e due mani di antiruggine).

Le parti non verniciate, ed in particolare la bulloneria, dovranno viceversa essere state sottoposte a trattamenti di protezione superficiali (zincatura, zinco cromatura ecc.).

Tutti i materiali isolanti impiegati nell'esecuzione del quadro dovranno essere di tipo incombustibile o non propagante la fiamma. Sui disegni di progetto sono indicati il numero, il tipo e le caratteristiche necessarie per definire gli interruttori previsti.

Essi dovranno interrompere tutti i conduttori (sia le fasi che il neutro) della linea su cui sono inseriti, e dovranno essere conformi alle norme CEI 64-8 per quanto riguarda la protezione del neutro.

Per quanto possibile, sia gli interruttori che gli altri apparecchi dovranno essere di tipo modulare in scatola isolante (conformi alle norme CEI 23-3/78).

La larghezza del modulo dovrà comunque essere di 17,5 mm

Sugli schemi è pure riportato il potere di interruzione ( $I_{cu}$ ) estremo richiesto per gli interruttori.

Esso deve intendersi alla tensione corrispondente e non dovrà comunque essere inferiore alle massime correnti di cortocircuito previste nel punto di installazione del quadro.

Oltre che di tutti gli apparecchi riportati sui disegni di progetto e/o descritti nell'elenco prezzi unitari, il quadro dovrà essere completo di ogni accessorio, anche se non espressamente indicato, necessario ad assicurare il perfetto funzionamento.

L'esecuzione dovrà essere conforme alle prescrizioni seguenti:

- i cablaggi dei circuiti ausiliari dovranno essere eseguiti con conduttori flessibili isolati in PVC (cavo N07G9-K) aventi sezioni non inferiori a 1,5 mm<sup>2</sup>, 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 ed ampiamente dimensionate;
- le canalette dovranno essere fissate al pannello di fondo mediante viti autofilettanti, o con dado o rivetti, interponendo in tutti i casi una rondella. Non è ammesso l'impiego di canalette autoadesive;
- i conduttori per il collegamento degli eventuali apparecchi montati su pannelli di chiusura frontali dovranno essere raccolti in fasci, protetti con guaina o spirale in plastica ed avere lunghezza sufficiente ad evitare sollecitazioni di trazioni 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 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 mm<sup>2</sup>, 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 mm<sup>2</sup> dovranno essere

provvisi di adatto capicorda a compressione, collegati direttamente agli interruttori ed ancorati all'intelaiatura per non sollecitare gli interruttori stessi;

- i conduttori di alimentazione degli interruttori e degli altri eventuali apparecchi dovranno essere derivati, per mezzo di capicorda a compressione e viti di ottone, da sbarre di rame provviste di fori filettati fatti a distanze regolari;
- tutti i conduttori di terra e di protezione 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 N07G9-K) di colore giallo/verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>, 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.

### **3.5.8 Dimensionamento apparecchiature all'interno degli AS/ANS.**

#### **3.5.8.1 Materiali isolanti**

Tutti i materiali impiegati nella costruzione dei quadri dovranno essere auto estinguenti e non igroscopici. Le guarnizioni, invece, dovranno essere in gomma siliconica o di materiale avente caratteristiche simili, tali da resistere all'invecchiamento e inacidimento dovuto all'esposizione ai raggi UV.

#### **3.5.8.2 Sistema di sbarre fino a 250 A**

Le sbarre principali, per correnti fino a 250 A dovranno essere in rame con caratteristica forma a " T " che ne conferisce una notevole sovraccaricabilità termica e statica.

Le stesse saranno montate all'interno di un sistema porta sbarre con interasse a 40 mm, completa d'accessori in materiale plastico auto estinguente, rinforzato con fibre di vetro che ne determina un grado di protezione  $\geq$  di IP 20.

Le sbarre di rame dovranno essere trattate superficialmente con zincatura elettrolitica.

#### **3.5.8.3 Adattatori per il montaggio degli apparecchi di protezione direttamente sul sistema sbarre**

Gli apparecchi di protezione dovranno essere montati direttamente sul sistema sbarre tramite opportuni adattatori in materiale plastico auto estinguente aventi, rispettivamente le seguenti larghezze:

- 72 mm, per correnti nominali fino a 25 A
- 72 mm, per correnti nominali fino a 40 A
- 90 mm, per correnti nominali fino a 90 A

#### **3.5.8.4 Fusibili**

Qualora l'utilizzo sia confermato per iscritto dalla Direzione Lavori, i fusibili da utilizzare dovranno essere del tipo ritardato per la protezione dei motori e rapidi per la protezione degli ausiliari.

Le cartucce fusibili, se non diversamente indicato, fino ad un massimo di 63 A (In) dovranno essere del tipo "Diazed" nelle varie grandezze; per intensità di corrente superiore di 63 A (In) si dovrà passare al tipo A.C.R. ovvero NH.

Le basi per i fusibili Diazed dovranno essere munite di coperchio e di dispositivo contro l'allentamento; mentre le basi per i fusibili NH, se non unipolari, dovranno essere muniti di separatore antifiamma.

Dovranno essere preferiti fusibili aventi basse potenze dissipate, al fine di ridurre sia i costi d'esercizio sia il trasferimento all'ambiente del calore dissipato.

I fusibili dovranno essere della stessa marca degli interruttori di protezione motori, dei contattori, dei relé termici e degli inverter a frequenza variabile.

### 3.5.8.5 Contattori

Dovranno essere di primaria casa costruttrice, nazionale o estera, purché con ricambi di facile reperibilità e purché della stessa marca dei fusibili, degli interruttori di protezione motori, dei relé termici e degli inverter a frequenza variabile.

La categoria d'impiego dovrà essere l'AC3 con declassamento minimo del 20 % rispetto a quanto indicato sui cataloghi. Ogni contactore dovrà essere facilmente reperibile per mezzo di targhette in materiale plastico con diciture indelebili poste su di esso e fissate in modo tale che col tempo sia impedita la perdita dovuta a caduta.

Tipo: tripolare, elettromagnetico ad interruzione in aria.

Tensione nominale d'impiego: 400 V

Categoria d'impiego: AC3, con declassamento del 20 %

Servizio nominale: intermittente classe 1, rapporto d'intermittenza 60 %, avviamento corto

Numero di cicli a carico:  $\geq 10.000.000$

Tensione nominale della bobina di comando: 48 Vca.

Le caratteristiche minime dei contattori sono le seguenti:

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Utilizzo	--	--	Avviamento motore
Montaggio entro	--	--	Cassetto / Quadro
Costruttore	--	--	Primaria marca
Tensione nominale	Un	V	690
Corrente nominale (AC3)	In	A	12 .. 25 .. 50 .. 95
Bobina di comando	Un	V	48 Vca
Contatti ausiliari		n.	Ad innesto nella combi-nazione desiderata, sia superiori, sia laterali, con il minimo di 3 NO + 1 NC

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Utilizzo	--	--	Avviamento motore
Montaggio entro	--	--	Cassetto / Quadro
Costruttore	--	--	Primaria marca
Tensione nominale	Un	V	690
Corrente nominale	In	A	110 .. 140 .. 170 .. 205
Bobina di comando	Un	V	48 Vca
Contatti ausiliari		n.	Oltre ai 2 L + 2 R di serie, altri ad innesto nella combinazione desiderata, solo laterali

### 3.5.8.6 Interruttori automatici specifici per protezione motore

La protezione contro i sovraccarichi e contro il corto circuito dei motori elettrici dovrà essere garantita da interruttori automatici specifici per protezione motore.

Gli interruttori per protezione motore dovranno essere della stessa marca dei fusibili, dei contattori, dei relé termici e degli inverter a frequenza variabile.

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Utilizzo	--	--	partenza motore, fino a 16 A
Montaggio entro	--	--	Cassetto / Quadro
Costruttore	--	--	Primaria marca
Tipo	--	--	Compatto, grandezza 0
Tensione nominale	Un	V	690
Corrente nominale	In	A	0,4 .. 0,63 .. 1 .. 1,6 .. 2,5 .. 4 .. 6,3 .. 8 .. 10 .. 12,5
Campo di taratura relé termici (a 35 °C)	It	A	80 .. 100 %
Campo di taratura relé magnetici (a 35 °C)	Im	A	11 volte In
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Icu	kA	50
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Ics	kA	50 % di Icu

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Utilizzo	--	--	partenza motore, oltre 16,1 A e fino a 45 A
Montaggio entro	--	--	Cassetto / Quadro
Costruttore	--	--	Primaria marca
Tipo	--	--	Compatto, grandezza 2
Tensione nominale	Un	V	690
Corrente nominale	In	A	16 .. 25 .. 32 .. 45
Campo di taratura relé termici (a 35 °C)	It	A	80 .. 100 %
Campo di taratura relé magnetici (a 35 °C)	Im	A	11 volte In
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Icu	kA	50
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Ics	kA	50 % di Icu

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Utilizzo	--	--	partenza motore, oltre 45,1 A e fino a 90 A
Montaggio entro	--	--	Cassetto / Quadro
Costruttore	--	--	Primaria marca
Tipo	--	--	Compatto, grandezza 3
Tensione nominale	Un	V	690
Corrente nominale	In	A	63 .. 90
Campo di taratura relé termici (a 35 °C)	It	A	80 .. 100 %
Campo di taratura relé magnetici (a 35 °C)	Im	A	11 volte In
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Icu	kA	100
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Ics	kA	50 % di Icu

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Utilizzo	--	--	Partenza linea, fino a 63 A
Montaggio entro	--	--	Cella / Quadro
Costruttore	--	--	Primaria marca
Tipo	--	--	Modulare
Tensione nominale	Un	V	400
Corrente nominale	In	A	6 .. 10 .. 16 .. 25 .. 32 .. 40 .. 50 .. 63
Campo di taratura relé termici (a 35 °C)	It	A	Uguale a In
Campo di taratura relé magnetici (a 35 °C)	Im	A	8 volte In
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Icu	kA	15
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Ics	kA	100 % di Icu
Campo di taratura relé differenziale	Id	A	0,03

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Utilizzo	--	--	Arrivo linea, fino a 160 A
Montaggio entro	--	--	Cella / Quadro
Costruttore	--	--	Primaria marca
Tipo	--	--	IMS con poli a doppia interruzione
Corrente nominale	In	A	160
Campo di taratura relé termici (a 35 °C)	It	A	Non presenti
Campo di taratura relé magnetici (a 35 °C)	Im	A	Non presenti

### 3.5.8.7 Interruttori automatici e non per quadri servizi ausiliari

Le caratteristiche minime di ciascun tipo d'interruttore utilizzato sono descritte nelle tabelle che seguono:

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Utilizzo	--	--	Partenza linea, fino a 63 A
Montaggio entro	--	--	Cella / Quadro
Tensione nominale	Un	V	400
Corrente nominale	In	A	6 .. 10 .. 16 .. 25 .. 32 .. 40 .. 50 .. 63
Campo di taratura relé termici (a 35 °C)	It	A	Uguale a In
Campo di taratura relé magnetici (a 35 °C)	Im	A	8 volte In
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Icu	kA	15
Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Ics	kA	100 % di Icu
Campo di taratura relé differenziale	Id	A	0,03

DESCRIZIONE	SIGLA	U.M.	SPECIFICAZIONE
Utilizzo	--	--	Arrivo linea, fino a 160 A
Montaggio entro	--	--	Cella / Quadro
Costruttore	--	--	--
Tipo	--	--	--
Tensione nominale	Un	V	-
Corrente nominale	In	A	160
Campo di taratura relé termici (a 35 °C)	It	A	Non presenti
Campo di taratura relé magnetici (a 35 °C)	Im	A	Non presenti
Potere d'interruzione nominale a 415 Vca	Icu	kA	-

### 3.5.8.8 Relé termico

Qualora non sia tecnicamente possibile utilizzare interruttori automatici specifici per protezione motore, dovranno essere utilizzati relé termici del tipo elettronico muniti di sistema di compensazione termica automatica e di protezione differenziale per squilibrio di fase, entrambi con tempi brevi d'intervento; i valori di taratura potranno essere sia in percentuale del valore di fondo scala, sia in valore assoluto.

Dovranno essere della stessa casa costruttrice dei contattori, coordinati con essi e con i dispositivi di protezione per corto circuito, secondo i consigli della casa costruttrice.

L'allacciamento al proprio contactore dovrà essere rigida e non sopportante il peso del relé termico.

### 3.5.8.9 Avviamento di motori tramite Soft Start.

Nel caso in cui sarà necessario utilizzare apparecchiature elettroniche soft start, esse dovranno essere della stessa marca degli Inverter a Frequenza Variabile (sotto indicati).

Collegamento in linea con by-pass integrato

Dimensionamento con fattore di sovraccarico di tipo Heavy (fino al 450% per 10 s)

Tutti gli avviamenti soft start devono essere muniti scheda di rete Profibus e devono essere accoppiati a contactore di by-pass.

### **3.5.8.10 Inverter a Frequenza Variabile (IFV)**

Gli inverter a frequenza variabile dovranno essere con tecnologia IGBT, con coppia costante in contenitore per montaggio a parete con grado di protezione IP 54, idonei per potenze da 1,5 fino a 90 kW (della stessa serie) da 0 a 200 Hz senza la necessità di retro azione, da collocare a parete, avente:

- dimensionamento con fattore di sovraccarico di tipo Heavy (fino al 175% per 60/120 s, oppure fino al 210% per 3 s)
- Tensione d'ingresso: 380 / 480 V, 3 F  $\pm$  10 %
- Filtro integrato: in classe A
- Fattore di potenza:  $\geq$  a  $\cos \varphi$  0,95 (al carico nominale)
- Efficienza tipica del 96 % o superiore
- Bobina di commutazione di rete: presente, se necessaria
- Raffreddamento: forzato, interno
- Frequenza d'uscita: da 0 a 200 Hz
- Risoluzione di frequenza: 0,01 Hz
- Ingressi digitali: n. 8 programmabili
- Ingressi analogici: n. 3, di cui uno collegabile anche a potenziometro
- Uscite digitali: n. 2 a relé e n. 1 open collector
- Uscite analogiche: n. 3 configurabili
- Sensore PTC su motore: collegabile a specifico ingresso
- Scheda di rete: Profibus
- Protezione elettrica totale del motore comandato, tramite protezione da sovraccarico motore, sovra corrente, corto circuito all'avviamento, guasto a terra, fase mancante motore, controllo temperatura motore.
- Tastiera di comunicazione di facile utilizzo, con display LCD, grado di protezione IP 65, con display alfa numerico per la visualizzazione di tre parametri contemporanei.

### **3.5.8.11 UPS all'interno dei Package**

Nel caso in cui il Package avrà la necessità di avere un'alimentazione di continuità, sarà necessario inserire all'interno del quadro elettrico un sistema d'alimentazione con UPS.

Gli UPS dovranno essere di tipo monofase con potenze di 1 o 1,5 kVA, con batterie al piombo ermetico e dovranno avere:

- Tecnologia a doppia conversione
- Funzione di by-pass
- Gestione intelligente della batteria
- Software per il riconoscimento dell'esaurimento della carica, per lo spegnimento automatico del sistema
- Montaggio a Rack 19" o fissaggio sul fondo dell'armadio
- Alimentazione 230 Vca, con campo 160 .. 276 V, frequenza +/- 5 %
- Uscita 230 Vca, +/- 3 %, frequenza +/- 0,5 %, sinusoidale.

L'UPS dovrà essere completo sia di scheda plug-in SNMP Ethernet, sia di scheda con uscita a relé per segnalazione d'allarme.

### **3.5.8.12 Amperometro e voltmetro analogico**

Dovranno essere del tipo elettromagnetico (se per corrente alternata) oppure del tipo magneto elettrico (se per corrente continua).

Il voltmetro dovrà avere fondo scala 500 V (se per c.a.), oppure 50/150/300 V (se per c.c.).

Gli amperometri dovranno essere con scala ristretta con valore di fondo scala di 5 A (In) solo se inseriti su circuiti in cui avvengono normalmente repentini sbalzi del valore misurato, altrimenti dovranno essere con fondo scala normale secondo l'intensità di corrente e in ogni caso inseriti tramite riduttore d'adeguata prestazione.

### **3.5.8.13 Analizzatore d'energia da quadro**

Deve essere del tipo elettronico, in grado di elaborare fino a 100 grandezze elettriche, compresa la potenza media ogni 15 minuti e visualizzazione delle potenze medie calcolate.

Lo strumento dovrà avere alimentazione 115 / 230 Vca con incertezza di misura del 0,1 % (1 digit).

All'interno dell'apparecchio sono impostabili fino a otto contatori per energia attiva e reattiva, con mantenimento dei dati in caso di mancanza di tensione.

La visualizzazione dei dati avviene tramite un display su due righe, del tipo ad elevato contrasto; le grandezze visualizzabili, se diverse da quelle standard, sono impostabili direttamente tramite la tastiera dell'apparecchio.

Ciascuno strumento dovrà essere comprensivo di porta seriale con protocollo Profibus, già cablata; attraverso la porta di comunicazione potrà essere possibile la visualizzazione dei parametri di configurazione dell'apparecchio.

Il cablaggio in serie delle porte di comunicazione degli analizzatori deve essere portata a morsettiera.

### **3.5.8.14 Trasformatori di corrente**

I trasformatori di corrente potranno essere sia del tipo a primario avvolto, sia del tipo a barra passante, secondo l'inserimento e del tipo d'utilizzo; essi dovranno in ogni caso essere con classe di precisione coordinata con gli strumenti indicatori e/o gli amplificatori elettronici inseriti lungo il circuito derivato a valle dei morsetti secondari.

Tutti i trasformatori dovranno essere fissati o sul pannello interno dell'AS/ANS, oppure sulla sbarra ove sono inseriti, mai appesi al cavo.

### **3.5.8.15 Alimentatori stabilizzati ridondati.**

Gli alimentatori stabilizzati, atti alla generazione della 24 Vcc, saranno collegati a coppia in configurazione ridondata, essi dovranno essere in robusto contenitore a ventilazione naturale e avranno:

- Ingresso 230 Vca +/- 15 %
- Uscita 24 Vcc stabilizzata 10 A, oppure 25 A, oppure 40 A
- Trasformatore d'isolamento in ingresso e regolazione chopper a IGBT, con frequenza di lavoro 28 kHz
- Possibilità di collegamento in parallelo ridondata e possibilità di sostituzione di un alimentatore senza togliere tensione all'impianto.

### **3.5.8.16 Illuminazione e presa di servizio all'interno del quadro.**

All'interno del quadro AS / ANS, per ciascuna anta di larghezza fino a 800 mm, deve essere sempre previsto un apparecchio illuminante di potenza 14 W munito d'interruttore d'accensione e di presa di servizio; per ante di larghezza superiore dovranno essere previsti due apparecchi illuminanti per ciascuna anta.

La lampada, del tipo fluorescente, dovrà essere coperta da apposito schermo prismatico.

Il cablaggio, derivato a monte dell'interruttore generale dovrà essere eseguito con cavi multipolari aventi guaina esterna di colore arancio.

### **3.5.8.17 9.8.17 Conta ore**

Essi, quando richiesti, dovranno avere l'indicazione frontale digitale con cifra decimale e non meno di quattro cifre intere non resettabili e con segnalino indicante se il conta ore è o non è in marcia.

### **3.5.8.18 Pulsanti - selettori - portalampada**

Essi dovranno soddisfare, oltre che ad esigenze tecniche proprie quali per esempio: portata, tipo di contatto, robustezza, qualità del materiale e grado di protezione, anche esigenze estetiche.

Il modello, quindi, dovrà essere scelto in funzione di queste esigenze in modo da dare all'insieme dell'AS/ANS particolari caratteristiche estetiche.

La loro disposizione sul fronte dell'AS/ANS dovrà essere basata su criteri ergonomici e di praticità e, in ogni caso, preventivamente concordata con la Direzione Lavori.

### **3.5.8.19 Lampade di segnalazione a LED**

Potenza: 0,25 W a 24 V

Tensione nominale al portalampada: 24 Vca, con collegamento tra una fase e il centrale del trasformatore ausiliario 24 Vcc derivata dall'alimentatore.

I portalampada hanno attacco a baionetta BA 9s, con coppetta di vetro o plastica colorata e dotate di feritoie di ventilazione.

### **3.5.8.20 Relé ausiliari**

Tipo di servizio: continuo

Tensione d'alimentazione della bobina: 48 Vca

Numero e funzione dei contatti: secondo schema, normalmente pari a 4 CO

Portata contatti: 6 A

Potere d'interruzione (L/R = 40 ms): 0,5 A c.a.

Durata elettrica dei contatti (n. manovre al potere d'interruzione):  $\geq 10^5$

Durata meccanica (n. manovre):  $10^6$

### **3.5.8.21 Ventilatori e filtri per circolazione aria all'interno dei quadri.**

I ventilatori, per portata d'aria da 20 a 105 m<sup>3</sup>/h, dovranno essere muniti di ventilatore assiale con motore a poli separati, tensione nominale 230 Vca e con cuffia di protezione che ne conferisce un grado di protezione IP 56.

### **3.5.8.22 Telai Rack 19" girevoli per apparecchiature elettroniche.**

I telai girevoli per Rack 19" dovranno essere montati all'interno di quadri di dimensioni di base 800 x 600 mm.

Essi dovranno essere sia per montaggio completo a tutta altezza, sia per montaggio parziale nella zona superiore; in entrambi i casi idonei per sostenere una massa fino a 350 kg.

I telai dovranno essere completi con set di montaggio, dispositivo d'arresto, guide di sostegno, ecc., ecc.

### **3.5.8.23 Telai Rack 19" fissi per apparecchiature elettroniche.**

I telai fissi per Rack 19" dovranno essere montati all'interno di quadri di dimensioni di base 600 x 600 mm; in questo caso l'armadio deve essere munito di porta posteriore apribile, d'acciaio pieno munita di serratura come indicato nel capitolo "Sistemi di chiusura centralizzata"

I telai dovranno essere completi con set di montaggio, dispositivo d'arresto, guide di sostegno, ecc., ecc.

### **3.5.8.24 Morsettiere**

Le morsettiere dovranno essere in materiale non igroscopico, assicurante nel tempo ottime qualità di isolamento; esse dovranno risultare facilmente componibili e facilmente estraibili, senza dover spostare i morsetti adiacenti.

Ogni morsetto dovrà essere numerato con segnalini da applicare a pressione, con diciture indelebili.

La sezione minima dei singoli morsetti dovrà essere 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti ausiliari e 4 mm<sup>2</sup> per gli altri; i morsetti dovranno essere muniti di dispositivo contro l'allentamento accidentale del filo.

Le morsettiere dovranno essere previste in posizione facilmente accessibile e a conveniente distanza dalle strutture periferiche e dalle apparecchiature interne dell'AS/ANS per facilitare il collegamento dei cavi afferenti.

I morsetti sono muniti di dispositivo contro l'allentamento accidentale del filo.

Le morsettiere di ciascuna utenza devono tassativamente essere singolarmente protette con schermo o cuffia o analogo, al fine di prevenire contatti accidentali con gli attrezzi degli operatori; ciò significa che non è sufficiente il grado di protezione IP 20 per le morsettiere con tensione superiore a 50 V, verso terra, ma che è richiesta una protezione aggiuntiva.

Normalmente per le morsettiere ci si dovrà attenere alla suddivisione sotto indicata:

- a) cavi per segnali 4 ÷ 20 mA cc, d'alimentazione di strumenti elettronici
- b) cavi per circuiti a corrente alternata o continua;
- c) cavi per segnali in frequenza;
- d) cavi per correnti continue riguardanti sistemi a logiche statiche.

Per il numero di riserve da prevedere per quanto riguarda:

- le alimentazioni
- le morsettiere elettriche
- i connettori

Essi non dovranno essere inferiori al 20 % del totale richiesto.

I morsetti delle morsettiere saranno accettati solo se di costruzione Phoenix o Weidmuller.

### **3.5.8.25 Cablaggio elettrico**

Il cablaggio elettrico dell'AS/ANS dovrà essere conforme alle prescrizioni delle Norme CEI applicabili.

Tutti i collegamenti elettrici dovranno essere identificati con la stessa numerazione riportata sugli strumentogrammi relativi.

Lo spazio da riservare sul fronte e all'interno dell'AS/ANS per l'eventuale installazione futura di nuovi strumenti dovrà essere almeno il 20 % dello spazio complessivo.

Dimensionamento della canalina di PVC auto estinguente con un grado di riempimento non superiore al 70 %

Sezione minima della sbarra di terra interna di sezione non inferiore a 100 mm<sup>2</sup>

Particolare cura dovrà essere posta nei collegamenti dei secondari dei trasformatori riduttori al fine di evitare grosse perdite nei conduttori.

### 3.5.9 Gruppi prese di servizio

I gruppi prese saranno di materiale termoisolante e costituiti dalle seguenti apparecchiature:

- n. 1 presa interbloccata con fusibili - Un = 230 Vca - In = 16 A.
- n. 1 presa interbloccata con fusibili - Un = 400 Vca - In = 16 A.
- n. 1 presa 24 Vca con trasformatore di sicurezza.
- n. 1 piastra di supporto.
- n. 1 interruttore modulare differenziale In = 4P×40 A - Id = 0,03 A - classe A - Pdl = 10 kA.
- n. xx contenitori.

Le prese interbloccate presenteranno le seguenti caratteristiche costruttive ed elettriche:

Portata	16 A
Tensione nominale	24 Vca (SELV) / 230 Vca / 400 Vca
Frequenze	da 50 Hz a 500 Hz
Tensione isolamento	500 V
Resistenza CTI	> 500 V
Configurazioni orarie	2 h, 3 h, 4 h, 6 h, 7 h, 8 h, 9 h, 10 h, 11 h, 12 h
Resistenza all'impatto	20 J
Glow-wire test	960 °C
Auto estinguenza	(UL94): V0
Grado di protezione	IP 66 / IP 67

Manovra ergonomica con indice evidente per immediata individualizzazione anche da lontano.

Le prese saranno dotate d'interruttore di manovra-sezionatore di categoria AC 23° - AC 3, con corrente condizionale di cortocircuito di 10 kA, idoneo a manovre frequenti la cui manovra potrà essere lucchettabile con interruttore sia in posizione aperto sia in posizione chiuso; l'interblocco sarà in acciaio zinco tropicalizzato.

Le prese saranno dotate di porta fusibili sezionabile su barra DIN, accessibile da sportello dedicato, interbloccato con la manovra.

Le tre prese saranno installate su un'unica piastra di supporto di dimensioni adeguate, realizzata in acciaio zinco tropicalizzato, con blocco a vite doppia per installazione extra-rapida.

La presa con trasformatore di sicurezza presenterà le seguenti caratteristiche costruttive ed elettriche:

Potenza nominale	144 VA
Trasformatore di sicurezza conforme a	CEI EN 60742 (CEI 96-2)

Fattore di potenza nominale	1
Trasformatore	di sicurezza, classe II
Impiego prevalente	lampade portatili
Servizio	continuo
Grado di protezione	IP 66 e IP 67
Tensione ingresso	230 Vca / 50 Hz
Tensione d'uscita	24 Vca
Protezione primario e secondario	fusibili primario 4 A - secondario 6 A
Attivazione	tramite micro interruttore bipolare azionato dalla spina
Tipo presa	2P - 24 V - 16 A

Ogni gruppo prese sarà corredato di un tettuccio di protezione d'acciaio inox 1.4401 che sarà installato sopra al gruppo prese con un'inclinazione di circa 15° verso il basso.

Il tettuccio avrà una lunghezza pari alla lunghezza del gruppo prese e sarà profondo 5 cm in più del gruppo prese.

Durante la realizzazione del tettuccio saranno arrotondati gli spigoli vivi e saranno eliminate bave di risulta.

### 3.5.10 Vie cavi

#### 3.5.10.1 Generalità

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, dovranno essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

Dette protezioni possono essere:

- tubazioni;
- canalizzazioni porta cavi;
- passerelle;
- condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile.

#### 3.5.10.2 9.10.2 Tubazione di HPDE e pozzetti, per aree esterne

I tubi protettivi in materiale isolante autoestinguento saranno del tipo a doppia parete in HPDE di colore rosso resistenti allo schiacciamento (450N); tali tubi verranno interrati rispettando le profondità e le distanze da eventuali attraversamenti o parallelismi con altre condutture.

La scelta del diametro interno dei tubi è stata fatta tenendo conto che esso dovrà essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti, con un minimo di 63 mm; in ogni caso i cavi posati nei tubi dovranno risultare sempre sfilabili e reinfilabili.

Le sezioni di progetto sono quelle corrispondenti ai diametri: 63 mm, 90 mm, 110 mm, 125 mm e 160 mm.

Il percorso dei tubi sarà per quanto possibile rettilineo; ad ogni brusca deviazione resa necessaria dal percorso dei cavi, e ad ogni derivazione dalla linea principale a quella secondaria saranno utilizzati i necessari pozzetti (le dimensioni di progetto sono di 30 x 30 x 40 cm (solo per pozzetti di terra) 40 x 40 x 70 cm, 60 x 60 x 80 cm, 80 x 80 x 80 cm).

### **3.5.10.3 Tubazione flessibile di PVC serie pesante (corrugato)**

Dovrà essere conforme alle norme CEI 23/14/71 fasc. 297 e alle tabelle CEI-UNEL 37121/70 (serie pesante) in materiale autoestinguento, provvisto di IMQ.

Dovrà essere impiegato per la posa sottotraccia a parete o a soffitto, curando che in tutti i punti risulti ricoperto da almeno 20 mm di intonaco.

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

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

Nell'impianto previsto per la realizzazione sottotraccia, i tubi protettivi dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- il diametro interno dei tubi dovrà essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione dovrà essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica. Il diametro del tubo dovrà essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno non dovrà essere inferiore a 10 mm;
- il tracciato dei tubi protettivi dovrà consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve dovranno essere effettuate con raccordi o piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la flessibilità dei cavi;
- ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione della linea principale a secondaria e in ogni locale servito, la tubazione dovrà essere interrotta con cassette di derivazione;
- le giunzioni dei conduttori dovranno essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsettiere. Dette cassette dovranno essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei e dovrà inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette dovrà offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo;
- i tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione dovranno essere distinti per ogni montante. È ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e ne siano contrassegnati per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità;
- qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi dovranno essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

Il numero dei cavi unipolari che si possono introdurre nei tubi è indicato nella tabella seguente:

Diametro esterno (mm)	Sezione dei cavi (mm <sup>2</sup> )								
	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	16
16	8	7	6	5	3	2			
20	15	14	11	8	6	4	2		
25	27	22	19	14	10	7	4	3	2
32		40	34	27	17	7	5	3	2
40			57	44	29	22	14	9	6
50					48	37	22	14	11

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli che ospitano altre canalizzazioni dovranno essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovra riscaldamenti, sgocciolamenti, formazioni di condensa ecc.

È inoltre vietato collocare nelle stesse incassature montanti e colonne telefoniche o radiotelevisive.

#### 3.5.10.4 Tubazione rigida di PVC per posa a vista

Dovrà essere della serie pesante, conforme alle tabelle CEI-UNEL 37118 e alle norme CEI 23/8/73 fasc. 335, provvisto di IMQ.

Dovrà essere impiegato per la posa in vista (a parete, nel soffitto o nell'eventuale contro soffitto).

Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non dovrà essere superiore a 4 m

In ogni caso i tubi dovranno essere fissati in prossimità di ogni giunzione e sia prima che dopo ogni cambiamento di direzione.

In questo tipo di posa, per il fissaggio dovranno essere impiegati collari singoli in acciaio zincato e passivato con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese imperdibili, oppure dovranno essere impiegati collari come sopra descritto in materiale isolante, oppure morsetti in materiale isolante sempre serrati con viti (i tipi con serraggio a scatto sono ammessi all'interno di contro soffitti, in cunicoli o analoghi luoghi protetti).

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

Nei locali umidi o bagnati e all'esterno, degli accessori di fissaggio descritti dovranno essere impiegati solo quelli in materiale isolante.

Il numero dei cavi unipolari che si possono introdurre nei tubi è indicato nella tabella seguente:

Diametro esterno (mm)	Sezione dei cavi (mm <sup>2</sup> )								
	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	16
16	14	11	10	7	5	3			
20	23	19	16	11	8	5	3		
25	37	31	21	21	18	10	8	3	
32			46	34	23	18	10	6	5
40				56	41	30	17	11	8
50					65	46	27	19	13

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

PVC conformi alle norme UNI 7441-75 PN 10. Per la posa interrata dovranno essere impiegati tubi in PVC conformi alle norme UNI 7441-75 PN 16.

### 3.5.10.5 Tubazione rigida in PVC filettabile

Dovrà essere in materiale autoestinguente con estremità filettate e spessori non inferiori ai seguenti valori (in mm) 2,2-2,3-2,5-2,8-3,0-3,6 rispettivamente per le grandezze (DE) 16-20-25-32-40-50 con una resistenza allo schiacciamento pari ad almeno 980 N (100 kgf) misurata secondo le modalità previste dalle norme CEI 23-8/73.

Le giunzioni dovranno essere ottenute con manicotti filettati.

I cambiamenti di direzione dovranno essere ottenuti sia con curve ampie con estremità filettate internamente sia per piegatura a caldo.

Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi dovrà essere inferiore a 4 m.

I tubi dovranno essere comunque fissati in prossimità di ogni giunzione ed ad ogni cambiamento di direzione.

Per il fissaggio in vista dovranno essere impiegati collari singoli in acciaio zincato e passivato con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese impermeabili, oppure collari o morsetti in materiale isolante serrati con viti.

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

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

Il numero dei cavi unipolari che si possono introdurre nei tubi è indicato nella tabella seguente:

Diametro esterno (mm)	Sezione dei cavi (mm <sup>2</sup> )								
	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	16
16	9	7	6	5	3	2			
20	18	16	14	11	7	5	3		
25	29	26	21	16	10	8	5	3	
32		44	38	29	20	15	9	5	4
40				51	33	26	15	16	7
50					56	43	23	16	11

### 3.5.10.6 Canalizzazione porta cavi

Per i sistemi di canali a battiscopa e canali porta cavi a parete o soffitto si applicano le norme CEI 23-19.

Per gli altri sistemi di canalizzazione si applicheranno le norme CEI specifiche (ove esistenti).

Il numero dei cavi installati dovrà essere tale da consentire un'occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8.

Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si dovrà applicare quanto richiesto dalle norme CEI 64-8 utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni ecc.).

Opportune barriere dovranno separare cavi a tensioni nominali differenti.

I cavi dovranno essere utilizzati secondo le indicazioni delle norme CEI 20-20.

Nei passaggi di parete dovranno essere previste opportune barriere taglia fiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti.

Le caratteristiche di resistenza al calore anormale e al fuoco dei materiali utilizzati dovranno soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

### **3.5.10.7 Canale in PVC di tipo chiuso**

Dovrà essere di tipo modulare e ottenuto in PVC rigido autoestinguente di classe 1.

La canaletta dovrà essere dotata di coperchio fissato a scatto, anch'esso in PVC rigido autoestinguente.

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

Per la sospensione dovranno essere eventualmente impiegate mensole ancorate sia a profili fissati a soffitto che con tasselli direttamente a parete, in modo da avere sempre un lato libero.

La distanza fra due sostegni non dovrà essere superiore a 5 m e comunque tale che la freccia d'inflessione non risulti superiore a 8 mm La distanza della canaletta dal soffitto o da un'altra sovrapposta dovrà essere di almeno 20 cm

Il collegamento fra due tratti dovrà avvenire mediante giunti di tipo 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 esterno e piastre coprigiunto interne.

Per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza ecc., dovranno essere impiegati gli accessori in modo da ridurre al minimo gli interventi quali tagli, piegature ecc.

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

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

Il coperchio dovrà essere asportabile per tutta la lunghezza anche in corrispondenza degli attraversamenti di pareti.

### **3.5.10.8 Canaletta d'acciaio zincato di tipo aperto**

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

I fianchi avranno un'altezza di almeno 50 mm e lo spessore non sarà inferiore a 1,5 mm.

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

La distanza fra due sostegni non sarà superiore a 2 m e in ogni modo tale che la freccia d'inflessione non sia superiore a 5 mm.

La distanza della canaletta dal soffitto o da un'altra sovrapposta sarà di almeno 20 cm.

Il collegamento fra due tratti avverrà mediante giunti di tipo telescopico o da 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., saranno 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 saranno protetti con piastre terminali copri filo.

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

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

Per la canaletta zincata per immersione sarà ripristinata la protezione nei punti in cui dovesse essere indispensabile intervenire con tagli, brusche piegature, fori, ecc., oltre ovviamente alla zincatura per immersione potranno essere impiegate vernici catodiche rispetto allo zinco, quale minio o cromato di Piombo.

#### **3.5.10.9 Canaletta d'acciaio zincato di tipo chiuso**

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

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

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

Particolare cura sarà posta affinché non sia abbassato in corrispondenza di giunzioni, collegamenti con tubi che si derivano dalla canaletta, cassette di derivazione, contenitori, ecc.

Gli accessori per la sospensione (mensole, staffe, supporti, ecc.) saranno in acciaio zincato o inossidabile, secondo il grado d'aggressività dell'ambiente.

Tutte le minuterie, bulloni, clips, per il bloccaggio del coperchio saranno in acciaio zincato o inossidabile o in nylon (i bulloni).

Il coperchio sarà asportabile per tutta la lunghezza.

Nei punti di giunzione, d'ingresso di tubazioni e analoghi sarà mantenuto il grado di protezione (non inferiore a IP 4X salvo diversa indicazione).

#### **3.5.10.10 Canaletta d'acciaio inox, di tipo griglia**

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

La canaletta sarà ricavata da tondo d'acciaio inox, debitamente saldato.

Gli accessori per la sospensione (mensole, staffe, supporti, ecc.) saranno in acciaio inossidabile.

Il collegamento fra due tratti avverrà mediante appositi giunti ad incastro; gli stessi giunti dovranno essere utilizzati per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza, ecc.

Nei tratti d'installazione inferiori a 2,5 m dal piano di calpestio, il canale dovrà essere meccanicamente protetto per mezzo di un'appropriata lamiera di copertura.

#### **3.5.10.11 Materiale di supporto**

Tutte le passerelle, le canalette, le mensole, le staffe ed ogni accessorio dovranno essere in materiale non combustibile, stabile ed inerte e resistente alla corrosione o adeguatamente trattato contro la corrosione dovuta all'ambiente d'installazione.

In particolare, il materiale ferroso dovrà essere zincato a caldo per immersione in conformità con le norme CEI 7-6 o con analogo trattamento.

Le modalità di esecuzione delle passerelle, canalette, mensole, staffe, ecc., dovranno essere indicate nella documentazione di progetto.

Le passerelle relative ai percorsi principali dei cavi; esse dovranno essere dimensionate almeno per:

50 kg/ m<sup>2</sup> di carico uniformemente distribuito;

80 kg di carico concentrato oltre al carico uniformemente distribuito, senza che la freccia superi 1/300 del passo di supporto.

I punti di sostegno delle passerelle o canalette sia quelli dei singoli cavi dovranno essere in quantità ed esecuzione adeguate al carico e alle sollecitazioni previste.

I sostegni dovranno essere fissati alle strutture metalliche o ai muri ma non alle scale di servizio per il personale; quando essi dovranno essere annegati in calcestruzzo, muratura o terreno, i materiali di sostegno dovranno essere adeguatamente protetti onde evitare corrosioni.

Le passerelle e le canalette e i cunicoli dovranno essere realizzati in modo che nei cambiamenti di direzione i cavi siano sostenuti e assumano raggi di curvatura non inferiore a quelli previsti.

Le passerelle e le canalette aperte e sovrapposte salvo diversamente indicato nei documenti di progetto, dovranno essere tenute ad una distanza tra loro dipendente dalla larghezza delle stesse e in ogni caso non inferiore ai valori seguenti:

Larghezza passerella canaletta	Distanza tra loro passerelle	
	da entrambi i lati	da un lato solo
1,00 m	0,60 m	0,80 m
da 0,61 a 1,00 m	0,40 m	0,60 m
da 0,46 a 0,60 m	0,30 m	0,40 m
da 0,31 a 0,45 m	0,25 m	0,30 m
fino a 0,30 m	0,25 m	0,25 m

### 3.5.10.12 Tritubo per posa F/O

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

Di volta in volta risulterà precisato sui disegni di progetto il grado di protezione richiesto.

## 3.5.11 9.11 Cavi elettrici

### 3.5.11.1 Generalità

In generale tutti i conduttori ed i cavi utilizzati dovranno essere a bassa emissione di fumi tossici e nocivi, secondo le norme CEI 20-22 II, 20-37 e 20-38.

### 3.5.11.2 Conduttore di terra e conduttori di protezione

I conduttori di terra, se costituiti da conduttore flessibile isolato, dovranno avere guaina termoplastica di colore giallo-verde a semplice isolamento tipo N07G9-K, con guaina interna in treccia di rame stagnato, ed essere costruite secondo le norme CEI 20-22 II, 20-37 e 20-38.

Il conduttore di protezione dovrà essere collegato a tutte le apparecchiature elettriche in classe I e dovrà essere costituito da conduttore chiaramente identificabile con guaina esterna striata di colore giallo-verde.

La sezione del conduttore di protezione dovrà essere definita secondo i criteri indicati nella tabella 54F della Norma CEI 64-8.

Tutti i conduttori di protezione d'ogni singolo circuito dovranno essere portati separatamente alla barra di terra del quadro generale di bassa tensione presente all'interno della cabina elettrica.

### **3.5.11.3 Conduttore equipotenziale**

I collegamenti equipotenziali dovranno essere costruiti secondo le norme CEI 20-22 II, 20-37 e 20-38 e assicurare l'equipotenzialità delle masse estranee.

I conduttori equipotenziali dovranno essere collegati a nodi locali d'attestazione periferica ed interconnessi con il sistema generale dell'impianto di terra che dovranno essere collegate ed identificate in modo univoco sul collettore di terra più vicino.

### **3.5.11.4 Cavi isolati per reti d'energia FG70M**

Dovranno essere del tipo non propagante l'incendio, con isolamento elastomerico reticolato a base poliofenolica, grado d'isolamento 4, costituiti da conduttori di rame, rivestiti con guaine e riempitivi speciali aventi caratteristiche tali da assicurare, in caso d'incendio, un ridottissimo sviluppo di fumi opachi, la totale assenza d'acido cloridrico e un ridottissimo sviluppo di gas o sostanze tossiche.

I cavi avranno numero di conduttori e sezione come indicato negli elaborati grafici di progetto, e in ogni caso il loro dimensionamento non potrà essere inferiore a quanto richiesto dalla verifica termica per il coordinamento delle protezioni in bassa tensione.

### **3.5.11.5 Cavi isolati per reti d'energia tipo FTG100M**

Dovranno essere di tipo non propagante la fiamma e resistente al fuoco, costituiti da materiale elastomerico reticolato a base poliofenolica, con grado d'isolamento 4, con conduttori di rame, rivestiti con guaina in silicone calza vetro, riempitivo in fibra di vetro e nastratura interna in vetro mica aventi caratteristiche tali da assicurare, in caso d'incendio, un ridottissimo sviluppo di fumi opachi, la totale assenza d'acido cloridrico e un ridottissimo sviluppo di gas o sostanze tossiche e resistere per 3 ore ad una fiamma di 750°C.

Le caratteristiche del cavo dovranno essere:

- temperatura di funzionamento 90°C
- temperatura di corto circuito 250°C
- raggio minimo di piegatura 6 x diametro
- non propagante la fiamma CEI 20-35
- non propagante l'incendio CEI 20-22 II
- assenza emissione di gas tossici CEI 20-38/1 e 20-38/2
- resistenza al fuoco CEI 20-45
- rispondenza alla EN 50200
- assenza di piombo nelle schermature interne
- allestimento con condutture flessibili.

I cavi con le caratteristiche sopra indicate dovranno alimentare i circuiti d'illuminazione permanente e tutte le utenze che costituiscono parte del sistema di sicurezza.

### **3.5.11.6 Cavi per collegamenti d'energia in media tensione**

I cavi di media tensione, per l'allacciamento alla cabina d'utenza e per il collegamento dei trasformatori sul lato media tensione, dovranno essere di tipo RG7H1R in esecuzione unipolare nelle sezioni indicate negli elaborati grafici di progetto per tensione d'esercizio non inferiori a 20 kV.

I cavi dovranno avere:

- conduttori in rame stagnato a forma circolare conformi alla norma CEI20-29 classe 2;
- isolamento di gomma etilenpropilenica di qualità G7 ad elevato modulo conforme alla norma CEI 20-11;
- spessore dei rivestimenti isolanti conformi alle norme CEI 20-13;
- strati semiconduttori compresi tra il materiale isolante e lo schermo metallico realizzati con materiale elastomerico in accordo con quanto prescritto dalla norma CEI 20-13 di mescola tenera in modo da renderlo lavorabile senza l'apporto di calore;
- schermo isolante costituito da fili o nastri di rame non stagnato avvolto ad elica con il grado dei copertura conforme alla norma CEI 20-13;
- guaina esterna in PVC di qualità Rz additivata con colore rosso applicata sopra lo schermo metallico, rispondente alla norma CEI 20-11.

### 3.5.11.7 Cavi a fibra ottica

I cavi a fibra ottica dovranno essere costituiti da cavi multifibra in esecuzione armata, adatti per una posa interrata per esterno.

#### **Cavi a fibra ottica di tipo monomodale**

Sono di seguito indicate le caratteristiche dei materiali e le caratteristiche costruttive dei cavi a fibra ottica monomodale, rimandando la definizione specifica del numero di fibre previste per ogni singolo collegamento a quanto riportato negli elaborati grafici parte integrante del progetto stesso.

In particolare i cavi dovranno avere:

a) caratteristiche costruttive:

- fibre ottiche monomodali con caratteristiche fisiche 9/125 micron;
- loose con tamponamento di gelatina siliconata ad assorbimento d'idrogeno e costruito con materiale antifiama e zero alogeni;
- cordino centrale di rinforzo d'acciaio;
- protezione anti roditore d'acciaio, in esecuzione armata, con maglia d'acciaio per installazione esterna a bassissima emissione d'alogeni in caso d'incendio.

b) caratteristiche ottiche

- attenuazione (1300 nm) <1,2 dB/km
- campo d'impiego (1300 nm) 300 .. 1200 MHz/km
- numerical aperture 0,275 nm
- zero dispersion wave length 1310 .. 1365 nm
- zero dispersion slope <0,09
- indice di rifrazione di gruppo (1300 nm) 1,491

c) caratteristiche fisiche

- "core diameter" 9,2 micron
- "clad diameter" 125 ±2 micron
- diametro esterno > 250 micron
- concentricità del rivestimento > 80%
- disallineamento del "core" < 6%
- disallineamento del "clad" < 2%

- differenza parallelismo "core/clad"

<1

d) caratteristiche ottiche

- attenuazione (1300 nm) <0,4
- numerical aperture 0,13 nm
- zero dispersion wave length 1310 ±10 nm
- zero dispersion slope <0,092
- model field diameter a 1300 nm 9,3 ±0,5
- e) indice di rifrazione di gruppo a 1300 nm 1,4675

f) Proprietà "antifiamma" e "zero alogeni" conforme a:

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

g) 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" che dovranno includere le seguenti prove:

- Prova di percussione:
- L'energia d'urto che il cavo dovrà assorbire, senza che si producano variazioni permanenti d'attenuazione, dovrà essere di almeno 30 J; per valori d'energia 50 J non dovrà riscontrarsi alcuna rottura di fibra
- Prova di schiacciamento:
- Dovrà essere possibile sottoporre il cavo senza che accadano variazioni permanenti d'attenuazione, ad un carico di almeno 1200 N / 100 mm; per valori di carico 2300 N da non dovrà riscontrarsi alcuna rottura di fibra
- Prova di tiro:
- Il cavo, mediante i suoi elementi di trazione centrale e periferico, dovrà essere sottoposto a trazione con un carico di 50 N, senza provocare allungamenti elastici delle fibre ottiche superiori allo 0,05% e allungamenti elastici del cavo superiori allo 0,25%;
- Raggio di curvatura:
- Dovrà essere possibile curvare il cavo senza che si riscontrino variazioni permanenti d'attenuazione fino ad un raggio di curvatura pari a 20 volte il diametro esterno del cavo;
- Prove climatiche:
- L'attenuazione delle fibre ottiche a -10 e +40 °C, verificata mediante 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 a +60 °C gli incrementi d'attenuazione dovranno in ogni modo risultare inferiori a 0,10 dB/km.
- L'Appaltatore, in sede d'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 attraverso prove di laboratorio ordinate dalla Direzione Lavori da eseguirsi su una o più campionature prelevate direttamente sulle forniture presenti in cantiere.

h) Normative di riferimento:

Per quanto riguarda le proprietà delle fibre ottiche, si dovranno adottare le raccomandazioni specificate nelle Normative CCITT riferite ai vari tipi di fibre di seguito descritte: -EN 187.000 Normativa generale dei cavi; -EN 188.000 Normativa europea sulle fibre.

### **Cavi a fibra ottica di tipo multimodale**

Le caratteristiche dei materiali e le modalità costruttive per i cavi a fibra ottica multimodo dovranno essere conformi a quanto di seguito specificato rimandando la definizione del numero di fibre previste d'ogni singolo collegamento a quanto riportato negli elaborati grafici parte integrante del progetto stesso.

In particolare i cavi a fibra ottica multimodali per i collegamenti locali tra i singoli apparati dovranno essere: I cavi dovranno essere in esecuzione armata con maglia d'acciaio per installazione esterna a bassa emissione d'alogeni, in caso d'incendio, con allestimento a singola coppia o in configurazione multi coppia.

I riferimenti normativi e le prestazioni strutturali di resistenza meccanica dei cavi dovranno essere le medesime indicate per i cavi sopra menzionati allestiti con fibre monomodali.

### **3.5.11.8 Cavi per collegamenti telefonici terminali e di trasmissione dati**

Dovranno essere di tipo per interno in categoria 6a adatti per connessioni a prese telefoniche o di trasmissione dati RJ45 di pari categoria.

I cavi dovranno essere a 4 coppie di tipo UTP o FTP in relazione alla tipologia delle apparecchiature elettroniche di fonia e trasmissione dati da essi interconnesse.

### **3.5.11.9 Cavi per impianti di "Voice over IP"**

I cavi dovranno essere di categoria 6, isolati acusticamente e dovranno avere bassa capacità, schermatura totale interna e schermatura di superficie del tipo a calza con schermatura della superficie superiore al 65%.

I conduttori dovranno essere in rame stagnato con smalto isolante tipo Datalene o similare, dovranno avere la schermatura interna di tipo chiuso in alluminio e poliestere ed essere corredati dei connettori di collegamento terminale.

Per i collegamenti terminali i cavi dovranno avere caratteristiche di resistenza al fuoco in caso d'incendio.

## **3.5.12 Circuiti di distribuzione e alimentazione**

### **3.5.12.1 Generalità**

I cavi dovranno essere posati senza alcuna giunzione intermedia.

Nei casi in cui le tratte senza interruzione superassero le pezzature allestite dai costruttori, le giunzioni e le derivazioni dovranno essere eseguite con giunzioni diritte.

Le giunzioni dovranno essere sempre ubicate in luoghi facilmente accessibili.

L'ingresso dei cavi nelle cassette di transito e di derivazione dovrà essere eseguito a mezzo appositi raccordi pressa cavo oppure passacavo.

Dovranno essere in ogni caso rispettate tutte le particolari raccomandazioni di posa dettate dal costruttore (ad es. targhettatura di posa, saggi di curvatura, tiri di infilaggio ecc.).

I cavi appartenenti a circuiti a tensione nominale diversa dovranno essere tenuti fisicamente separati lungo tutto il loro percorso.

Qualora ciò non fosse materialmente possibile, tutti i cavi in contatto fra loro dovranno avere lo stesso grado di isolamento di quello fra essi a tensione più elevata.

### **3.5.12.2 Isolamento dei cavi**

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria dovranno essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale ( $U_0/U$ ) non inferiori a 450/750 V, simbolo di designazione 07.

Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando dovranno essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V, simbolo di designazione 05.

Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canali con cavi previsti con tensioni nominali superiori, dovranno essere adatti alla tensione nominale maggiore.

### **3.5.12.3 Colori distintivi dei cavi**

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712.

In particolare, i conduttori di neutro e protezione dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo/verde.

Per quanto riguarda i conduttori di fase, dovranno essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori nero, grigio (cenere) e marrone.

È ammesso, per i cavi unipolari senza rivestimento protettivo, oltre ai colori nero, grigio e marrone, anche i seguenti colori: arancione, rosa, rosso, turchese, violetto e bianco.

Inoltre per sezioni nominali non superiori a 1 mm<sup>2</sup>, quando destinati ad impieghi particolari quali il cablaggio all'interno di quadri o apparecchiature, in aggiunta ai nove colori sopra precisati è permessa qualsiasi combinazione bicolore dei colori stessi.

### **3.5.12.4 Sezione minima e caduta di tensione massima ammessa**

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) dovranno essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non dovranno essere superati i valori delle portate di correnti ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL. Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse dei conduttori di rame dovranno essere:

- 0,75 mm<sup>2</sup> per i circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm<sup>2</sup> per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kW;
- 2,5 mm<sup>2</sup> per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3,6 kW;
- 4 mm<sup>2</sup> per montanti singole o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW.

### 3.5.12.5 Sezione minima dei conduttori di neutro

La sezione dei conduttori di neutro non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, la sezione dei conduttori di neutro può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mm<sup>2</sup> (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni degli artt. 522, 524.2, 524.3, 524.1 e 543.1.4 delle norme CEI 64-8.

### 3.5.12.6 Sezione minima del conduttore di protezione

La sezione del conduttore di protezione dovrà essere in conformità alla seguente tabella:

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio (mm <sup>2</sup> )	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase (mm <sup>2</sup> )	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	sezione del conduttore di fase	2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente
$16 \leq S \leq 35$	16	16
$S \geq 35$	metà della sezione del conduttore di fase. Nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore di fase. Nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme

### 3.5.12.7 Sezione dei conduttori di terra e protezione

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere dai contatti indiretti, non dovrà essere inferiore a quella indicata nella tabella sopra, tratta dalle norme CEI 64-8. Vedi prescrizione art. 547.1.1, 547.1.2 e 547.1.3 delle norme CEI 64-8.

### 3.5.12.8 Propagazione del fuoco lungo i cavi

I cavi in aria installati individualmente, cioè distanzianti fra loro di almeno 250 mm, dovranno rispondere alla prova di non propagazione delle norme CEI 20-35.

Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi dovranno avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alle norme CEI 20-22.

### 3.5.12.9 Provvedimenti contro il fumo

Allorché i cavi siano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione, si dovranno adottare sistemi di posa atti ad impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o in alternativa ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

### 3.5.12.10 Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi

Qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere, in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, dovrà essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici e corrosivi.

Ove tale pericolo sussista, dovrà essere fatto ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature secondo le norme CEI 20-38.

### 3.5.12.11 Sezioni minime del conduttore di terra

La sezione del conduttore di terra dovrà essere non inferiore a quella del conduttore di protezione suddetta con i minimi di seguito indicati:

protetto contro la corrosione ma non meccanicamente	16 (Cu) - 16 (Fe)
non protetto contro la corrosione	25 (Cu) - 50 (Fe)

In alternativa ai criteri sopra indicati è ammesso il calcolo della sezione minima del conduttore di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 543.1.1 delle norme CEI 64-8.

### 3.5.12.12 Criteri di dimensionamento

I circuiti e le condutture dovranno essere dimensionati seguendo i seguenti criteri:

La scelta e la loro messa in opera dovranno permettere di soddisfare le misure di protezione per la sicurezza, le prescrizioni per un funzionamento corretto per l'uso previsto dell'impianto nelle condizioni d'esercizio ed alle prescrizioni appropriate alle influenze esterne previste.

### 3.5.12.13 Condizioni d'esercizio

#### Tensione

I circuiti e le condutture dovranno avere una seconda guaina esterna isolante e dovranno essere adatte ad un gradino in più di quella che è la tensione nominale d'esercizio, in questo modo si potrà ritenere il cavo di classe 2, in quanto del tipo a doppio isolamento e con livello di tensione maggiore di un gradino rispetto a quello necessario, ne consegue che il cavo potrà essere posato a vista; l'eventuale protezione meccanica, necessaria entro i 2,5 m dal piano di calpestio, dovrà essere eseguita tramite tubi d'acciaio zincato filettabile di tipo scordonato.

#### Corrente

I circuiti e le condutture dovranno essere dimensionate tenendo conto della corrente che li percorre nell'esercizio ordinario; dovranno inoltre essere in grado di sopportare le correnti che li possono attraversare in condizioni d'esercizio non ordinario, per periodi determinati dalle caratteristiche dei dispositivi di protezione.

#### Portate

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo che la corrente massima (portata) ammissibile per periodi prolungati da qualsiasi conduttore in servizio ordinario, dovrà essere tale che la temperatura massima di funzionamento non superi i seguenti valori:

Tipo di isolamento	Temperatura massima di esercizio (°C)
Cloruro di polivinile (PVC)	Conduttore : 70
Polietilene reticolato (XLPE) ed etilpropilene (EPR)	Conduttore : 90
Minerale (con guaina in PVC oppure nudo e accessibile)	Guaina metallica : 70
Minerale (nudo e non accessibile e non in contatto con materiali combustibili)	Guaina metallica : 105

### **Temperatura ambiente**

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo che la temperatura ambiente prevista per il riferimento sia quella del mezzo circostante quando i cavi in esame non sono sotto carico.

### **Conduttori in parallelo**

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo che, in caso di conduttori in parallelo, essi siano sostanzialmente della stessa sezione e della stessa lunghezza.

### **Compatibilità**

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo da non causare effetti dannosi agli altri componenti elettrici.

### **Accessibilità**

I circuiti e le condutture dovranno essere disposti in modo da facilitare la loro manovra, la loro ispezione, la loro manutenzione e l'accesso alle loro connessioni.

#### **3.5.12.14 Dimensionamento dei cavi ed influenza delle condizioni di posa**

Il dimensionamento dei cavi dovrà essere determinato principalmente da:

- distanza dell'utenza della sorgente d'energia;
- regime termico, determinato dalla quantità di calore prodotto nel cavo per effetto Joule e sua possibilità di smaltimento;

La distanza dovrà condizionare la tensione disponibile ai morsetti dell'utenza.

Il regime termico dovrà condizionare la vita dei materiali isolanti del cavo.

La possibilità di smaltimento del calore dovrà essere determinata:

- resistività termica del terreno, solo per cavi interrati;
- temperatura del terreno o dell'aria, rispettivamente per cavi interrati e per cavi aerei;
- presenza di altre sorgenti di calore lungo il percorso del cavo in oggetto (normalmente altri cavi posati affiancati), la loro quantità, intensità e distanza; sia per cavi interrati sia per cavi aerei.
- profondità di posa, solo per cavi interrati.

Dall'esame dei fattori sopra indicati risulta che: il modificare anche solo uno dei parametri che condizionano il regime termico del cavo, potrà determinare un rapido invecchiamento dei materiali isolanti con possibile danneggiamento irreparabile del cavo.

Si richiama pertanto l'attenzione sul fatto che debbono essere rispettate le condizioni previste in progetto, quali ad esempio:

- tipo, granulometria e compattazione del materiale di riempimento dello scavo;
- quantità e mutua distanza dei cavi facenti parte di uno stesso raggruppamento;
- tipo e dimensioni della protezione contro i danneggiamenti meccanici.

#### **3.5.12.15 Portata dei cavi**

La portata dei cavi sarà prevista nei seguenti modi:

- Per l'alimentazione dei trasformatori, motori, i cavi avranno una portata uguale o maggiore della corrente nominale degli stessi.
- Per l'alimentazione di un sistema di sbarre unico, i cavi avranno una portata uguale o maggiore della massima richiesta contemporanea e continua di corrente prevista sulle sbarre stesse.

I cavi dovranno sopportare senza danno, le sollecitazioni termiche, tenendo conto della max potenza di c.to. c.to.

Per il coordinamento tra conduttura e dispositivo di protezione si rimanda ad un successivo capitolo ed alle norme CEI 64 - 8 in vigore.

### **3.5.12.16 Influenze esterne**

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti e messi in opera prendendo in considerazione le influenze esterne alle quali possono essere sottoposti, per assicurare il loro corretto funzionamento e per assicurare l'affidabilità delle misure di protezione.

Quando diverse influenze esterne si presentano contemporaneamente si dovrà prestare attenzione ai casi di effetti indipendenti oppure ai casi d'influenze reciproche.

### **3.5.12.17 Armatura e schermatura**

Quanto richiesto nelle condizioni di posa (sollecitazioni meccaniche longitudinali o trasversali, pericolo d'infortuni per danneggiamento meccanico accidentale ecc.) i cavi avranno un'armatura metallica, realizzata in fili o piattine d'acciaio zincato o materiale equivalente.

L'armatura metallica, purché risponda alle prescrizioni di resistenza elettrica previste dalla CEI per gli schermi, può esercitare tutte le funzioni di una schermatura di rame.

Dove interessi annullare il campo elettrico esterno ad essi e proteggerli contro i contatti accidentali, i cavi saranno schermati con fili, nastri o piattine di rame sul rivestimento comune delle anime, nei cavi multipolari, o sull'isolante nei cavi unipolari. Il rivestimento metallico sarà sempre collegato a terra ad un solo estremo del cavo, quando il cavo è usato per trasporto d'energia.

### **3.5.12.18 Identificazione**

I circuiti e le condutture dovranno essere disposte o munite di targhe o di altri mezzi appropriati in modo tale da poter essere identificate per le ispezioni, le prove, le riparazioni o le modifiche d'impianto.

### **3.5.12.19 Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione.**

I conduttori di neutro e di protezione dovranno essere in accordo con la norma CEI 16-4 "Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori".

## **3.5.13 Criteri di posa dei circuiti e delle condutture**

### **3.5.13.1 Norme vigenti**

I criteri di posa dei circuiti e delle condutture dovranno essere eseguiti in osservanza delle seguenti norme: La legge del 1 marzo 1968 n. 186.

CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

### **3.5.13.2 Criteri di posa**

I circuiti e le condutture dovranno essere dimensionati seguendo i seguenti criteri:

### **3.5.13.3 Lavori preliminari alla posa**

Manipolazione dei cavi

I cavi dovranno essere manipolati e posati con molta cura.

Il trasporto dal deposito al luogo di posa non dovrà essere fatto rotolando o strisciando la bobina, ma impiegando mezzi adeguati quali carrelli o autocarri appositamente attrezzati.

Il rotolamento delle bobine dovrà essere consentito solo per piccoli spostamenti necessari alla sistemazione delle stesse sui cavalletti o sui carrelli.

#### **3.5.13.4 Requisiti di posa**

I cavi dovranno essere posati avendo cura di non sottoporli a sollecitazioni meccaniche e termiche diverse da quelle normali, previste in funzione del tipo di posa usato.

I cavi non dovranno reggere pesi, neppure di organi elettrici ad essi collegati e dovranno essere adeguatamente sostenuti in funzione della loro resistenza meccanica.

I cavi non dovranno essere posati in prossimità di corpi ad elevata temperatura a meno che essi siano del tipo speciale resistente al calore e non soggetti allo stillicidio o al getto di liquidi caldi o corrosivi.

Qualora non sia possibile allontanare i cavi dai pericoli sopra indicati, dovranno essere adeguatamente schermate le sorgenti del pericolo non i cavi per evitare di diminuire la portata.

I conduttori unipolari dei circuiti di potenza in corrente alternata dovranno essere disposti e supportati in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, ad esempio impiegando materiale amagnetico.

Eventuali cavi collegati in parallelo per la trasmissione di correnti elevate, dovranno essere sempre come segue:

- dello stesso tipo e sezione,
- seguiranno percorsi paralleli eventualmente con trasposizioni in modo che la lunghezza sia uguale,
- avranno organi di giunzione e terminazioni uguali ed installati in modo analogo,
- dovranno essere convenientemente ammarati per resistere alle sollecitazioni derivanti dal corto circuito.

I tipi di cavi e la loro installazione dovranno essere in conformità con le norme assunte e con i documenti di progetto.

Nei luoghi con pericolo di esplosione o d'incendio per la presenza di sostanze pericolose se miscelate con aria, dovrà essere considerato "luogo pericoloso" anche il terreno fino ad una profondità di 0,50 m, pertanto:

- i cavi direttamente interrati dovranno essere posati ad una profondità superiore a 50 cm;
- i cunicoli, i pozzetti, ecc., dovranno essere riempiti di sabbia per evitare accumuli di sostanze pericolose;
- i cavi in vista, quando ammessi dalle norme assunte, dovranno essere protetti dai danneggiamenti meccanici fino a 2,50 m sui piani di lavoro;
- i tubi e i loro accessori dovranno essere in materiale non combustibile, stabile ed inerte nelle condizioni di utilizzo.

#### **3.5.13.5 Sforzi di tiro applicabili ai cavi per la posa**

Gli sforzi di tiro necessari durante le operazioni di posa dei cavi, quando applicati ai conduttori di rame o di alluminio non supereranno i valori prescritti dai costruttori ed in mancanza di questi non supereranno una sollecitazione 6 kg/mm<sup>2</sup> di sezione totale.

A tale scopo si dovranno impiegare calze metalliche, anelli o ganci di tiro adeguatamente fissate alle estremità dei conduttori evitando fra l'altro che l'umidità possa penetrare nel cavo.

Se il cavo è provvisto di un'armatura a fili o piattine di acciaio, la forza di tiro dovrà essere applicata all'armatura e non dovrà essere superiore ai valori prescritti dai costruttori; in mancanza di questo dato non si supererà una sollecitazione di 10 kg/mm<sup>2</sup> di sezione dell'armatura.

Durante la posa dovrà essere evitato che il cavo giri sul proprio asse.

È preferito il tiro con l'impiego della sola manodopera, però è consentito il tiro con paranco a mano oppure a motore, purché munito di un dispositivo che impedisca di superare lo sforzo di tiro massimo ammesso per il cavo.

Nei tratti di percorso molto lungo, per evitare di superare lo sforzo di tiro massimo ammesso, sarà consentito impiegare rulli motorizzati intercalati a quelli folli; in questo caso però il loro azionamento dovrà essere controllato da paranco provvisto di controllo dello sforzo di tiro massimo.

Nel caso di più cavi da tirare contemporaneamente, ad esempio in un tubo, il tiro non dovrà essere superiore a quello consentito dal cavo di caratteristiche più limitate.

### **3.5.13.6 Temperatura di posa**

Durante l'operazione di posa, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui potranno essere manipolati, la temperatura dei cavi dovrà essere non inferiore a:

- + 3°C per i cavi isolati con carta impregnata;
- 0° C per i cavi comunque isolati, ad eccezione dei cavi isolati con carta impregnata muniti di guaina esterna in PVC;
- -15° C per i cavi isolati in gomma e con guaina esterna di gomma o policloroprene.

### **3.5.13.7 Raggio di curvatura**

Durante le operazioni di posa dovranno essere evitate le piegature che non siano assolutamente necessarie.

I raggi di curvatura (R) nei cambiamenti di direzione dei percorsi e nelle operazioni di posa non dovranno essere inferiori ai valori seguenti salvo accordi speciali con la Direzione Lavori e/o con il Costruttore:

R = 8 (D+d)

- cavi unipolari non schermati;
- cavi multipolari non armati e non provvisti di guaina metallica (Pb oppure Al);
- cavi multipolari armati con nastri ma provvisti di guaina metallica (Pb oppure Al);
- cavi multipolari armati con nastri ma non provvisti di guaina met.ca (Pb oppure Al);

R = 10 (D+d)

- cavi unipolari armati;
- cavi armati con fili o piattine;
- cavi con guaina di piombo;
- cavi con guaina in alluminio ondulata;
- cavi con conduttori concentrici;

R = 20 D

- conduttori in terra, nudi e isolati;

- cavi con isolamento minerale;

Durante le operazioni di posa del cavo si dovranno evitare pieghe sotto il valore di  $R = 20 D$ .

Nelle formule in precedenza elencate, "D" indica il diametro esterno del cavo e "d" indica il diametro di un conduttore (il maggiore se i conduttori sono disuguali); quando non si può misurarlo, dovrà essere calcolato con:

$d = 1,3 S$  (in mm), dove S (in mm<sup>2</sup>) è la sezione del conduttore.

### 3.5.13.8 Supportazione dei cavi

Nella posa verticale o in ogni caso inclinata oltre 30° sul piano orizzontale, i cavi dovranno essere supportati in alto e ad intervalli non superiori ai seguenti, al fine di evitare eccessivi sforzi di trazione dovuti al peso proprio:

Sezione dei conduttori mm <sup>2</sup>	Intervalli di supportazione	
	Conduttori in Cu	Conduttori in Al
fino a 10	30 cm	30 cm
da 16 a 50	30 cm	60 cm
da 70 a 150	20 cm	40 cm
da 185 a 300	12 cm	28 cm
oltre 300	10 cm	25 cm

### 3.5.13.9 Giunzioni e terminazioni

In generale non saranno ammesse giunzioni sui cavi; qualora occorressero particolari necessità impiantistiche che richiedessero giunzioni nei cavi, queste si potranno eseguire previa autorizzazione della Committente e rispettando le prescrizioni di seguito elencate.

#### 3.5.13.10 Requisiti generali

Le giunzioni e le terminazioni dovranno essere eseguite secondo le istruzioni dei costruttori; dovranno essere in ogni caso rispettate le indicazioni seguenti:

- Dovranno essere eseguite in modo da ripristinare il grado d'isolamento del cavo al suo valore nominale.
- Per l'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi schermati con un nastro o una treccia sull'isolante (gomma butilica, PVC, ecc.) dovrà essere asportato lo strato semi conduttore, eventualmente presente, per tutta la lunghezza di anima della quale si sarà asportato lo schermo metallico. L'asportazione dovrà essere accurata in modo da non lasciare la minima traccia.
- I materiali impiegati dovranno essere equivalenti e compatibili, agli effetti delle sollecitazioni dell'ambiente d'installazione, a quelle dei cavi cui sono associate.

#### 3.5.13.11 Terminazioni

Per l'esecuzione delle terminazioni, i cavi dovranno essere tagliati in misura tale da consentire agevolmente i lavori senza inutili sfridi. Le teste degli spezzoni di cavo rimanenti da una pezzatura e le teste dei cavi che non sono subito collegati, dovranno avere di cappellotti di chiusura atti ad impedire la penetrazione dell'umidità nell'isolante.

Tutti i rivestimenti metallici (schermi, armature, ecc.) dovranno essere connessi in parallelo tra loro e messi a terra alle estremità di ogni linea di cavo, salvo per i cavi unipolari per i quali la messa a terra dovrà essere

fatta ad un'estremità sola. In questo caso, all'estremità dove gli schermi non saranno messi a terra, occorrerà avere isolate le muffole con supporti isolanti e prendere precauzioni per evitare il contatto accidentale con dette muffole e con gli schermi a causa delle tensioni che si potranno venire a creare durante i guasti.

I corpi metallici (contenitori) delle terminazioni dovranno essere messi a terra assieme ai rivestimenti metallici dei cavi.

Se più terminazioni si trovano vicine, esse dovranno essere collegate tra loro e la messa a terra dovrà essere comune.

Le terminazioni di cavi entranti in scatole di derivazione o di terminazione, dovranno essere eseguite impiegando "pressa cavi" o "coni terminali" aventi i collari di serraggio di qualità tale da garantire una buona compressione sul cavo ed una buona tenuta all'acqua.

#### **3.5.13.12 Terminazione e giunzione dei singoli conduttori**

Le terminazioni e le giunzioni dei singoli conduttori dovranno essere sicuri contro l'allentamento, proporzionate alla corrente nominale e alle sollecitazioni sia termiche sia dinamiche dovute al corto circuito e dovranno essere resistenti alla corrosione.

I criteri esecutivi dovranno essere secondo le istruzioni del costruttore dei cavi; in mancanza di dette istruzioni le terminazioni dovranno essere eseguite come segue:

- a) Conduttori flessibili fino a 6 mm<sup>2</sup>, usando un canotto a compressione. Usando un capocorda a compressione, se l'allacciamento è eseguito con vite; con connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in scatole dove manchino le morsettiere.
- b) Conduttori rigidi fino a 10 mm<sup>2</sup>. Senza l'impiego di alcun accessorio, se l'allacciamento deve essere eseguito su morsetti componibili o con semplice vite. Con connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in scatole dove manchino le morsettiere.
- c) Conduttori flessibili oltre 6 mm<sup>2</sup> o rigidi oltre 10 mm<sup>2</sup>. Mediante capicorda a compressione in ogni caso, ad eccezione degli allacciamenti ad apparecchiature o terminali muniti di morsetti adatti al serraggio di conduttori cordati. Mediante connettori a compressione, se sono da connettere più conduttori fra di loro in cassette dove manchino le morsettiere.
- d) Conduttori di terra a filo o cordati. Mediante capicorda a compressione o mediante saldatura, in ogni caso ad eccezione degli allacciamenti ad apparecchiature munite di morsetti adatti al serraggio di conduttori di questo tipo. Mediante connettori a compressioni nelle giunzioni.
- e) Conduttori di terra a plettina. Mediante sovrapposizione delle parti e connessioni imbullonate con almeno due bulloni.

Le connessioni direttamente interrati dovranno essere anche protette dai contatti col terreno per evitare corrosioni elettrochimiche e ossidazioni.

#### **3.5.13.13 Identificazione dei cavi direttamente interrati**

I cavi direttamente interrati dovranno essere identificati dal "numero del cavo" indicato nei documenti di progetto.

I numeri dei cavi dovranno essere stampigliati su fascette in metallo resistente alla corrosione; potranno essere accettate fascette di plastica appositamente studiate, purché preventivamente approvate e sulle quali i numeri siano stampigliati in rilievo.

Le fascette dovranno essere applicate ai cavi ad intervalli non superiori a 8 m, in corrispondenza di ogni giunzione dei punti d'entrata e di uscita dai percorsi principali, e all'inizio e alla fine del percorso.

#### **3.5.13.14 Identificazione dei cavi posati aerei**

a) I cavi aerei quando posati singolarmente, come ad esempio su fune, in vista su parete ecc., dovranno essere identificati come sopra indicato. Le fascette dovranno essere applicate ai cavi almeno all'inizio e alla fine del percorso.

b) I cavi aerei, quando posati in raggruppamenti, come ad esempio su passerella, su fune, in vista su parete, ecc., dovranno essere identificati come sopra indicato.

Le fascette dovranno essere applicate ai cavi ad intervalli non superiori a 20 m, in corrispondenza di ogni giunzione, nei punti d'entrata e d'uscita dai percorsi principali e all'inizio e alla fine del percorso.

#### **3.5.13.15 Identificazione dei cavi posati in tubi**

a) I cavi quando posati in tubi interrati e quando posati in tubi singolarmente installati aerei o su parete, dovranno essere identificati come sopra indicato. Le fascette d'identificazione dei cavi dovranno essere applicate ai tubi o alle condotte all'inizio e alla fine del percorso o negli eventuali pozzetti rompi tratta; le fascette dovranno essere applicate anche, quando possibile, ai cavi entranti e uscenti dai tubi e dalle condotte.

b) I cavi, quando posati in condotte e in tubi aerei che si trovano raggruppati in fasci o rastrelliere in modo tale da essere difficile l'individuazione di ogni singolo tubo o condotta, dovranno essere identificati come sopra indicato.

Le fascette dovranno essere applicate alle condotte e ai tubi ad intervalli non superiori a 20 m, nei punti d'entrata da eventuali scatole di giunzione, nei punti d'entrata e d'uscita dai percorsi principali nonché all'inizio e alla fine del percorso; le fascette dovranno essere applicate, quando possibile, anche ai cavi entranti ed uscenti dai tubi e dalle condotte.

### **3.5.14 Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi "aerei" in passerelle, canalette o cunicoli non riempiti**

Sono considerate pose aeree le seguenti modalità di posa:

- in passerella, canalette o cunicoli non riempiti;
- in vista su opere murarie o metalliche;
- su fune d'acciaio

#### **3.5.14.1 Requisiti di posa**

I cavi dovranno essere posati dritti e non sottoposti a sforzi di torsione in modo che siano appoggiati omogeneamente sui supporti; l'interdistanza dei cavi dovrà essere come previsto nei documenti di progetto.

I cavi dovranno essere sostenuti da passerelle a scaletta cui saranno fissati con fascette; i cavi all'interno dovranno essere disposti paralleli su di un unico strato con i cavi di comando alternati a quelli di potenza.

Su doppio strato è ammesso solo se concordato con la Direzione Lavori.

I morsetti a cavallotto, le graffette o le fascette impiegate per il fissaggio definitivo, dovranno essere dimensionate in modo da resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche del cavo.

Inoltre esse dovranno essere installate in posizione tale da evitare eccessivi sforzi di trazione sui morsetti terminali dei singoli conduttori durante tali sollecitazioni.

I cavi, quando posati orizzontali su passerelle, cunicoli non riempiti e canalette, dovranno essere fissati almeno nei seguenti punti:

- ad ogni cambio di direzione del percorso cavi;
- ad intervalli non superiori a 10 m.;
- all'inizio e alla fine del percorso orizzontale.

I cavi, quando posati su passerelle, cunicoli non riempiti o canalette, verticali o in ogni modo inclinate oltre 30 gradi sul piano orizzontale, dovranno essere fissati almeno nei seguenti punti:

- all'inizio o alla fine del percorso verticale o inclinato;
- ad ogni cambio di direzione del percorso cavi;
- ad intervalli non superiori a 1,0 m.

#### **3.5.14.2 Attraversamenti**

- a) In corrispondenza di attraversamenti aerei di strade e passaggi, le passerelle e le canalette dovranno essere fissate a strutture, e poste al di sopra del limite inferiore di queste ultime. In ogni caso l'altezza da terra dovrà essere tale da non ostacolare il traffico previsto; in centro all'attraversamento dovranno essere applicati cartelli monitori indicanti la presenza di cavi elettrici e indicanti l'altezza massima ammessa per i mezzi di transito.
- b) In corrispondenza di attraversamenti sotterranei di strade e passaggi, le coperture delle canalette o dei cunicoli non riempiti dovranno essere dimensionati per il carico massimo trasmesso alle coperture del traffico.

#### **3.5.14.3 Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in vista su opere murarie**

##### **Materiale di sopportazione**

I cavi dovranno essere fissati direttamente su opere murarie o metalliche per mezzo di graffette; dove è richiesta una protezione meccanica, i cavi potranno essere infilati in tubo o schermati con altri accessori idonei. Il tipo di graffetta usata dovrà essere in funzione del diametro del cavo, mentre la lunghezza del chiodo dovrà essere in funzione della consistenza dell'opera muraria.

Potranno essere usati bulloni a zanca e viti e in corrispondenza di opere poco consistenti potranno essere necessari tasselli di legno, piombo o ad espansione. I chiodi portanti le graffette verranno infissi al di sotto del cavo in modo che il loro allentamento non pregiudichi la stabilità del cavo.

##### **Requisiti di posa**

Il percorso dei cavi dovrà essere orizzontale o verticale e non si dovranno mai compiere, salvo casi eccezionali, percorsi obliqui.

##### **Attraversamenti**

Negli attraversamenti di pareti o solette, i cavi dovranno essere infilati in tubo per consentire l'eventuale sfilaggio. Su entrambi i lati, il tubo dovrà essere munito di boccale terminale.

#### **3.5.14.4 Posa cavi su fune d'acciaio**

I cavi dovranno essere fissati con fascette o con ganci e fibbie; il fissaggio dovrà essere tale da impedire scorrimenti del cavo.

Si dovranno usare fascette su tratti accessibili e ganci e fibbie nell'attraversamento di tratti non accessibili. Nel caso in cui la fune debba incrociare una tubazione, la fune non dovrà essere messa a contatto con questa ma passerà al di sotto o al di sopra secondo lo spazio disponibile.

I tratti di raccordo tra due funi a differente livello dovranno essere eseguiti verticalmente con fissaggio del cavo a parete; la distanza minima tra l'ultima fascetta reggi cavo su fune e la prima graffetta a muro dovrà essere di 50 cm, in modo da assicurare una sufficiente ricchezza di cavi tale da garantire l'integrità delle guaine in caso di scorrimenti.

#### **3.5.14.5 Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in tubi**

##### **Requisiti di posa**

Prima di procedere all'infilaggio dei cavi e dei fili, i tubi dovranno essere controllati per accertare che siano lisci, e non vi siano al loro interno corpi estranei, acqua e sbavature.

Per facilitare l'infilaggio dei cavi e dei fili nei tubi potranno essere impiegati del talco o degli appositi prodotti; la vaselina neutra potrà essere impiegata solo per l'infilaggio di cavi con guaina esterna in Pb.

L'infilaggio avverrà con la presenza di operatori in corrispondenza dell'ingresso, dei pozzetti e dell'uscita, questo per assicurare il buon procedimento dell'operazione. La posizione dei cavi nei pozzetti dovrà essere tale da intralciare il meno possibile i successivi ampliamenti.

I tubi per contenimento e protezione di cavi e fili potranno essere:

- metallici
- in cloruro di polivinile (PVC)
- cemento e posati
- in vista
- in cunicolo
- interrati, annegati in massello di calcestruzzo
- sottotraccia

#### **3.5.14.6 Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi direttamente interrati o posati in cunicoli riempiti**

I cavi per la distribuzione a Media Tensione saranno normalmente posati in canalette aeree o cavidotti interrati.

##### **Requisiti di posa**

Se i cavi sono previsti direttamente interrati, dovrà essere accertato che la zona di posa non sia soggetta a frane o a fessurazione e non vi siano ostruzioni nel sottosuolo o contaminazioni del terreno.

##### **Profondità di posa di cavi d'energia**

La profondità di posa di cavi di energia, di comando, di segnalazione e di controllo non dovrà essere in nessun caso inferiore ai valori sotto indicati, a meno che non sia diversamente previsto nei documenti di progetto e siano stati presi opportuni provvedimenti.

- nei luoghi con pericolo di esplosione e d'incendio: 60 cm

- nelle aree non pavimentate: 60 cm
- nelle aree pavimentate dei luoghi non pericolosi: 60 cm
- negli attraversamenti di strade, piazzali e ferrovie: 80 cm
- per i cavi a M.T.: 100 cm.

#### **Profondità di posa dei conduttori di terra**

La profondità di posa dei conduttori di terra non dovrà essere in nessun caso inferiore a 50 cm a meno che non sia diversamente indicato e siano stati previsti opportuni provvedimenti protettivi.

#### **Profondità di posa aumentata**

La profondità di posa potrà essere aumentata rispetto alla quota normale dove sia necessario per evitare incroci e per una buona sistemazione delle reti interrato, tuttavia sarà preferibile non scendere oltre 1,50 m e limitarsi al solo tratto indispensabile per evitare l'incrocio.

#### **3.5.14.7 Condizioni particolari di posa**

Nel caso di particolari condizioni di posa, i cavi dovranno essere posati come di seguito indicato:

##### **Attraversamenti stradali**

Negli attraversamenti di strade principali, piazzali e di ferrovie, i cavi dovranno essere protetti con tubi in PVC pesante o in acciaio, immersi in calcestruzzo "rosso" come indicato in precedenza.

Il massello così costituito dovrà avere una resistenza minima corrispondente al carico massimo trasmesso dal traffico previsto per la zona.

I cavi di potenza dovranno essere infilati uno per tubo e questo ultimo avrà un diametro interno non superiore a 1,5 volte il diametro esterno del cavo.

##### **Zone non pedonali**

Nelle zone non pedonali si dovrà preferire sempre posare i cavi in tubi.

##### **Aree pavimentate**

Nelle aree pavimentate e nell'attraversamento dei muri, i cavi dovranno essere protetti con tubi in acciaio in massello di calcestruzzo, oppure dovranno essere posati in cunicoli riempiti e muniti di lastre di copertura di colore "rosso" come indicato in precedenza, adatte a sopportare il massimo carico per il qual è prevista la pavimentazione.

Dovranno essere evitati gli attraversamenti di fondazione e altre strutture portanti se non specificatamente previsto nel progetto.

Dove i cunicoli saranno eseguiti in pavimentazione soggette a traffico pesante o saranno più lunghi di 1 m, si potranno eseguire muretti intermedi ed eventualmente impiegare delle lastre rinforzate.

La posa dei cunicoli dovrà essere tale da impedire infiltrazioni continue di fluidi di processo o l'acqua.

Le parti terminali dei cunicoli e dei masselli dovranno essere sigillate con compound plastico o altro attorno ai cavi e dovranno essere formate in modo da impedire che i cavi stessi vengano a contatto con gli spigoli vivi sia durante la posa sia dopo a causa di eventuali assestamenti.

#### **3.5.14.8 Derivazioni dai percorsi principali e uscite fuori terra**

I cavi che si deriveranno da un percorso principale dovranno essere sempre protetti nel tratto interrato, con tubi; dove i cavi usciranno fuori terra, dovranno essere protetti con tubi fini ad almeno 0,30 m sul pavimento.

Per i conduttori di terra i tubi di protezione dovranno essere sempre in PVC pesante.

Tutti i tubi e i conduttori che usciranno dal terreno dovranno essere sigillati attorno ai cavi con compound plastico o altro.

I conduttori di terra non dovranno mai uscire fuori terra attraversando l'armatura di strutture in cemento armato.

#### **3.5.14.9 Incroci fra cavi elettrici**

Quando uno o più cavi direttamente interrati si dovranno incrociare, tra i due dovrà essere posta una protezione contro i danneggiamenti meccanici per un tratto di 0,50 m oltre la zona di interferenza.

La distanza minima fra i cavi situati superiormente e quelli situati inferiormente dovrà essere di 0,20 m.

#### **3.5.14.10 Coesistenza fra cavi di energia e cavi di telecomunicazione**

Negli incroci, i cavi di energia dovranno essere di regola situati inferiormente; la distanza minima fra i cavi situati superiormente e quelli situati inferiormente dovrà essere di 30 cm.

I cavi posati superiormente dovranno essere infilati in tubi di acciaio o in tubi in PVC in massello di calcestruzzo per un tratto di almeno 1 m e comunque per un tratto di 50 cm oltre la zona di interferenza.

Nei parallelismi, i cavi di energia e i cavi di telecomunicazione dovranno essere tenuti ad una distanza minima di 30 cm.

Sarà ammesso di ridurre la distanza minima tra i cavi di energia e cavi di telecomunicazione a 15 cm quando i cavi posati alla minore profondità siano infilati in tubi; sarà ammesso ridurre la distanza minima tra i cavi di energia e i cavi di telecomunicazione a meno di 15 cm quando sia i cavi di energia sia di telecomunicazione siano infilati in tubi.

#### **3.5.14.11 Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o strutture metalliche interrate**

Gli incroci tra cavi di energia e le tubazioni metalliche interrate, non dovrà avvenire in corrispondenza di giunti non saldati dalle tubazioni stesse.

La minima distanza fra le generatrici dei cavi di energia e quelle delle tubazioni metalliche non dovrà essere inferiore a 30 cm.

Inoltre tra cavi e tubazioni dovrà essere interposta una protezione dai danneggiamenti metallici.

Nei parallelismi, i cavi di energia e le tubazioni metalliche interrate, dovranno essere tenute ad una distanza minima di :

- 50 cm in caso di tubazioni contenenti fluidi infiammabili e
- 30 cm in caso di tubazioni contenenti altri fluidi.

#### **3.5.14.12 Elenchi dei cavi**

I singoli cavi necessari sono sommariamente indicati nella lista di dettaglio in progetto.

I cavi nei singoli edifici o impianti e quelli tra le stazioni vanno numerati in modo tale che dal numero risulti il tipo di cavo ed il luogo di posa. La lettera "P" (Power) sta per cavo d'energia; la lettera "C" (Control) sta per cavo di segnalazione e comando; la lettera "I" (Instrument) sta per cavo di misura.

### **3.5.15 Scatole e cassette di derivazione**

Dovranno essere in materiale isolante autoestinguento o metalliche (collegate a terra e con un'adeguata protezione contro la corrosione).

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

Dovranno essere dotate di coperchio fissato con viti o con il sistema a 1/4 di giro.

Le viti dovranno essere rese imperdibili e non sono ammesse di tipo autofilettanti.

Esse 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.

Quelle posate in vista dovranno essere fissate con non meno di due viti.

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

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

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

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

Nelle cassette stagne il taglio dei passa tubi in plastica morbida dovrà avvenire in modo che ne risulti un foro circolare e non sia abbassato il grado di protezione.

Tali passa tubi non dovranno essere asportati per introdurre tubazioni di diametro superiore a quello previsto dal costruttore. Le tubazioni dovranno sporgere all'interno della cassetta per circa 0,5 cm, le parti più sporgenti dovranno essere tagliate prima dell'infilaggio dei cavi.

Le cassette di tipo da incasso dovranno essere opportunamente protette in modo da non essere riempite durante la fase di intonacatura delle pareti.

Tutte le parti di malta eventualmente entrate dovranno essere asportate con cura prima dell'infilaggio dei conduttori. Setti di separazione fissi dovranno essere previsti in quelle cassette cui fanno capo impianti con tensioni nominali diverse.

In nessun caso le cassette destinate all'impianto telefonico potranno essere utilizzate per qualche altro tipo di impianto.

Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori dovranno essere eseguite entro le cassette.

Non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatola di contenimento di prese e interruttori ecc. oppure entro gli apparecchi illuminanti o nelle tubazioni protettive.

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

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

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

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 sia sulla superficie interna che su quella esterna del coperchio di ciascuna cassetta nel caso di cassette installate su pareti o superfici che sicuramente non saranno tinteggiate, altrimenti le sigle potranno essere poste solo sulla superficie interna.

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

Le sigle dovranno essere le seguenti:

Impianto	Sigla
illuminazione (ordinaria o di emergenza)	LU
circuiti prese (a 230 o 400 V c.a.)	FM
circuiti di potenza a tensione nominale diversa da 231 V (es. 12 V ca oppure 24 Vcc)	12 ca (24 cc)
impianto di terra ed equipotenziale	PE
telefonico	TL
trasmissione dati	TD
televisivo	TV
rivelazione fumo e incendio	RIV
diffusione sonora	DS

### 3.5.16 Apparecchi di comando e di utilizzo

Prese ed apparecchi di comando dovranno essere realizzati secondo la normativa CEI vigente.

Dovranno essere adottati esclusivamente i tipi con le parti in tensione montate su materiali ceramici e materiali aventi analoghe caratteristiche dielettriche.

Le prese dovranno essere del tipo per fissaggio alla scatola a mezzo di viti od altri sistemi, escluso quello ad espansione di griffe.

Non sono ammesse placche di copertura in vetro.

Per i comandi stagni dovranno essere adottati i tipi normali in scatola metallica di fusione o quelli con custodia in materiale plastico di tipo così detto infrangibile od antiurto, con imbocco a pressa cavo e contatti sempre su materiali ceramici o materiali aventi analoghe caratteristiche dielettriche.

Le scatole di contenimento dei comandi e delle prese di corrente dovranno essere in robusto materiale isolante, escluso il legno, e presentare caratteristiche meccaniche tali da resistere alle sollecitazioni dell'uso normale.

Dovranno inoltre essere adatte al fissaggio inamovibile dei frutti mediante viti od altri sistemi, escluso quello ad espansione di griffe.

Il numero, la posizione, i tipi e le caratteristiche delle varie utenze (punti luce, prese ecc.), nonché dei vari organi di comando (interruttori, pulsanti ecc.), sono riportati sugli elaborati grafici di progetto.

Tutte le derivazioni dovranno essere eseguite entro apposite cassette ed esclusivamente con morsetti isolati. Non dovranno essere derivate "in cascata" le prese e non dovranno essere usate come cassette di transito le scatole di contenimento delle prese medesime e degli organi di comando.

La sezione minima dei conduttori impiegati dovrà essere di 1,5 mm<sup>2</sup>. Tale sezione dovrà essere impiegata anche per i ritorni dei deviatori, pulsanti e tutti gli altri organi di comando.

Il conduttore di protezione dei punti luce dovrà avere la stessa sezione del conduttore di fase.

Le tubazioni protettive dovranno essere della serie pesante con un diametro interno minimo di 16 mm.

Nel tratto terminale di ogni punto luce, in posizione sporgente dal soffitto, prima della posa del corpo illuminante, si dovrà provvedere alla installazione su ogni cavo di morsetti a cappuccio, escluso ogni altro metodo quale nastatura e attorcigliamento dei cavi.

### **3.5.17 Protezione dai contatti indiretti**

#### **3.5.17.1 Generalità**

Dovranno essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Per la protezione contro i contatti indiretti, ogni impianto elettrico utilizzatore o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze dovrà avere un proprio impianto di terra. A tale impianto di terra dovranno essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

#### **3.5.17.2 Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti - Elementi di un impianto di terra**

Per ogni ambiente contenente impianti elettrici dovrà essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che dovrà soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8. Tale impianto dovrà essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e dovrà comprendere:

- il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizzi il collegamento elettrico con la terra;
- il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno, destinato a collegare i dispersori al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno dovranno essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte non interrotta (o comunque isolata dal terreno);
- il conduttore di protezione dovrà partire dal collettore di terra, arrivare in ogni impianto ed essere collegato a tutte le prese a spina (ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra), o direttamente alle masse di tutte gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm<sup>2</sup>. Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico) il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione;
- il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità (ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il conduttore di neutro ha anche la funzione di conduttore di protezione);
- il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

#### **3.5.17.3 Prescrizioni particolari per locali da bagno**

##### **Divisione in zone e apparecchi ammessi**

I locali da bagno vengono divisi in 4 zone per ognuna delle quali valgono le seguenti regole particolari:

- Zona 0 È il volume della vasca o del piatto doccia. Non sono ammessi apparecchi elettrici, come scaldacqua ad immersione, illuminazioni sommerse o simili.
- Zona 1 È il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento. Sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 50 V.
- Zona 2 È il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento. Sono ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminati dotati di doppio isolamento (Classe II). Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado di protezione IP X4). Sia nella zona 1 che nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina, scatole di derivazione; possono essere installati pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento. Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico. Gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (per esempio con lo scaldabagno) devono essere con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante.
- Zona 3 È il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia). Sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce d'acqua (grado di protezione IP X1), come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso, quando installati verticalmente, oppure IP X5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale. Inoltre l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:  
bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V. Le parti attive del circuito devono comunque essere protette contro i contatti diretti;  
trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;  
interruttore differenziale ad alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Le regole date per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione ecc.).

### **Collegamento equipotenziale nei locali da bagno**

Per evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno (ad esempio da una tubazione che vada in contatto con un conduttore non protetto da interruttore differenziale), è richiesto un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee delle zone 1–2–3 con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno. Le giunzioni dovranno essere realizzate

conformemente a quanto prescritto dalle norme CEI 64-8. In particolare dovranno essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni. Dovranno essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo.

Il collegamento non dovrà essere eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in gres. Il collegamento equipotenziale dovrà raggiungere il più vicino conduttore di protezione, ad esempio nella scatola dov'è installata la presa a spina protetta dell'interruttore differenziale ad alta sensibilità. È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione. Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) per collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- 4 mm<sup>2</sup> (rame) per i collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

#### **Alimentazione nei locali da bagno**

Può essere effettuata come per il resto dell'edificio. Se esistono 2 circuiti distinti per i centri luce e le prese, entrambi questi circuiti si dovranno estendere ai locali da bagno. La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere affidata all'interruttore differenziale generale, purché questo sia del tipo ad alta sensibilità, o ad un differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

#### **Condutture elettriche nei locali da bagno**

Possono essere usati cavi isolanti in PVC tipo N07G9-K in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento. Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, dovrà essere prolungato per coprire il tratto esterno, oppure dovrà essere usato un cavetto tripolare con guaina (F+N+PE) per tutto il tratto dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo da una scatoletta passa cordone.

#### **3.5.17.4 Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi**

Negli ambienti in cui pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per le condizioni ambientali (umidità) che per particolari utilizzatori elettrici usati (apparecchi portatili, macchine per il lavaggio ecc.) come per esempio cantine, garage, giardini ecc., le prese a spina dovranno essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni.

#### **3.5.17.5 Coordinamento dell'impianto di terra con i dispositivi di interruzione**

Una volta attuato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti potrà essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relé magneto termico, in modo che risulti soddisfatta la seguente relazione:

$$R_t \leq U/I_s$$

dove  $I_s$  è il valore in A della corrente di intervento in 0,4 s. ( $U=231$  V) del dispositivo di protezione. Se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, dovrà essere considerata la corrente di intervento più elevata;

- coordinamento di impianto di messa a terra e interruttori differenziali. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relé differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo. Affinché detto coordinamento sia efficiente dovrà essere osservata la seguente relazione:

$$R_t \leq U/I_{\Delta n}$$

dove  $I_{\Delta n}$  è il valore della corrente nominale di intervento differenziale del dispositivo di protezione.

### 3.5.17.6 Protezione mediante doppio isolamento

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di messa attiva, la protezione contro i contatti indiretti potrà essere realizzata adottando macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione o installazione (apparecchi di classe II). In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di Classe II potrà coesistere con la protezione mediante messa a terra. Tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle parti dell'impianto di classe II.

### 3.5.18 Protezione dalle sovracorrenti

#### 3.5.18.1 Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti dovranno essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti. La protezione contro i sovraccarichi dovrà essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8. In particolare i conduttori dovranno essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza di trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magneto termici da installare a loro protezione dovranno avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed una corrente di funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1.45 volte la portata ( $I_z$ ). In tutti i casi dovranno essere soddisfatte le seguenti relazioni

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad I_f \leq 1.45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5. Gli interruttori automatici magneto termici dovranno interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione

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

(artt. 434.3, 434.1, 434.2 e 434.2 delle norme CEI 64-8). Essi dovranno avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta dal punto di installazione. È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (artt. 434.3, 434.3.2, 434.2 delle norme CEI 64-8). In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi dovranno essere coordinate in modo che l'energia specifica passante  $I^2 t$  lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle delle condutture protette.

#### 3.5.18.2 Protezione dei circuiti particolari

Dovranno essere protette singolarmente:

- le derivazioni all'esterno;
- le derivazioni installate in ambienti speciali, eccezione fatta per quelli umidi;
- i motori di potenza superiore a 0,5 kW;

- le prese a spina per l'alimentazione degli apparecchi in uso nei locali per pubblico intrattenimento e spettacolo (norme CEI 64-8/7).

### **3.5.19 Collegamenti equipotenziali e impianto di terra**

#### **3.5.19.1 Conduttori equipotenziali**

Dovranno essere costituiti da cavi di tipo flessibile in rame isolati in PVC di colore giallo/verde e sezione minima pari a 2,5 mm<sup>2</sup>, posati entro apposite tubazioni protettive in PVC e scatole di derivazione incassate a parete.

#### **3.5.19.2 Collegamenti equipotenziali nei bagni e simili**

Dovranno essere eseguiti per ottenere l'equalizzazione del potenziale di tutti gli apparecchi e di tutte le tubazioni di adduzione e scarico di fluidi (acqua impianti idrico e termico, gas ecc.) ai vari apparecchi sanitari o altri utilizzi o servizi quali vasca, piatto doccia con lastra metallica sotto pavimento, lavabo, lavello, bidet ecc.). I collegamenti dovranno essere eseguiti con le seguenti modalità:

- il cavo impiegato dovrà essere del tipo flessibile in rame isolato in PVC di colore giallo/verde e sezione minima pari a 6 mm<sup>2</sup>. Dovrà essere posato entro tubazioni protettive in PVC della serie pesante di tipo corrugato se incassate sottotraccia a parete o di tipo rigido negli altri casi e con diametro di almeno 16 mm Il cavo dovrà essere portato fino alla più prossima cassetta di derivazione senza che su di esso siano fatte giunzioni.
- morsetti in lega presso fusa per tubi fino a 2", costituiti da due parti apribili e serrate sulla tubazione con due bulloni in acciaio zincato provvisti di morsetto a vite per il conduttore equipotenziale;
- morsetti in acciaio zincato per tubazioni fino a 6", serrati mediante fascetta in nastro di acciaio zincato e provvisti di morsetto a vite per il conduttore equipotenziale;
- bulloni in acciaio zincato per la connessione di vasche e piatti doccia con lastra metallica sotto pavimento.

I morsetti dovranno essere posti in opera in modo che sia possibile ispezionare la connessione conduttore equipotenziale/morsetto.

### **3.5.20 Condotte elettriche interrate**

#### **3.5.20.1 Norme generali per il parallelismo lungo le strade**

Le condotte dovranno essere interrate in una trincea della larghezza minima necessaria, ad una profondità non inferiore a cm 80 sotto il piano viabile avendo cura di eseguire lo scavo in modo da non interrompere il traffico e da non recare danno al corpo stradale. Lo scavo, quando la profondità o la natura del terreno lo richiedano, dovrà essere opportunamente sostenuto da idonei casseri e sbadacchiature.

Qualora la trincea anziché in banchina interessi il nastro asfaltato, si dovrà preventivamente tagliare la pavimentazione con mezzi idonei e soltanto in un momento successivo eseguire lo scavo della trincea stessa. Per gli eventuali attraversamenti degli accessi alle proprietà private la condotta potrà essere interrata nei terrapieni degli accessi stessi fermo restando l'obbligo della Impresa appaltatrice di rimettere in pristino, a propria cura e spese ed a perfetta regola d'arte, quanto avrà manomesso in danno di terzi. La chiusura delle trincee scavate in banchina.

### 3.5.20.2 Cavidotti

Le canalizzazioni interraste per il contenimento e la protezione delle linee di alimentazione degli impianti, dovranno essere realizzate con cavidotti rigidi in materiale plastico di colore nero con striscia elicoidale gialla, autoestinguente, serie media, contrassegnati da IMQ e conformi alle Norme CEI 23-29/1989 fascicolo 1260.

Le canalizzazioni da posare nello scavo dovranno avere un diametro esterno non inferiore a 100 mm, essere rispondenti alle norme CEI 23-29 e contrassegnate da IMQ. Dovranno inoltre avere resistenza allo schiacciamento di 750 N (scheda tecnica SAE 11). Nell'esecuzione dei cavidotti dovranno essere tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi indicati nel disegno di progetto. Dovranno essere inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- il taglio del tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in agglomerato dovrà avvenire mediante l'impiego di un taglia asfalto munito di martello idraulico con vanga. Il taglio dovrà avere una profondità minima di 25 cm e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanga idraulica;
- esecuzione dello scavo in trincea;
- fornitura e posa, nel numero stabilito dal disegno, di tubazioni rigide in materiale plastico a sezione circolare, con diametro esterno di 100 mm, massa 730 g/m, per il passaggio dei cavi di energia;
- il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dalla Direzione lavori. Particolare cura dovrà porsi nell'opera di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici, in quanto l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno sei ore dal termine del getto di calcestruzzo;
- trasporto alla discarica del materiale eccedente.

Durante la fase di scavo dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti ecc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti e 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 materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale dovrà essere di tipo luminoso a fiamma o a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere adottata dall'impresa appaltatrice 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 dell'impresa appaltatrice, il suo indirizzo e numero telefonico. L'inadempienza delle prescrizioni sopra indicate potrà determinare sia la sospensione dei lavori, sia la risoluzione del contratto qualora l'impresa appaltatrice risulti recidiva per fatti analoghi già accaduti nel presente appalto o anche in appalti precedenti. Il reinterro di tutti gli scavi per cavidotti e pozzetti dopo l'esecuzione dei getti è implicitamente 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. Le canalizzazioni dovranno essere posate sollevate da fondo dello scavo, su appositi distanziatori posti ogni due metri. A posa avvenuta, le canalizzazioni dovranno avere pendenza omogenea verso i pozzetti. Le canalizzazioni interraste, nei casi previsti dal progetto e in particolare se posizionate sotto la superficie stradale e non ai suoi lati, dovranno essere protette, completamente inglobate da cassonetto in calcestruzzo dosato q.li 2.00 di cemento tipo 325 per m<sup>3</sup> di impasto. Lo spessore del calcestruzzo, attorno

alle canalizzazioni, non dovrà essere inferiore a 10 cm All'interno dei pozzetti, gli accessi delle canalizzazioni dovranno essere tamponati in modo da riempire completamente il vano.

### 3.5.21 Gruppi statici di continuità

Ogni sistema di continuità fornito dovrà essere atto ad alimentare, sia in presenza che in mancanza di rete, con autonomia di 30 m', alla tensione 400/231 V – 50 Hz di tutte le utenze "no-stop" individuate dagli schemi di progetto.

Il gruppo statico di continuità dovrà essere essenzialmente costituito di:

- Raddrizzatore carica batteria;
- Inverter statico quinta generazione;
- Batteria di accumulatori.

#### 3.5.21.1 Principio di funzionamento

L'utenza in condizioni di normale funzionamento dovrà essere alimentata attraverso l'inverter, mentre il raddrizzatore del tipo a 2 rami dovrà erogare l'energia per la alimentazione dell'inverter e la contemporanea carica delle batterie di accumulatori.

Al verificarsi di una delle seguenti condizioni lato alimentazione raddrizzatore:

- mancanza tensione di rete
- mancanza di una fase
- tensione di rete fuori tolleranza
- guasto raddrizzatore

le batterie di accumulatori dovranno provvedere ad alimentare l'inverter senza soluzione della continuità. Al ripristino dell'operatività di rete e/o di macchina, il raddrizzatore dovrà provvedere automaticamente alla ricarica delle batterie e contemporaneamente all'alimentazione dell'inverter.

Al verificarsi di una delle seguenti condizioni lato inverter:

- guasto inverter;
- tensione uscita fuori tolleranza;
- tensione d'ingresso c.c. fuori tolleranza;
- sovraccarico

L'unità dovrà essere automaticamente esclusa e l'alimentazione dovrà essere erogata direttamente da rete senza soluzione della continuità di esercizio by-passando il gruppo statico di continuità.

L'unità, inoltre, dovrà permettere l'auto-esclusione agendo sul commutatore manuale di emergenza.

Le caratteristiche dei singoli componenti interni dovranno soddisfare i seguenti requisiti costruttivi:

a) Raddrizzatore carica batteria

Raddrizzatore del tipo a diodi controllati per la trasformazione della tensione trifase in corrente alternata a tensione continua stabilizzata per l'alimentazione dell'inverter e la contemporanea ricarica della batteria di accumulatori.

Ogni qualvolta si verifichi una mancanza di rete al ritorno della stessa il raddrizzatore dovrà effettuare la ricarica della batteria secondo il seguente ciclo: I<sup>^</sup> fase: A corrente costante fino al raggiungimento del valore di tensione di carica rapida; II<sup>^</sup> fase: A tensione costante e corrente

decescente sino al raggiungimento del valore di corrente di passaggio rapida-tampone; III<sup>^</sup> fase:

A tensione costante al valore di tampone.

La carica di formazione dovrà essere normalmente effettuata a inverter disinserito.

Il raddrizzatore del tipo ponte trifase totalmente controllato, dovrà essere essenzialmente costituito di:

- interruttore d'ingresso;
- ponte di raddrizzamento;
- filtro Le di uscita;
- logica di regolazione.

b) Inverter

L'inverter, del tipo a transistori, dovrà trasformare la tensione continua proveniente dal raddrizzatore o dalle batterie di accumulatori, in tensione alternata sinusoidale stabilizzata per l'alimentazione delle utenze mediante il gruppo di conversione ad alta frequenza e basso contenuto armonico in uscita e limitati valori di cadute dinamiche con tempi di risposta rapidi.

I circuiti di controllo e regolazione dovranno essere realizzati con tecnologia elettronica.

L'inverter dovrà essere essenzialmente costituito di:

- filtro d'ingresso;
- gruppo di conversione;
- filtro di uscita;
- logica di regolazione.

c) Batterie di accumulatori

Le batterie di accumulatori, del tipo ermetico, dovranno assicurare l'alimentazione delle utenze con l'autonomia di 30 m' all'intera utenza "no-stop" presente nell'ambito delle diverse cabine di lotto.

d) Pannello comandi

Il pannello di attestazione dovrà contenere gli interruttori e i sezionatori necessari per l'alimentazione del gruppo statico di continuità, nel pieno rispetto delle norme CEI.

Esso dovrà permettere l'alimentazione delle utenze senza interruzioni nel caso si vogliano eseguire operazioni di manutenzione del gruppo statico attraverso una commutazione manuale di esclusione d'emergenza.

Interruttore manuale per inserzione raddrizzatore: Poso 0 disinserito : Pos I inserito

Interruttore manuale per inserzione inverter: Poso 0 disinserito POS I inserito

e) Strumenti

voltmetro tensione uscita raddrizzatore;

amperometro corrente uscita raddrizzatore;

amperometro a zero centrale corrente carica e scarica batteria;

frequenzimetro uscita;

voltmetro tensione in uscita, con commutatore voltmetrico tre amperometri corrente in uscita.

f) Allarmi visualizzati

Dovranno essere realizzati con LED bicolore rosso-verde.

La colorazione verde indicherà normalità di funzionamento, la colorazione rossa indicherà le anomalie (guasto o allarme)

Gli allarmi dovranno inoltre essere interfacciabili con il sistema di tele controllo attraverso contatti liberi da potenziale o attraverso software di auto diagnosi remotabile a distanza attraverso porta seriale RS485.

### **3.5.21.2 Caratteristiche tecniche**

Le prestazioni delle singole unità sono indicate negli schemi unifilari di progetto e nell'elenco descrittivo delle voci di elenco prezzi.

In particolare ogni gruppo statico dovrà essere corredato ed integrato di:

- by-pass interno in modo da isolare single sezioni di macchina
- by-pass esterno in modo da consentire la rimozione dell'intera unità senza pregiudicare la continuità di alimentazione all'utenza.

Le caratteristiche tecniche generali di un gruppo statico sono:

configurazione dell'unità a doppia conversione con schema di alimentazione interno che preveda l'alimentazione all'interruttore statico su due rami, di cui uno da raddrizzatore ad accumulatori, ed uno attraverso by-pass statico, un terzo ramo direttamente in by-pass esterno sulla rete così da escludere l'intera apparecchiatura;

soppressione dei disturbi attraverso l'uso di filtri EMI conformi alla normativa in modo da limitare a valle il valore delle distorsioni entro il 10% nella condizione di pieno carico.

I filtri costituiranno un modulo supplementare da accoppiare alle singole unità e dovranno essere integrati nella carpenteria entro volumi specificatamente segregati.

trasformatore ad isolamento galvanico;

La potenza delle singole unità dovrà essere conforme alle indicazioni riportate negli allegati elaborati grafici;

il numero degli elementi che costituiscono la sorgente energetica ausiliaria dovrà essere adeguato al valore nominale della tensione di ingresso all'inverter (-400 V);

le linee di alimentazione a monte delle singole unità e le protezioni dovranno consentire il funzionamento dell'unità con le batterie in ricarica a fondo;

le caratteristiche di funzionamento delle singole unità rispetto alle utenze alimentate in continuità assoluta dovranno essere: -tensione nominale alternata 380-400-415 V

stabilità del valore nominale  $\pm 1$  % regolazione della tensione di uscita  $\pm 5\%$  frequenza nominale 50 Hz sistema trifase con neutro stabilità della frequenza in assenza di rete  $\pm 0,01$  % stabilità della frequenza con inverter sincronizzato con la rete  $\pm 2$  Hz valore massimo stabilità della tensione di uscita  $\pm 5\%$  tempo di ripristino della tensione rispetto a  $\pm 2\%$  del valore nominale 20 ms, limite di sincronizzazione dell'inverter con la rete  $\pm 2$  Hz valore massimo

massima variazione della sincronizzazione  $\pm 1$  Hz/s

capacità di sovraccarico 125% per 10 m', 150% per 1 m'.

### **3.5.21.3 Prove di accettazione materiali**

Al fine di verificare le prestazioni e la rispondenza delle unità gruppi statici di continuità, alle specifiche tecniche previste dal presente Capitolato ed alle schede tecniche, presentate dall'Appaltatore alla

Direzione Lavori, si dovrà procedere all'esecuzione delle prove di accettazione dei materiali presso il costruttore delle apparecchiature.

Elenco delle prove principali da eseguire:

- prova di accensione del gruppo statico di continuità con inserimento ciclico delle fasi
- prova di funzionamento del gruppo statico di continuità con un carico applicato pari all'80% del carico nominale
- prova di funzionamento del gruppo statico di continuità con un carico applicato pari al 120% del carico nominale per un tempo di 120"
- prova di commutazione in by-pass del gruppo statico di continuità
- misurazioni delle tensioni e delle correnti in entrata ed in uscita dall'unità gruppo statico di continuità
- prova di funzionamento con il 100% del carico nominale alimentato dalle batterie di accumulatori fino alla scarica completa delle stesse.

### **3.5.22 Centrali di rifasamento**

#### **3.5.22.1 Condensatori per rifasamento**

Dovranno essere installati all'interno degli armadi delle centraline di rifasamento o entro cassette per il rifasamento fisso dei trasformatori.

##### **Caratteristiche elettriche**

tensione nominale: 400V

frequenza: 50Hz

potenza: 5+10 kVAr

tolleranza di capacità: -5% / +10%

classe di temperatura ambiente: -25/+40°C

tensione di prova tra terminali e cassa: 3 kV per 10 s

massima tensione di esercizio: 1,75x Vn per 10 s.

massima corrente ammessa: 1,3 x In

collegamento interno a triangolo

perdite dielettriche <0,5 W/kVAr

rispondenti a Norme CEI 33-5 e IEC 831-112

##### **Caratteristiche costruttive**

Elementi capacitivi con dispositivo di protezione e sovra pressione "bassa pressione

dielettrico in polipropilene a basse perdite, metallizzato e impregnato con resine poliuretaniche in esecuzione rinforzata;

contenitore plastico autoestinguente;

grado di protezione non inferiore ad IP 44

Dovranno essere completi di coperchio di protezione, passacavi, codoli per fissaggio meccanico a strutture di sostegno.

##### **Caratteristiche condensatore**

elementi rigenerabili a basse perdite, biodegradabili non tossici;

dielettrico in polipropilene metallizzato;

interruttore di sovra pressione montato su ogni condensatore;

### **Caratteristiche regolatore**

relé varmetrico di comando con relé di controllo batterie;  
regolazione della sensibilità c/k;  
relé di azzeramento a mancanza di tensione.

### **3.5.22.2 Centraline rifasamento automatico**

Dovranno essere installate, in cabina elettrica, centraline di rifasamento automatico di potenza adeguata alle indicazioni riportate negli allegati schemi unifilari di progetto adatte per utenze a medio contenuto di armoniche, con caratteristiche costruttive di seguito descritte.

### **Caratteristiche costruttive dei quadri nel loro insieme**

I quadri pre assemblati, atti al rifasamento automatico dei carichi dovranno avere:

- struttura di supporto e contenimento in lamiera d'acciaio, spessore 1,5 mm
- contattori di inserzione dei gradini di rifasamento del carico dovranno essere dimensionati per un elevato numero di manovre
- limitazione correnti di inserzione attraverso opportuni accorgimenti circuitali o tramite induttanze
- sezionatore generale di portata adeguata alla potenza capacitiva delle singole installazioni
- dispositivi di scarica rapida su ogni batteria condensatori
- installazione a parete, o a pavimento.

### **Caratteristiche elettriche generali**

frequenza: 50 Hz

tensione massima: 1,1 Un

corrente massima: 1,3 In

numero gradini: 3-5-7

grado di protezione: IP 31

resistenze di scarica incorporate

reattanza di limitazione interna incorporata

intervallo di inserzione: circa 25 s

condensatori rispondenti a norme CEI 33-5, IEC 70-70 A

apparecchiature ACF rispondenti a Norme CEI 17-13, IEC 43911-2.

### **3.5.23 Materiali per impianto di terra nelle cabine elettriche**

All'interno di ognuna delle cabine elettriche dovrà essere realizzato un unico impianto di messa a terra per la protezione contro i contatti indiretti con quantità e disposizione come da elaborati grafici.

Tale impianto dovrà essere dimensionato in modo che, con la corrente di guasto prevista, non si verifichi all'interno dell'impianto tensioni, di contatto e di passo superiori ai valori fissati dalla norma CEI in relazione al tempo di intervento delle protezioni.

La distribuzione dell'impianto dovrà partire dalla messa a terra del centro stella dei trasformatori mediante corda isolata giallo-verde di sezione adeguata collegata fino ad un collettore o nodo di terra.

Tale collettore dovrà essere costituito da una piastra in rame di dimensioni 500x80x8 mm e dovrà essere collegato ai dispersori: verticali e orizzontali.

I dispersori verticali saranno costituiti da spandenti in acciaio zincato di lunghezza 1,50 m e posti entro pozzetti ispezionabili.

Il dispersore orizzontale sarà costituito da corda di rame nudo di sezione 50 mm<sup>2</sup> interrata ad una profondità non inferiore a 0,50 m ed interconnessa con i dispersori verticali.

### **3.5.24 Impianto equipotenziale in cabina**

Tutte le masse metalliche quali: box trasformatori, carpenterie dei quadri, caavidotti in tubazione metallica, canali, serramenti, ecc. e comunque tutte quelle strutture suscettibili di generare un potenziale verso terra o altri potenziali dovranno essere collegate all'impianto di terra.

Tale impianto dovrà essere costituito da un piatto di rame dimensioni 50x5 = fissato a parete lungo tutto il perimetro della cabina, al quale dovranno essere connesse tutte le strutture quali sopra mediante conduttori isolati aventi guaina di colore giallo-verde aventi sezioni minime di 2,5 mm<sup>2</sup> se con protezione meccanica, 4 mm<sup>2</sup> senza protezione meccanica.

Nel sottopavimento in cabina elettrica dovrà essere realizzata una maglia elettro saldata in tondo di acciaio zincato diametro 8 mm con punti di fuoriuscita lungo il perimetro di cabina e comunque sempre nei vertici del locale, punti che verranno connessi con l'impianto di terra generale.

Tutte le giunzioni fra gli elementi del dispersore e fra questi e il conduttore di terra dovranno essere realizzate con morsetti a compressione o con morsetti a bullone aventi superfici di contatto di almeno 200 mm<sup>2</sup> e bulloni di diametro non inferiore a 10 mm.

### **3.5.25 Accessori per cabine elettriche**

Ogni cabina elettrica dovrà essere dotata di accessori, istruzioni, segnaletica, ecc., indicati di seguito e comunque di quanto richiesto da norme e prescrizioni di Legge.

#### **3.5.25.1 Tappeto isolante**

Sarà posato a pavimento anteriormente ai quadri elettrici.

Dovrà essere in gomma naturale e la superficie calpestabile dovrà essere antisdrucciolevole.

Dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:

- larghezza non inferiore a: 0.80 m
- lunghezza non inferiore a: lunghezza quadro di M.T. + 1 m
- spessore non inferiore a: 5 mm
- tensione di esercizio: 20 kV
- tensione di prova: 40 kV

il tappeto dovrà essere di tipo approvato dall'ISPESL e dovrà essere provvisto di marchiatura indelebile che dichiari la tensione di esercizio e di prova.

#### **3.5.25.2 Guanti isolanti**

Dovranno essere in lattice naturale a cinque dita e forma anatomica, senza soluzione di continuità.

Essi risponderanno alle seguenti caratteristiche:

Spessore non inferiore a: 2 mm

Lunghezza: 36 cm

Tensione prova: 30 kV

I guanti dovranno essere di tipo approvato dall'ISPESL e dovranno essere provvisti di marchiatura come descritto per il tappeto isolante.

Saranno riposti entro apposita custodia in materiale isolante resistente agli urti, fissata a parete, provvista di scritta esplicativa del contenuto e di riserva di talco.

### **3.5.25.3 Pedana isolante per cabina**

Dovrà essere di tipo per interno, costituita da una piattaforma in materiale isolante rinforzato o in legno verniciato e da quattro piedi isolanti divaricati per aumentare la stabilità al ribaltamento.

Avrà le seguenti caratteristiche:

- dimensioni di piattaforma: 0,5x0,5 m
- altezza non inferiore a: 0,25 m
- tensione di esercizio: 20 kV
- tensione di prova: 40 kV

La pedana, di tipo approvato dall'ISPESL dovrà essere provvista di marchiatura CE, come descritto per il tappeto isolante.

### **3.5.25.4 Estintore**

L'estintore antincendio portatile dovrà essere di tipo approvato dal Ministero dell'Interno completo quindi sia della certificazione stampigliata sull'etichetta sia del certificato attestante la conformità dell'esemplare al prototipo omologato dal Ministero.

Avrà le seguenti caratteristiche:

classe del fuoco: B e E

carica nominale: 12 kg

agente estinguente: polvere chimica

Dovrà cioè essere adatto all'utilizzo su apparecchiature sotto tensione.

Esso sarà completo di apposito supporto fissato a parete.

### **3.5.25.5 Cartelli monitori**

I segnali di pericolo, divieto, obbligo ecc., dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- essere in materiale resistente all'aggressività dell'ambiente in cui sono esposti (agenti atmosferici, umidità, acidi, ecc.) sia per quanto riguarda il supporto (che sarà quindi a seconda dei casi lamiera di alluminio o di acciaio zincato o PVC) sia per quanto riguarda le vernici; queste dovranno essere anche indelebili e inalterabili alla luce solare; se in lamiera avranno spessore di almeno 0,5 mm, se in PVC di almeno 1,5 mm
- portare oltre al simbolo (di pericolo, di divieto, di obbligo, ecc.) anche la scrittura esplicativa;
- essere conformi alla normativa relativa alla segnaletica di sicurezza per tutto quanto in esso è previsto (simboli, colori, dimensioni, ecc.);
- essere affissi esclusivamente mediante viti o rivetti; non saranno pertanto ammessi i tipi autoadesivi.

### **3.5.25.6 Schema elettrico dell'impianto**

Dovrà essere fornita una cornice con vetro entro cui porre lo schema unifilare dei circuiti di potenza.

### **3.5.25.7 Lampada di emergenza portatile**

La lampada dovrà essere di tipo portatile costituita da un robusto contenitore in materiale antiurto provvisto da impugnatura.

Sarà completa di:

- batterie al Ni-Cd di tipo ermetico ricaricabile e di capacità sufficiente ad assicurare un'autonomia di almeno due ore
- lampada fluorescente da 6 W
- dispositivi elettronici per la carica automatica e di mantenimento delle batterie e per l'alimentazione della lampada stessa
- indicatore luminoso per segnalare la carica delle batterie
- cavo di alimentazione scollegabile (con presa a spina) della lampada
- adatto supporto in lamiera d'acciaio verniciata, fissato a parete per il sostegno della lampada stessa.

### **3.5.25.8 Armature per edifici di cabina elettrica ed altri manufatti minori**

Dovranno essere realizzate in policarbonato autoestinguente fino a 130 °C sia nel rifrattore sia nel corpo opaco d'alloggiamento delle apparecchiature elettriche.

Le armature dovranno essere fornite cablate in classe II, complete degli accessori elettrici per l'innescò rapido della lampada, del reattore a basse perdite, della lampada, del fusibile di protezione.

Le armature dovranno essere corredate di lampade fluorescenti, adeguate per numero e per potenza, in modo da garantire un livello d'illuminamento non inferiore a 150 lux medi all'interno dei singoli locali.

## **3.6 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI PER IMPIANTI A CORRENTE DEBOLE**

### **3.6.1 Impianto rilevazione incendi**

#### **3.6.1.1 Centrale modulare per la rivelazione incendio**

##### **Generalità**

Ciascun impianto di auto produzione E.E. deve essere munito di impianto di rilevazione incendi, come minimo, del locale contenente l'inverter, ciascuno impianto deve essere costituito di:

- Sensore multicriterio a soffitto, omologato EN 54
- Sensore multicriterio, omologato EN 54, sotto il basamento di sostegno dell'inverter (di solito costituito da un gradino di 15 cm circa).
- Pulsante a fungo all'interno del locale, omologato EN 54
- Pulsante a fungo all'esterno del locale, omologato EN 54
- Sensore anti allagamento, solo per le installazioni al di sotto del piano di campagna
- Linea seriale a due fili che collega tutti i sensori cui sopra.
- Centrale di rilevazione incendi, munita di propria batteria di accumulatori, omologato EN 54.
- Segnalatore ottico e acustico di allarme
- Sirena esterna il locale
- Contatto di pre allarme e contatto di allarme collegati al sistema di controllo cui al capitolo 15

La centrale del sistema deve avere almeno le seguenti caratteristiche Hardware

- Display grafico LCD 240 x 128 conforme EN54 con icone e menù ad albero con tre livelli operatore ed interfaccia utente semplificata con manopola a 4 pulsanti per consentire all'utente un controllo semplice e intuitivo;
- LED di segnalazione di stato e tasti di tacitazione centrale suonerie e ripristino;
- Linea loop configurabile in classe A o classe B con numero massimo di apparati pari a 128.
- Contenitore plastico riverniciabile per montaggio a giorno e/o ad incasso con elettronica rimovibile.
- Compatibile con le suonerie / lampeggianti alimentate dal loop, con le basi munite di suoneria alimentate dal loop e con tutti i rivelatori dotati di camera ottica sostituibile.
- Memoria del registro storico con 9999 eventi.
- La centrale dispone di due uscite programmabili supervisionate max. 675 mA (a 40°C) utilizzabili per collegamento di dispositivi ottico-acustici di allarme incendio per ogni modulo loop, quattro uscite incendio e guasto: due supervisionate (max. 350 mA) e due standard a relè non controllate.
- Due ingressi supervisionati, configurabili dall'utente disponibili in centrale.
- Tre porte USB, tre RS232 ed una Ethernet TCP/IP integrate per programmazione e/o manutenzione locale e remota.
- Uscita alimentazione ausiliaria resettabile 24Vdc/0,5A.
- Alimentazione 230Vca/1,3A max. alimentatore carica batterie 24Vcc 4A con vano per n.2 batterie 12V 18Ah per autonomia in mancanza di rete primaria fino a 72 ore a riposo e 30 minuti in allarme.
- Certificazione EN54 e CPD.

La centrale dispone di un software estremamente versatile nella programmazione di Ingressi/Uscite, con la possibilità di associazioni attraverso funzioni booleane:

- 300 gruppi di uscite liberamente programmabili
- 200 regole Booleane di associazione in combinazione AND o OR
- 64 aree per ogni loop
- Compensazione sensibilità automatica
- Impostazione sensibilità Giorno/Notte
- Avviso di manutenzione
- Funzione di localizzazione apparato
- Report completi con indicazione dei valori analogici per singolo sensore
- Diagnostica avanzata con controllo dei valori di corrente e tensione sul loop, delle uscite e dell'alimentatore visualizzabili sul display di centrale
- Programmazione tramite porta TCP/IP o locale su porta USB
- Funzione di Upgrade firmware direttamente da Pen drive USB

Omologazioni & Conformità

- Conformità CE / CPD / EN54-2 EN54-4
- Conformità NEN2535 / NBNS21-100
- Conformità BS5839-1
- Certificato VdS e LPCB
- Conformità WEEE / RoHS

Queste precise specifiche di dettaglio, anche se identificano un solo fornitore e perciò in contrasto con la normativa vigente sugli appalti pubblici, non possono dare addito ad alcuna contestazione poiché:

- è intenzione della Committente di realizzare numerose installazioni e di varia natura
- è intenzione della Committente di affidare in toto la manutenzione di detti sistemi di rilevazione ad un'unica Società poiché i fornitori degli impianti FTV saranno, molto presumibilmente, diversi, non è pensabile che ogni installazione sia dotata di una centralina di rilevazione incendi diversa dalle altre; gli Appaltatori, perciò, DEVONO adeguarsi a queste specifiche poiché, ripetiamo, il futuro manutentore delle centraline sarà unico. Queste caratteristiche sono oggi soddisfatte dalle centrali incendio costruite dalla UTC (ex GE), serie 2X-F1-10 certificata EN 54 e CPD, e altre centrali con minori e limitate funzioni anche di altri Costruttori.

In generale, la centrale dovrà avere struttura di tipo analogico indirizzata 1 loop, fino a 128 dispositivi, una porta USB, una porta Ethernet ed essere in grado di:

- ricevere ed analizzare i segnali provenienti dai rivelatori di fumo;
- tenere costantemente sotto controllo lo stato dei circuiti di alimentazione, dei rivelatori, degli organi di protezione;
- dare segnalazione ottica e acustica (tacitabile) in caso di guasto con possibilità di rapida individuazione dell'anomalia;
- attivare la segnalazione di allarme nell'eventualità di intervento dei rivelatori, o di azionamento dei pulsanti di allarme manuale o di interruzione o corto circuito delle linee di collegamento con i rivelatori stessi.
- comunicare attraverso la porta Ethernet.

Centrale completa di n.2 batterie ermetiche ricaricabili 12Vcc 18 Ah e software applicativo di base per la programmazione e la gestione di tutto il sistema.

Compreso assistenza tecnica in cantiere per la realizzazione delle opere di predisposizione, allaccio delle linee loop in partenza ed arrivo, programmazione con rispetto delle indicazioni date dalla D.L., inserimento test di identificazione rivelatori e moduli in/out, messa in servizio, istruzione del personale, allaccio a predisposta linea di alimentazione 230Vca e accessori di fissaggio e installazione.

### **3.6.1.2 Installazione**

L'installazione dovrà essere conforme alle norme prescritte dal produttore. In caso di mancanza rete, batteria di riserva scollegata, circuiti aperti nel sistema, dovrà essere attivato un segnale ottico acustico di guasto finché il sistema non verrà riportato alla normalità.

### **3.6.1.3 Cavi e collegamenti**

Cavi per dispositivi di rivelazione incendio

I cavi per i dispositivi di rivelazione incendio (pulsanti manuali, rivelatori ecc.) dovranno essere collegati a zone.

Dovranno essere installati dalla centrale al primo dispositivo, quindi ad ogni dispositivo successivo all'interno di ogni zona.

Un dispositivo con resistenza di fine linea dovrà essere installato dopo l'ultimo dispositivo del circuito.

Tipo di cavo

Il cavo dovrà essere schermato a due conduttori

La sezione del cavo varierà a seconda della lunghezza dello stesso come da tabella seguente:

- fino a 500 m cavo 2x0,5 mm<sup>2</sup>;
- fino a 1000 m cavo 2x1 mm<sup>2</sup>;
- fino a 1500 m cavo 2x1,5 mm<sup>2</sup>;
- fino a 2500 m cavo 2x2,5 mm<sup>2</sup>;
- fino a 3000 m cavo 2x4 mm<sup>2</sup>.

Dovrà essere inoltre prevista una linea di cavo dedicata.

I cavi dovranno essere installati a distanza appropriata da linee di altro tipo (231/400 Vac) che potrebbero causare disturbi.

### 3.6.2 Rilevatore multicriterio

Rivelatore multicriterio a basso profilo per segnalazione automatica di tipo analogico indirizzato; il rivelatore è in grado di modificare la propria sensibilità al fumo in presenza di un aumento di temperatura. Cinque possibili modalità di funzionamento: rivelatore di fumo con sensibilità incrementata in funzione di aumento di temperatura, sensore sensibile al fumo ed al calore in modo indipendente, solo sensore di fumo e solo sensore termico.

Il rivelatore è dotato di camera ottica intercambiabile che permette la sostituzione in campo della camera ottica o la pulizia della stessa senza la necessità di rieffettuare la calibrazione del rivelatore ed è equipaggiato con due led di allarme ed uscita elettronica per ripetizione allarme.

Principali caratteristiche e limiti ambientali di funzionamento:

- Rivelazione ottica di fumo e termica
- Cinque modalità di funzionamento: multicriterio (due sensibilità), duplice sensore, solo fumo o solo calore
- Controllo indipendente modalità di funzionamento del sensore
- Sensore di fumo con camera ottica intercambiabile
- Facile indirizzamento numerico (1-128)
- Autodiagnosi completa
- Test a distanza implementato
- Campo di temperatura -10° C ... +60°C
- Umidità relativa dallo 0% al 95% senza condensa
- Grado di protezione IP43
- Realizzato in accordo con le norme EN 54 e certificato CPD.

Completo di base a 6 morsetti con uscita per led di ripetizione allarme e completa di isolatore di linea certificato EN54-17 e CPD.

Compreso taratura, indirizzamento, collegamento al loop di rivelazione, quota parte di cavo multipolare schermato e twistato 2x0,5 mm<sup>2</sup> di tipo CEI EN50200 450/750V per linea loop ed accessori di fissaggio, cablaggio ed installazione ed accessori di fissaggio ed installazione.

### 3.6.3 Cavo termo sensibile

Il cavo termo sensibile dovrà essere costituito da due conduttori che, alla temperatura di 68°C o 105°C entrano in corto circuito in caso di un anomalo incremento della temperatura ambientale in un punto lungo la sua lunghezza.

Collegandolo ad una centrale, dovrà essere possibile localizzare la zona in cui si è venuta a verificare la condizione di surriscaldamento in condizioni di incendio, attivando così il sistema di allarme.

Il cavo termo sensibile dovrà potersi installare usando i relativi accessori di fissaggio, attraverso o sopra zone a rischio di incendio.

### **3.6.4 Dispositivi di attivazione manuale**

#### **3.6.4.1 Pulsante manuale indirizzato a rottura vetro**

Pulsante di allarme a rottura vetro con isolatore a bordo per segnalazione manuale di tipo indirizzato; compreso indirizzamento, collegamento al loop di rivelazione.

Pulsante per montaggio a vista costruito in materiale termoplastico di colore rosso con doppio isolatore di linea integrato e tasto di allarme ripristinabile con reset manuale a mezzo di chiavetta in dotazione.

La semplice pressione permette l'attivazione di una condizione di allarme.

Led di segnalazione allarme e guasto.

Possibilità di test rapido.

Grado di protezione IP 42

Realizzato in accordo con le norme EN 54-11 e certificato CPD.

Compresa quota parte di cavo multipolare schermato e twistato 2x0,5 mm<sup>2</sup> di tipo CEI EN50200 450/750V per linea loop, posato in canalizzazione già predisposta ed accessori di fissaggio, cablaggio ed installazione.

Rivelatore di allagamento

Rivelatore di allagamento è descritto nel capitolo in esecuzione protetta IP 67 da collegare al loop della centrale tramite relativo modulo di indirizzo.

Sensore che rileva la presenza di acqua su pavimento mediante 2 piedini dorati

Le principali caratteristiche dovranno essere:

- Materiale contenitore: Alluminio pressofuso verniciatura epossidica bianca
- Funzionamento: Rilevazione resistenza tra i piedini. Uscita a relè in scambio
- Supporto in acciaio che permette di rilevare il liquido ad una altezza variabile tra 0 e 11 mm
- Regolazione con trimmer della soglia di allarme della resistenza
- Tipo di connessione: A filo o morsetti
- Temperatura di funzionamento: -15°C ÷ +70°C
- Grado di protezione IP 67
- Basso consumo

Compreso allaccio e linea di segnale ed alimentazione 24 Vcc 6x0,22+2x0,75mm<sup>2</sup> Sch. CEI 20-22 non propagante la fiamma e l'incendio ed a bassa emissione di fumi e gas tossici CEI 20-37 in arrivo ed in partenza dal relativo modulo di indirizzo e da alimentatore dedicato ed accessori di fissaggio e installazione.

### **3.6.5 Dispositivi di segnalazione ottico acustica**

#### **3.6.5.1 Ripetitore ottico**

Il ripetitore ottico dovrà essere adatto per rivelatori convenzionali e analogici di allarme, posizionato all'esterno di un locale protetto con sensori automatici d'incendio o a contro soffitto per segnalare lo stato di un rivelatore tra soffitto e contro soffitto e servire alla rapida localizzazione del rivelatore in allarme.

Dovrà essere applicato a muro a fianco o sopra la porta oppure a contro soffitto.

Compreso allaccio, collegamento a rivelatore posto in spazio nascosto in cavo multipolare schermato 2x0,5 mm<sup>2</sup> di posato in canalizzazione già predisposta ed accessori di fissaggio, cablaggio e installazione.

#### **3.6.5.2 Segnalatore ottico acustico**

Dovrà essere costituito da un cassetto luminoso in esecuzione protetta IP65, interamente costruito con materiali non combustibili (ABS V0) o non propagatori di fiamma, da schermi e diciture in polimetilmetacrilato a infiammabilità lenta.

Le diciture, su sfondo rosso, dovranno essere messe in risalto a cassetto attivo.

Dovrà essere disponibile anche in versione IP 54.

Le diciture disponibili dovranno essere le seguenti:

- allarme Incendio (standard);
- evacuare il locale (standard);
- vietato entrare (opzionale)

Le principali caratteristiche dovranno essere le seguenti:

- lampada allo xeno lampeggiante con frequenza del lampeggio regolabile da 90 a 180 flash al minuto;
- presenza di un avvisatore acustico piezoelettrico di potenza sonora 93 dB ad un metro
- assorbimento: 85 mA a 24 Vcc;
- conforme UNI EN54-3.

Compreso allaccio della linea in partenza ed in arrivo sul modulo di comando di zona o in centrale, quota parte di linea di alimentazione 24Vcc in cavo multipolare di tipo resistente all'incendio CEI EN50200 450/750V 2x1,5mm<sup>2</sup>, posata in canalizzazione già predisposta, per collegamento al relativo modulo di comando di zona od alla dorsale di alimentazione ed accessori di fissaggio, cablaggio ed installazione.

La sirena dovrà comprendere dispositivi acustici ed ottico/acustici in combinazione. Le principali caratteristiche dovranno essere le seguenti:

- ampio angolo per una ottimale diffusione del suono;
- basso assorbimento di corrente;
- possibilità di installazione verticale od orizzontale per una massima versatilità;
- scatola in ABS per una elevata resistenza all'urto;
- funzionamento da 15 a 33 Vcc;
- struttura robusta con elettronica allo stato solido, protezione contro eventuali danni durante l'installazione per una massima affidabilità e prestazioni stabili;
- morsetti separati per cavi in entrata ed in uscita;
- dimensione massima cavi raccomandata 2,5 mm<sup>2</sup>;
- temperatura di funzionamento: -30 °C +70 °C;

- emissione sonora secondo BS 5839.

### **3.6.5.3 Segnalatore ottico 24 V**

Il segnalatore ottico dovrà essere un apparecchio elettronico di segnalazione che lampeggi con la frequenza di una volta ogni due secondi.

La luce del segnalatore ad alta intensità dovrà utilizzare un tubo allo xeno estremamente affidabile a basso assorbimento.

Il circuito elettronico dovrà essere all'interno di apposite lenti in policarbonato a lunga durata.

Tutti i circuiti dovranno essere polarizzati per essere compatibili con una supervisione dell'allarme a corrente continua e per soddisfare i requisiti delle norme per i dispositivi di segnalazione ottica.

Il montaggio potrà essere da semincasso o a parete.

## **3.7 STRUMENTAZIONE**

### **3.7.1 Condizioni d'impiego e caratteristiche**

Le teste di misura degli strumenti, dove alloggia l'elettronica dello strumento, devono essere installate in luogo facilmente accessibile al personale manutentore, e se necessario, devono essere complete di display LCD per la visualizzazione dei parametri di processo.

La strumentazione sarà identificata con sigle alfanumeriche in accordo alla standardizzazione KKS.

Gli strumenti saranno montati in posizione tale da soddisfare queste esigenze:

- incertezza di misura
- accessibilità per manutenzione
- visibilità
- riduzione dei tratti di collegamento
- uniformità del tipo di montaggio

Gli strumenti montati in campo e gli elementi primari, per quanto possibile, saranno montati in modo da essere accessibili da terra o da passerelle d'accesso.

Le valvole di regolazione e di sicurezza saranno in ogni caso montate a livello tale, rispetto al piano terra o ai piani di servizio, da non richiedere la costruzione d'impalcature per l'ispezione o per l'eventuale manutenzione.

Sarà evitata l'installazione delle valvole di controllo con premistoppa all'altezza dell'occhio dell'operatore dai piani di servizio.

I trasmettitori aventi una scala con indice per la lettura locale della grandezza misurata, saranno collocati in vicinanza, e visibili dalle valvole di regolazione automatiche e by-pass delle regolatrici.

Tutte le parti esposte ai fluidi di processo saranno di materiali scelti in modo da evitare attacchi (corrosione / degenerazione) da parte degli stessi e dell'atmosfera.

Gli strumenti a campo avranno la cassa adatta ad assicurare una buona protezione dai danni meccanici, dagli agenti chimici e dalle intemperie.

### 3.7.2 Caratteristiche dei componenti principali

Caratteristica principale di tutta la strumentazione in campo deve essere la grande affidabilità di misura, unita alla bassa richiesta di manutenzione.

Tutti gli strumenti in campo devono presentare un'ottima ripetibilità della misura, che non deve mai superare lo 0,1 %.

Per tutta la strumentazione dovrà essere permesso per un campo di temperatura ambiente compreso tra -20 e +70 °C.

### 3.7.3 Incertezza di misura

L'incertezza di misura, riferiti ai valori di fondo scala, sarà uguale o inferiore ai seguenti valori:

#### 3.7.3.1 Misure di temperatura

Termoresistenze: conformi alla norma IEC 751 Pt100 classe A

Termocoppie: conformi alla classe 1 delle norme IEC 584

Pirometro: inferiore o uguale allo 0,5 % del valore letto

Termometri: classe 1, con banda morta non superiore a 2 °C

#### 3.7.3.2 Misure di pressione

Trasmittitore P cell: pari o minore dello 0,08 % e deriva a lungo termine migliore dello 0,25 % ogni 5 anni

Manometri: classe 1

#### 3.7.3.3 Controlli di pressione

Pressostati: classe 1

#### 3.7.3.4 Misure di portata

Portata con D/P + tubo di Pitot per liquidi  $\pm 0,75$  %

Portata con D/P + tubo di Pitot per gas e vapore  $\pm 1$  %

Portata con orificio calibrato  $\pm 1$  %

Portata con sistema Coriolis  $\pm 0,5$  %

Portata del tipo elettromagnetico  $\pm 0,5$  % v.i.

Portata con misuratori Vortex per liquidi  $\pm 0,65$  %

Portata con misuratori Vortex per gas e vapore  $\pm 1,35$  %

#### 3.7.3.5 Misure di livello

Livello con dP cell: pari o minore dello 0,02 % e deriva a lungo termine migliore dello 0,25 % ogni 5 anni

Livello con radar: lo strumento deve garantire una ripetibilità pari allo 0,04 %.

Livello trasmettitore magnetico:  $\pm 0,25$  % (su un livello pari a 2 m)

### 3.7.4 Accessori comuni

Di seguito si riportano le caratteristiche principali di accessori più comuni.

### **3.7.4.1 Indicatore locale**

Gli indicatori locali, in contenitore stagno da esterno con grado di protezione minimo IP 66, devono essere muniti di display LCD a 5 cifre con posizione della virgola impostabile, completo di bar graph 0 .. 100 %. Le cifre dovranno avere una altezza minima di 8 mm per una buona visione dei valori, compresa l'unità ingegneristica.

L'indicatore locale dovrà essere auto alimentato dal segnale d'ingresso del tipo 4..20 mA.

Il visualizzatore dovrà consentire la trasmissione del segnale di protocollo HART®, anche se il sistema, nel suo complesso, non è gestito con codesto protocollo.

Il montaggio dell'indicatore locale dovrà essere comprensivo di tettuccio para sole.

### **3.7.4.2 Riccioli di raffreddamento**

In applicazioni dove la temperatura del fluido di processo supera i 60 °C e non oltre i 200 °C, i trasmettitori di pressione dovranno essere provvisti di riccioli di raffreddamento

I riccioli di raffreddamento o sifoni per abbattimento temperatura saranno d'AISI 1.4401 con attacchi da ½" NPT maschio – femmina e presenteranno, come minimo, i seguenti limiti di funzionamento: 110 bar a 580 °C.

### **3.7.4.3 Manifold**

Tutti gli strumenti di pressione saranno dotati di manifold a 2 vie per permettere l'intercettazione e lo spurgo dello strumento stesso e perciò dotato di due valvole

Il manifold sarà d'AISI 1.4401 ricavato da barra, con attacchi da ¼" NPT-F, con stelo e otturatore delle valvole sempre d'AISI e baderna di Teflon.

Tutti gli strumenti di pressione differenziale saranno dotati di manifold a 3 vie per permettere l'intercettazione e lo spurgo dello strumento stesso e perciò dotato di cinque valvole.

Il manifold sarà d'AISI 1.4401 ricavato da barra, con stelo e otturatore delle valvole sempre d'AISI e baderna di Teflon; gli attacchi al processo devono essere standardizzati a ½" NPT F; mentre l'attacco di spurgo con il tappo deve essere ¼" NPT-F.

### **3.7.4.4 Separatori di pressione**

In applicazioni particolarmente gravose, quali applicazioni con fluido di processo aggressivo, corrosivo, altamente viscoso, eterogeneo o tossico deve essere previsto l'utilizzo di separatori di pressione.

I separatori devono essere del seguente tipo:

separatori a membrana, ideale per applicazioni gravose con alte pressioni di processo;

separatori in esecuzione a flangia, ideale per applicazioni con liquidi viscosi in movimento;

separatori in esecuzione a cella (wafer), ideale per applicazioni con alte temperature.

Nel caso in cui il fluido di processo sia in movimento e altamente viscoso dovranno essere utilizzati separatori passanti integrati nella tubazione di processo in modo da non provocare disturbi allo scorrere del fluido.

Il separatore sarà collegato direttamente allo strumento, oppure tramite capillare armato; in questo ultimo caso il riempimento del capillare dovrà essere eseguito in fabbrica.

Le parti a contatto con il fluido di processo devono essere realizzati con i seguenti materiali a seconda dell'aggressività del fluido di processo:

- AISI 1.4401
- Hastelloy C276
- Titanio
- PTFE

#### **3.7.4.5 Capillare d'estensione**

In applicazioni ove sia necessario remotare l'indicatore locale o il trasmettitore, come p.es. per renderlo accessibile all'operatore deve essere previsto il capillare d'estensione dell'elemento sensibile.

Il capillare dovrà essere riempito con gas inerte e dovrà essere irrobustito con un'armatura esterna con guaina flessibile d'AISI 1.4301 rivestita di PVC.

Anche in questo caso, come nel precedente, il riempimento del capillare dovrà essere eseguito direttamente in fabbrica dal costruttore.

#### **3.7.4.6 Separatori di condensa**

I trasmettitori di pressione differenziale utilizzati per la misura di portata di fluidi particolarmente corrosivi o condensabili, devono essere dotati di barilotti di separazione di condensa realizzati in accordo alle norme ASME.

I separatori di condensa avranno corpo d'AISI 1.4401 diametro 3" e attacchi filettati, sempre d'AISI da ¾" NPT F, con tappo di spurgo dotato di valvola a spillo.

I separatori di condensa saranno in esecuzione Sch. 40 o Sch. 80 o Sch. 160 a seconda della necessità d'utilizzo.

#### **3.7.4.7 Valvole d'intercetto fluidi primari**

Le valvole per l'intercetto dei fluidi primari saranno dei seguenti tipi:

- Per pressioni fino a 20 bar  
in esecuzione da forgiata d'AISI 1.4401, con stelo e otturatore delle valvole sempre d'AISI 1.4401, con baderna di Teflon e con attacchi ¾" NPT-F  
pressione nominale 210 bar o superiore.
- Per pressioni oltre 20 bar, fino a 100 bar  
in esecuzione da barra d'AISI 1.4401, con stelo e otturatore delle valvole sempre d'AISI 1.4401, con baderna di Teflon e con attacchi ¾" NPT-F  
pressione nominale 420 bar o superiore.

Nel caso di pressioni di progetto superiori a 40 bar, le valvole di radice sui fluidi primari devono essere doppie, mentre quando sono richieste misure doppie o triple, ogni strumento dovrà essere valvolato in maniera indipendente.

Nel caso, invece, di valvole per l'intercetto dei fluidi primari per un misuratore di portata munito di barilotti di separazione di condensa, le valvole saranno come quelle precedentemente indicate, ma con attacchi ¾" NPT-F.

#### **3.7.4.8 Valvole d'intercetto aria strumenti**

Le valvole per l'intercetto dell'aria strumenti avranno le seguenti caratteristiche:

- corpo, coperchio e volantino: d'ottone stampato

- otturatore: a spillo fisso, d'AISI 1.4301
- baderna: teflon
- attacchi: ¼" NPT-F
- pressione nominale: 18 bar

### 3.7.4.9 Pozzetti termometrici

I termoelementi saranno opportunamente protetti per mezzo di pozzetti ricavati da barra d'AISI 1.4401 o 1.4404 in applicazioni con possibilità di corrosione; mentre per alte temperature e possibilità di corrosione i pozzetti dovranno essere realizzati in Inconel 600.

Sul bordo del pozzetto termometrico dovrà essere stampigliata la sigla dello strumento relativo.

Gli attacchi al processo dei pozzetti termometrici dovranno essere come indicato nel capitolo successivo.

### 3.7.4.10 Connessioni degli strumenti al processo

La posizione dello strumento rispetto alle prese, la scelta delle pendenze per garantire il drenaggio verso le prese di processo o verso i barilotti di condensa dovranno essere scelti in modo ottimale per garantire precisione e affidabilità della misura.

Le prese per il collegamento di strumenti sulle tubazioni e sui recipienti, saranno realizzate in modo che gli strumenti possano essere smontati senza che sia necessario mettere fuori servizio la linea o l'apparecchiatura cui sono collegati.

Saranno perciò previste valvole d'intercettazione (di radice) immediatamente a valle delle prese.

Per la misura di livello si limiterà pertanto l'uso d'apparecchi senza contenitore esterno ai casi dettati dal particolare processo o dalle speciali condizioni ambientali.

Le prese saranno da:

- ½" NPT-F valvole da ½", se ricavate direttamente sulle flange porta diaframmi di misura, con rating fino a 600 lbs.
- ½" NPT-F con nipplo di riduzione per flange porta diaframmi di misura, con rating superiore a 600 lbs.
- ¾" NPT-F senza nipplo di riduzione per flange porta diaframmi di misura, con rating superiore a 600 lbs, nel caso di misure munite di barilotto di condensazione.
- ½" NPT-F per le prese di pressione relativo e assoluto.
- ½" NPT-F per canali in depressione, oppure ¾" filettato NPT, per canali e / o tubi contenenti aria con temperatura massima di 60 °C e pressione massima di 500 mbar superiore a quella atmosferica, oppure flangiato 1"½ ANSI, con rating minimo 300 lbs, per guaine termometriche.
- 1" ANSI, sui recipienti per misure di livello mediante livelli a spinta idrostatica con contenitore esterno (rating minimo delle flange 300 lbs o 900 lbs).
- 3" ANSI, sui recipienti per livelli a spinta idrostatica e allarmi di livello senza contenitore esterno (rating minimo flange 150 lbs).

### 3.7.5 Messa a terra della strumentazione

Il sistema di terra sarà sviluppato durante l'ingegneria di dettaglio considerando le specifiche raccomandazioni del costruttore del sistema centralizzato di controllo.

Saranno previsti due sistemi di terra: terra di protezione e terra di funzionamento.

Alla terra di protezione saranno collegate le strutture metalliche di quadri e armadi, la struttura portante del pavimento flottante ecc.

Alla terra di funzionamento, con le modalità e i valori di dispersione consigliati dal costruttore del sistema centralizzato, saranno collegati gli schermi dei cavi e i segnali di riferimento della strumentazione.

### 3.7.6 Protezione contro le basse temperature

Quando gli strumenti sono destinati a funzionare a temperatura ambiente tale che possono essere causa d'imprecisioni nelle misure, dovute al congelamento o all'eccessiva viscosità o alla precipitazione di sali nel fluido in cui la misura è effettuata, saranno previsti adeguati mezzi di protezione, quali: isolamento, uso di liquidi di separazione, riscaldamento mediante spezzoni di cavi auto scaldanti, installazione degli strumenti in contenitori o locali riscaldati.

Il riscaldamento sarà limitato alle parti dello strumento che saranno a contatto con il fluido di processo e la temperatura delle varie parti dello strumento non dovrà, in ogni caso, superare i limiti specificati dal costruttore.

La rete di distribuzione dei cavi auto scaldanti sarà realizzata in modo tale che qualunque manovra eseguita dagli altri utilizzatori, non metta fuori servizio l'alimentazione per il riscaldamento degli strumenti.

### 3.7.7 Note generali

L'installatore dovrà, con la più aggiornata tecnica impiantistica, eseguire a regola d'arte l'impianto strumentale, consegnandolo alla Committente funzionale e funzionante, come sotto indicato:

- Realizzazione di tutti i collegamenti elettrici, pneumatici e idraulici degli strumenti.
- Taratura ed allineamento degli strumenti in campo ed a quadro secondo i dati forniti dai documenti di progetto costruttivo.
- Tutto l'impianto di strumentazione dovrà essere realizzato con passerelle e conduit separati da quelli necessari per l'impianto luce e FM.
- Questo criterio dovrà essere rispettato anche negli attraversamenti e nei cunicoli presenti nelle varie planimetrie.
- I cavi di strumentazione dovranno avere un percorso separato dai cavi di potenza.
- Tutte le passerelle dovranno essere coperte con relativo coperchio.
- Ogni conduit a vista, passerella o strumento dovrà poter essere montato e/o smontato senza che questo comporti il danneggiamento dello stesso o di altra parte dell'impianto.
- La manovra, le verifiche e la normale manutenzione di tutti gli strumenti o apparecchiature elettro - pneumatiche dovranno essere possibile senza l'uso di mezzi ausiliari (scale, ecc.) e non essere impedita da altre parti di impianto; gli strumenti dovranno essere ubicati in zone sicure per l'operatore.
- Montaggio dei quadri, delle cassette e di tutti gli altri accessori necessari per una esecuzione a regola d'arte dell'impianto stesso.
- Tutti i tubi o passerelle porta conduttori in vista dovranno essere fissati in modo sicuro, con graffette e supporti.
- Per fissaggio degli stessi su pareti in muratura non sarà permesso l'uso di tasselli a sparo.
- Tutti i tubi posati nelle strutture murarie dovranno essere installati prima della gettata.
- Non saranno permesse scanalature nei manufatti.

- Tutti i conduttori e le linee di alimentazione dovranno essere identificabili nei quadri, negli incroci e/o nelle derivazioni di percorso e sull'utilizzatore.
- Tutte le linee di alimentazione dovranno essere posate rispettando le prescrizioni consigliate dai fornitori degli stessi.
- I tubi porta cavi dovranno avere percorso più diritto possibile e le eventuali curve dovranno essere le più ampie possibili o saranno installate curve apribili.
- I porta conduttori dovranno essere lavorati a perfetta regola d'arte sbavati alle estremità, tagliati a squadra, filettati con 7 filetti per parte, ecc.
- Tutti gli strumenti, quadri locali e cassette di smistamento dovranno essere messi a terra tramite le piastrine già predisposte per l'impianto elettrico.
- Ogni connessione sarà effettuata in modo da assicurare il contatto stabile e meccanicamente solido; pertanto si raccomanda l'uso di connettori a compressione e morsettiera adeguata.
- Tutte le passerelle poste in verticale dovranno essere coperte per un'altezza di 2.500 mm da piano camminamento.
- Non sono ammessi collegamenti elettrici o pneumatici sulle passerelle.
- Ove si presentasse la necessità, dovranno essere installate cassette di derivazione.
- Le cassette di distribuzione elettriche dovranno avere l'ingresso cavi dal basso e l'uscita laterale.
- Per il cablaggio delle cassette di distribuzione elettriche dovranno essere previste delle canalette di smistamento cavi (sia in ingresso che in uscita) prima che questi si colleghino a morsettiera.
- Tutte le morsettiere delle cassette pneumatiche ed elettriche dovranno essere opportunamente numerate.
- Tutti i tubi o fili collegati alle morsettiere (elettriche o pneumatiche) delle cassette dovranno essere numerati nel modo seguente:
  - tubo o filo in arrivo n° di morsetto e n di cavo;
  - tubo o filo in partenza n° di morsetto e denominazione dell'apparecchiatura o strumento collegato.

### **3.7.8 Misure di temperatura**

#### **3.7.8.1 Generalità**

Gli elementi sensibili per tutte le misure di temperatura saranno isolati con ossido di magnesio contenuto entro guaina di diametro 6 mm.

Le guaine saranno opportunamente protette per mezzo di pozzetti ricavati da barra d' AISI.

E' previsto un grado di protezione minimo IP 65, sia per i termo elementi, sia per i trasmettitori.

Se è richiesta la misura doppia, dovranno essere forniti pozzetti e termoelementi separati.

Se, invece, è richiesta la misura tripla, possono essere previsti solo due pozzetti muniti di termoelementi doppi; tre vanno collegati al relativo convertitore, mentre il quarto deve essere cablato fino alle vicinanze dei convertitori, in modo da poter essere connesso ad uno qualunque di essi in caso di guasto di un termoelemento.

Se utilizzati per logiche di ridondanza, accanto ad ciascun misuratore di temperatura o gruppi di strumenti, dovrà essere previsto un misuratore locale di temperatura (termometro) per la verifica locale, posizionato in luogo facilmente accessibile.

### 3.7.8.2 Termoelementi

Per temperature sino a 400 °C saranno impiegate termoresistenze Pt100 a 3 fili a singolo elemento con giunto isolato aventi le seguenti caratteristiche:

IEC-751 Classe A - Errore %	Temperatura
± 0,35 °C	- 100 °C
± 0,15 °C	0 °C
± 0,35 °C	100 °C
± 0,75 °C	300 °C
± 0,95 °C	400 °C

### 3.7.8.3 Termocoppie

Per misure superiori a 400 °C s'impiegheranno termocoppie a singolo elemento con giunto isolato; in particolare dovranno essere utilizzati i seguenti tipi di termocoppie:

Tipo termocoppia secondo IEC 584	Materiale termocoppia	Materiale guaina	Campo di temperatura	Errore %
J	Ferro / Costantana	AISI 1.4541	0 – 750 °C	± 0,4 %
K	Chromel / Alumel	INCONEL 600	0 – 1000 °C	± 0,4 %
S	Platino / Rodio	INCONEL 600	0 – 1400 °C	± 0,4 %

### Testina del termoelemento

La testina di collegamento del termoelemento sarà in pressofusione d'alluminio verniciato con vernice epossidica, con grado di protezione minimo IP 65, con coperchio munito di almeno due viti di fissaggio e connessione elettrica ¾" G.

La testina del termo elemento dovrà essere completa di catenella; all'interno della stessa è prevista una morsettiera su base ceramica con morsetti d'ottone nichelato.

### Convertitori / trasmettitori

I convertitori / trasmettitori dovranno essere contenuti all'interno della testina del termoelemento.

I convertitori dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Sensore	Riferimenti sensore	Campo °C	Precisione digitale °C
Termoresistenza			
Pt 100	IEC 751 1995	0 / 500	± 0,10
Termocoppia			
J	IEC 584	0 / 750	± 0,25
K	IEC 584	0 / 1000	± 0,25
S	IEC 584	0 / 1400	± 0,25

La temperatura di funzionamento del convertitore dovrà essere compresa tra -20 °C e +70°C, (anche con strumento con display LCD a bordo).

Per le caratteristiche dell'indicatore locale si veda **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

## 3.7.9 Misuratori locali di temperatura (termometri)

### 3.7.9.1 Caratteristiche

Per effettuare misure locali di temperatura in campo saranno utilizzati termometri bimetallici o a espansione di gas inerte (non tossico) con indicatore locale, in esecuzione per processi industriali.

I termometri utilizzati dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- diametro minimo quadrante: 150 mm

- materiale parti bagnate: AISI 1.4404
- materiale cassa: AISI 1.4301
- unità ingegneristica: °C

I termometri saranno utilizzati per campi di temperatura da un minimo di -50 °C fino ad un massimo di +600 °C, per temperature superiori ci si dovrà affidare all'utilizzo di trasmettitori di temperatura con termocoppia completi di display LCD locale.

Gli elementi sensibili per tutte le misure di temperatura saranno opportunamente protetti per mezzo di pozzetti ricavati da barra o da tubo d'AISI 1.4401.

Gli attacchi al processo dei pozzetti per guaine termometriche dovranno essere standardizzati secondo quanto indicato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Gli elementi sensibili per tutte le misure di temperatura saranno opportunamente protetti per mezzo di pozzetti ricavati da barra o da tubo d'AISI 1.4404.

L'attacco al processo dovrà essere filettato e non inferiore a ½" NPT; mentre nelle versioni con inserzione a distanza tramite capillare armato, l'elemento sensibile verrà inserito in pozzetto termometrico con le caratteristiche meccaniche e di fissaggio sopra descritte.

### 3.7.9.2 Campi di misura

La temperatura normale di intervento sarà compresa tra il 30 e l'80 % del campo.

### 3.7.9.3 Accessori di montaggio

Lo strumento dovrà essere fornito completo dei necessari accessori di montaggio.

### 3.7.9.4 Accessori comuni

Per le caratteristiche dell'indicatore locale si veda **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Per le caratteristiche del capillare d'estensione si veda **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Per le caratteristiche del pozzetto termometrico si veda **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

### 3.7.10 11.10 Misure di pressione

I trasmettitori necessari a generare il segnale standardizzato avranno un grado di protezione minimo IP 65 e dovranno essere costruiti con i seguenti materiali:

Parti bagnate:

Componente	Materiale accettato
Valvole di drenaggio e sfiato	AISI 1.4401, Hastelloy C, Monel
Flange di processo e adattatori	AISI 1.4401, eccetto applicazioni su acqua demi dove è richiesto Hastelloy C, Monel
O-rings	TFE rinforzato con fibra di vetro, PTFE, Viton
Diaframma	AISI 1.4401, Hastelloy C, Monel, Tantalio, Teflon, Titanio

Parti non bagnate:

Componente	Materiale accettato
Custodia elettronica	Fusione di alluminio con basso tenore di rame, AISI 1.4401
Separatore	AISI 1.4401
Viteria	Acciaio carbonio verniciato, AISI 1.4401, Monel
Fluido di riempimento processo	XLT, Silicone 704, Silicone 200, inerte, acqua e glicerina, glicole propilene e acqua
Verniciatura	Epossidica
O-rings di copertura	Buna-N

Tutti gli strumenti per misura differenziale saranno in grado di sopportare una sovra pressione pari a 35 MPa. Se utilizzati per logiche di ridondanza, accanto ad ciascun misuratore di pressione, o gruppi di strumenti, dovrà essere previsto un misuratore locale di pressione (manometro) per la verifica locale, posizionato in luogo facilmente accessibile.

#### **3.7.10.1 Campi di misura**

La pressione normale sarà compresa tra il 30 e l'80 % del campo.

#### **3.7.10.2 Accessori di montaggio**

Per le caratteristiche degli accessori, si veda **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Lo strumento dovrà essere fornito, qualora necessario, completo di accessorio di montaggio su palina.

#### **3.7.11 Misuratori locali di pressione (manometri)**

Per le indicazioni locali saranno previsti manometri d'acciaio inossidabile, quadrante 150 mm, con elemento sensibile a molla Bourdon o a membrana per bassi valori.

Tutte le parti a contatto con l'applicazione devono essere d'AISI 1.4404; per applicazione particolarmente aggressive l'elemento di misura deve essere rivestito di PTFE, mentre la cassa dovrà essere d'AISI 1.4301.

I manometri installati in applicazioni che presentano pressioni superiori a 15 bar devono essere provvisti di parete di separazione e fondo auto esplodente.

L'attacco al processo dei manometri dovrà essere standardizzato in 1/4" filettato NPT-M.

Gli strumenti posti a valle delle pompe e dei compressori rotativi o, comunque, su tubazioni soggette a forti vibrazioni, saranno di tipo riempibile.

I manometri che prevedono un liquido di riempimento dovranno utilizzare come liquido di riempimento Glicerina al 99,7 %.

Qualora, per esigenze d'impianto, sia necessario munire lo strumento di un capillare d'estensione, esso dovrà essere in accordo a quanto indicato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

I manometri posti su recipienti in pressione certificati da ISPESL saranno muniti di tacca rossa posta sul quadrante in corrispondenza della pressione di bollo dell'apparecchiatura.

##### **3.7.11.1 Campi di misura**

La pressione di funzionamento normale sarà compresa tra il 30 e l'80 % del campo, tuttavia in grado di sopportare una sovra pressione pari al 130 %, senza perdere la sua precisione.

##### **3.7.11.2 Accessori di montaggio**

Per le caratteristiche degli accessori, si veda **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Lo strumento dovrà essere fornito completo dei necessari accessori di montaggio.

##### **3.7.11.3 Misure di portata**

Le misure di portata saranno generalmente realizzate per mezzo d'elementi sensibili basati sulla relazione tra pressione differenziale e velocità del fluido.

### 3.7.11.4 Diaframmi calibrati

Generalmente saranno impiegati elementi di misura a diaframma con spigolo vivo, foro concentrico.

Gli strumenti dovranno essere certificati nel complesso, cioè l'elemento di misura e il trasmettitore di pressione differenziale, devono essere uno strumento unico certificato dal costruttore.

Il trasmettitore, a seconda dell'applicazione, deve essere montato in versione compatta o separata con l'elemento di misura, quest'ultima versione è obbligatoria in tutti i casi per montaggio entro pozzetto interrato, oppure con possibilità di allagamento della zona.

L'elemento primario di misura deve essere realizzato secondo le norme ANSI, con i seguenti materiali:

- AISI 1.4401
- Hastelloy 276
- Altri, per usi specifici

Lo strumento deve rientrare nei seguenti limiti di temperatura e pressione.

Materiale	Elettronica	Limite temperatura	Limite pressione
AISI 1.4401	Compatta	260 °C	99 bar a 38 °C
AISI 1.4401	Separata	450 °C	410 bar a 38 °C
Hastelloy 276	Compatta	260 °C	99 bar a 38 °C
Hastelloy 276	Separata	670 °C	410 bar a 38 °C

Le connessioni al processo devono essere flangiate.

Per le misura su vapore saranno impiegati elementi di misura del tipo "Boccaglio" allo scopo di limitare le perdite di carico permanenti mentre su aria e fumi potranno essere impiegati elementi di misura quali tubi di Venturi.

Saranno usate forme particolari d'orifici (per esempio a quarto di cerchio) nei bassi numeri di Reynolds.

I diaframmi calibrati saranno dimensionati in modo d'avere un rapporto di strozzamento  $d/D$  prossimo a 0,5, comunque compreso tra 0,20 e 0,75 per i liquidi e 0,70 per i gas, con una pressione differenziale scelta tra una delle seguenti: 50 - 100 - 250 - 500 e 1.000 mbar.

Per misure di portata piccole, o su tubi di diametro inferiore a 1"½, o per fluidi ad alta viscosità, saranno usati strumenti ad orificio incorporato.

### 3.7.11.5 Contatori a turbina

Saranno usati contatori quando occorre totalizzare portate di liquidi combustibili che richiedono una precisione superiore a quelle richieste dagli altri sistemi.

#### Applicazioni tipiche

Le applicazioni tipiche consigliate sono le seguenti:

Portata gas metano o altri gas combustibili

### 3.7.11.6 Misuratori elettromagnetici

Saranno usati misuratori di tipo elettromagnetico solo quando non sarà possibile usare i sistemi precedentemente esposti.

I misuratori elettromagnetici devono avere il trasmettitore separato dal corpo di misura.

Il rivestimento interno del corpo di misura deve essere in Teflon, mentre il corpo esterno del misuratore deve essere d'alluminio verniciato a polveri o in AISI1.4301; il corpo di misura deve avere un grado di protezione IP 68.

Il misuratore può essere utilizzato solo con una conducibilità maggiore o uguale al 5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

I limiti di temperatura devono essere compresi nel campo  $-20^{\circ}\text{C} \dots +150^{\circ}\text{C}$ .

Il corpo di misura deve avere attacchi di tipo flangiato ANSI 150 / 300 Sch. 40 o 80; le flange devono essere realizzate d' AISI 1.4301.

Gli elettrodi devono essere realizzati con i seguenti materiali:

- AISI 1.4404
- Hastelloy C-276
- Tantalio

### **Campi di misura**

Il diametro nominale dovrà essere calcolata tramite specifico SW in modo da ottimizzare la misura.

Gli strumenti dovranno essere forniti, qualora necessario, completi di accessorio di montaggio su palina.

## **3.7.12 Misure di livello**

### **3.7.12.1 Misuratori di livello con trasmettitore di pressione**

Generalmente le misure di livello saranno realizzate tramite trasmettitori di pressione.

Per la misura di livello di recipienti a pressione prossima o inferiore a quella atmosferica dovranno essere utilizzati trasmettitori di pressione differenziale connessi al recipiente tramite membrane di separazione e capillari di collegamento al trasmettitore.

Per la misura del corpo cilindrico della caldaia, serbatoi di acqua di alimento e di serbatoi atmosferici, sono ammessi solamente trasmettitori di pressione differenziale.

I trasmettitori di pressione dovranno essere costituiti dai seguenti materiali:

Parti bagnate:

Componente	Materiale accettato
Valvole di drenaggio e sfiato	AISI 1.4401, Hastelloy C
Flange di processo e adattatori	AISI 1.4401, ad esclusione di applicazioni su acqua demi dove è richiesto Hastelloy C
O-rings	TFE rinforzato con fibra di vetro
Diaframma	AISI 1.4401, Hastelloy C, Monel, Titanio, Teflon

Parti non bagnate:

Componente	Materiale accettato
Custodia elettronica	Fusione di alluminio, AISI 1.4401
Viteria	AISI 1.4401
Fluido di riempimento	Silicone, olio inerte
Verniciatura	Poliuretanic
O-rings di copertura	Buna-N

I limiti di temperatura ambiente dello strumento devono essere  $-40^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$ .

Tutti gli strumenti di pressione saranno in grado di sopportare una sovra pressione pari a 12 MPa.

Altre misure di livello potranno essere effettuate con strumenti radar.

### **3.7.12.2 Misuratori di livello radar**

I trasmettitori di livello radar devono essere certificati dal ministero delle telecomunicazioni per le emissioni radio e dovranno funzionare nella gamma di frequenza di oltre 20 GHz, questo perché garantisce vantaggi significativi rispetto a quelli a bassa frequenza.

Con una frequenza di oltre 20 GHz si possono ottenere dei raggi molto stretti che risolvono problemi di interferenze causate da oggetti contenuti all'interno del serbatoio. Inoltre grazie a questa frequenza si possono utilizzare antenne di dimensioni ridotte che consentono una più comoda installazione.

La termocompensazione della misura sarà effettuata tramite Pt100, per un campo di misura in temperatura pari da -40°C a +190°C (precisione  $\pm 1$  °C).

Il limite di pressione dello strumento deve essere di 10 bar.

L'antenna conica dovrà essere realizzata d'AlSi 1.4404 con apertura di 3"

### **3.7.13 Misuratori locali di livello**

#### **3.7.13.1 Indicatori di livello a riflessione**

Il principio di funzionamento di questo tipo di indicatori di livello è basato sul diverso indice di rifrazione della luce nel suo passaggio da vetro a liquido e da vetro a gas.

I cristalli impiegati hanno inciso nella parte a contatto col fluido delle scanalature ad angolo retto; in questo modo quando la parte è a contatto con un liquido, il raggio di luce incidente viene rifratto verso l'interno e totalmente assorbito.

Nel caso in cui il vetro sia a contatto con un gas, il raggio viene totalmente riflesso; in tal modo il risultato finale all'osservatore sarà il seguente:

- zona nera corrispondente alla parte bagnata dal liquido;
- zona chiara, argentea nella parte a contatto con il gas.

Il livello della sostanza liquida in questo modo viene indicato molto chiaramente, indipendentemente dal tipo di liquido non dal suo colore.

Le sole contro indicazioni all'installazione di questo indicatore di livello si hanno qualora sia richiesta la visualizzazione di:

- il colore del liquido
- il livello di separazione fra due liquidi
- il livello del fluido quando l'aeriforme è vapor d'acqua ad alta pressione

i liquidi in genere che abbiano la tendenza a corrodere il cristallo o ad opacizzarlo, nel qual caso è necessaria una sua protezione interna per mezzo di un sottile foglio di mica o materiale analogo.

#### **3.7.13.2 Indicatori di livello a trasparenza**

In questo tipo di indicatori di livello il fluido è contenuto fra due cristalli lisci e trasparenti.

Il livello del liquido è indicato dalla differente trasparenza delle due fasi; ciò può venire ulteriormente evidenziato dall'apposizione di una sorgente luminosa posta dietro l'indicatore.

Questo tipo di indicatore di livello può essere impiegato in quasi tutte le installazioni, anche là dove sono richiesti:

- l'osservazione dell'interfaccia
- l'osservazione del colore del fluido

la protezione della superficie interna dei cristalli dalla azione di liquidi corrosivi con Mica o materiale analogo.

### 3.7.13.3 Accessori

Per le caratteristiche delle valvole d'intercetto dei fluidi primari si veda **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Tutti gli indicatori di livello a riflessione e a trasparenza devono essere dotati di:

- dispositivo antibirina in resina acrilica
- dispositivo di sicurezza per la rottura del vetro
- scala graduata
- rubinetti di prova

In alcune applicazioni questi indicatori di livello devono essere forniti in esecuzione con incamiciatura di riscaldamento.

Gli indicatori di livello a trasparenza devono essere dotati di illuminatore stagno, e, se occorre, di illuminatore antideflagrante ex 1 G T5 IP55.

### 3.7.14 Sensori di controllo

#### 3.7.14.1 Generalità

Caratteristica principale dei sensori di controllo a campo deve essere la grande affidabilità di misura, unita alla bassa richiesta di manutenzione.

Tutti i sensori a campo devono presentare un'ottima ripetibilità della misura, che non deve mai superare lo 0,1 %.

#### 3.7.14.2 Controlli di temperatura

Per effettuare segnalazioni e/o allarmi di temperatura saranno utilizzati termostati ciechi che utilizzeranno termoelementi compatibili con le caratteristiche dell'applicazione da misurare.

I termostati saranno dotati di scala graduata per settaggio a campo del set point.

I termostati devono essere realizzati sia in versione compatta, sia in versione con capillare armato e bulbo separato per misure ad alte temperature e per misure su parti con forti vibrazioni e per misure da remoto al piano di calpestio.

Gli elementi sensibili per tutte le misure di temperatura saranno opportunamente protetti per mezzo di pozzetti ricavati da barra d'AISI.

La cassa dello strumento deve essere d'AISI 1.4301 e con grado di protezione IP 65; l'elemento sensibile deve essere realizzato in AISI 1.4404.

La cassa dello strumento deve poter funzionare correttamente ad una temperatura ambiente da -20 °C a +60 °C.

Per applicazioni fino a 125 °C possono essere utilizzati termostati collegati direttamente all'elemento sensibile, tuttavia muniti di elemento distanziatore munito di alette di raffreddamento; per applicazioni con temperature superiori dovranno essere utilizzati termostati con bulbo e capillare.

I termostati devono sopportare le seguenti sovra temperature:

Campo di temperatura regolabile	Sovra temperatura accettabile
-50 °C ... 10 °C	55 °C
-20 °C ... 20 °C	55 °C
0 °C ... 45 °C	55 °C

Campo di temperatura regolabile	Sovra temperatura accettabile
25 °C ... 95 °C	105 °C
45 °C ... 125 °C	135 °C
115 °C ... 210 °C	225 °C
160 °C ... 250 °C	260 °C
290 °C ... 380 °C	400 °C
380 °C ... 500 °C	540 °C
400 °C ... 600 °C	630 °C

I termostati saranno dotati di uno / due micro interruttori regolabili su tutto il campo, in modo indipendente tra loro, con portata del / dei contatti almeno 15 A a 380 Vca isolati in aria.

L'attacco al processo dovrà essere filettato e non inferiore a ½" NPT; sia nelle versioni con attacco diretto, sia nelle versioni con inserzione a distanza tramite capillare armato.

#### **Campi di misura**

La temperatura normale di intervento sarà compresa tra il 20 e l'90 % del campo.

#### **Accessori comuni**

I termostati con capillare devono essere idonei per montaggio su palina o a parete.

#### **3.7.14.3 Controlli di pressione**

Per funzioni di blocco saranno impiegati pressostati muniti di certificazione PED, con campi di lavoro e tipologia d'elemento sensibile adatti all'impiego e con grado di protezione minimo IP 65.

I pressostati saranno con differenziale regolabile e devono essere realizzati con i seguenti materiali:

- Diaframma / bourdon / pistone: AISI 1.4401, AISI 1.4401 + PTFE
- altre parti bagnate: AISI 1.4401, AISI 1.4401 + PTFE
- custodia: AISI 1.4301

I pressostati saranno dotati di uno / due micro interruttori regolabili su tutto il campo, in modo indipendente tra loro, con portata del / dei contatti almeno 15 A a 380 Vca isolati in aria.

Gli attacchi al processo dovranno essere standardizzati ¼" NPT.

#### **Campi di misura**

La pressione normale sarà compresa tra il 20 e l'90 % del campo.

#### **3.7.14.4 Controlli di portata**

L'impiego di strumenti di misura locali quali flussostati per generare contatti d'allarme o di blocco sarà limitato ad impieghi su tubazioni di piccolo diametro e su fluidi di servizio non pericolosi quali aria e acqua. I flussostati devono essere realizzati in AISI 1.4404; secondo l'applicazione dovranno essere previsti anche flussostati con parti bagnate in Hastelloy o Titanio.

I flussostati saranno dotati di uno / due micro interruttori regolabili su tutto il campo, in modo indipendente tra loro, con portata del / dei contatti almeno 15 A a 380 Vca isolati in aria.

Gli attacchi al processo dovranno essere standardizzati 1"½ ANSI 150 RF.

#### **Campi di misura**

La portata normale sarà compresa tra il 60 e l'80 % del fondo scala.

#### **3.7.14.5 Controlli di livello**

##### **Interruttori di livello a galleggiante, per montaggio di testa**

Essi sono il sistema maggiormente utilizzato e preferibile per tutti i serbatoi con pressione da quella atmosferica fino ad un massimo di 5 bar e per lunghezze massime fino a 10.000 mm.

La flangia di collegamento al processo dovrà essere d'acciaio al carbonio 3" ANSI 150 RF, mentre il / i galleggiante / i e le aste dovranno essere d'AISI 1.4401 (anche rivestita di PTFE).

La testa dovrà essere in pressofusione d'alluminio con grado di protezione minimo IP 55, mentre i micro contatti dovranno essere a secco ed avere una portata di 15 A a 220 Vca, mentre l'attacco per il collegamento elettrico sarà ½" G.

Per temperature superiori a 100 °C la testa sarà munita di idonee alette di raffreddamento.

#### **Interruttore di livello a galleggiante entro barilotto, per montaggio laterale**

Per pressioni superiori a 5 bar dovranno essere utilizzati gli interruttori di livello a galleggiante entro barilotto, per montaggio laterale.

Costruttivamente essi, pur utilizzando lo stesso principio di quelli precedenti, sono costituiti da un robusto contenitore munito di due attacchi, laterale – fondo o laterale – laterale entro cui sono montati uno o due galleggianti collegati con un'asta al gruppo di contatti contenuti nella testina.

Il contenitore sarà costituito come di seguito:

Pressione	Corpo	Attacchi	Posizione	Galleggiante/i
Fino a 20 bar	Acciaio al carbonio	1" ANSI 300	L/F	AISI 1.4401
Oltre 20 bar, fino a 50 bar	Acciaio al carbonio	1" ANSI 900	L/F	AISI 1.4401

Il / i galleggiante / i e le aste potranno essere anche rivestite di PTFE in caso di liquidi corrosivi.

La testa dovrà essere in pressofusione d'alluminio con grado di protezione minimo IP 55, mentre i micro contatti dovranno essere a secco ed avere una portata di 15 A a 220 Vca, mentre l'attacco per il collegamento elettrico sarà ½" G.

Per temperature superiori a 100 °C la testa sarà munita di idonee alette di raffreddamento.

#### **Interruttore di livello con galleggiante laterale interno**

Per serbatoi a pressione atmosferica e con applicazioni ove non servono differenziali regolabili, possono essere utilizzati gli interruttori di livello con galleggiante laterale interno.

Il corpo dovrà essere d'acciaio al carbonio, con attacco al processo 3" ANSI 150 RF, mentre il galleggiante e l'asta dovranno essere d'AISI 1.4401 (anche rivestita di PTFE).

La testa dovrà essere in pressofusione d'alluminio con grado di protezione minimo IP 55, mentre i micro contatti dovranno essere a secco ed avere una portata di 15 A a 220 Vca, mentre l'attacco per il collegamento elettrico sarà ½" G.

#### **Vibrazione**

In tutte le applicazioni dove non è possibile l'utilizzo degli interruttori di livello a galleggiante (solidi, polveri, liquidi altamente viscosi, ecc.) devono essere utilizzati interruttori di livello a vibrazione.

Gli interruttori di livello a vibrazione dovranno essere del tipo a quattro fili, rispettivamente due per l'alimentazione e due per collegamento al contatto SPDT.

L'elettronica di controllo deve essere contenuta in una custodia stagna d'alluminio con grado di protezione IP 66 minimo, adatta al funzionamento con campo di temperatura da -20 a +60 °C e con connessioni ¾" NPT.

La sonda a vibrazione, con eventuale estensione fino a 3000 mm sarà d'AISI 1.4404, con attacco al processo sempre d'AISI 1.4404.

## **Conducibilità**

Nei casi in cui vi sia da controllare il riempimento o lo svuotamento di una vasca d'acqua a pelo libero è possibile l'utilizzo degli interruttori di livello a conducibilità, costituiti di:

- sonde di controllo, realizzate con stecche d'AlSi 1.4401, oppure con funicelle di corda d'AlSi 1.4401 isolate con teflon e munite di "peso" terminale, in entrambi i casi adeguatamente isolate in modo che non sia possibile il loro contatto in un punto intermedio
- centralina da retro quadro con custodia per barra DIN, con uscita 1 SPDT.

### **3.7.14.6 Controlli di posizione**

#### **Fine corsa elettromeccanico**

I fine corsa elettromeccanici saranno con cassetta in materiale metallico, isolati in classe I, in esecuzione tropicalizzata di forma costruttiva "larga", con grado di protezione IP 67 e elevata protezione contro la corrosione tramite doppia verniciatura e porta d'acciaio inox.

Il corpo dei fine corsa sarà munito di due o tre fori per ingresso cavi, con passo Pg 13,5 (tutti chiusi tramite tappo o pressa cavo).

I contatti interni saranno sempre in numero di due (o tre o quattro) sia NA, sia NC, del tipo a scatto rapido e doppia interruzione, con corrente nominale d'impiego di 10 A.

La durata meccanica sarà almeno  $25 \cdot 10^6$  cicli e la durata elettrica in categoria AC-15 sarà almeno  $0,5 \cdot 10^6$  cicli con  $I_e$ .

È previsto l'uso di questi fine corsa anche come interruttori di sicurezza secondo le IEC 204-1.

Normalmente saranno utilizzati fine corsa a funzionamento angolare con leva girevole allungabile d'acciaio e rotella, con testina ruotabile assialmente di  $4 \times 90^\circ$ ; solo in casi particolari e solo se confermato dal Committente, potranno essere utilizzati altri tipi di fine corsa.

#### **Interruttore di prossimità magnetico**

In casi particolari, dovuti all'eccessivo insudiciamento, saranno impiegati interruttori di posizione di tipo magnetico con grado di protezione IP 65, con il campo di temperatura da  $-30^\circ\text{C}$  a  $+200^\circ\text{C}$ .

La distanza di intervento deve variare nel campo da 2 mm a 60 mm.

La ripetibilità del punto di intervento deve essere non superiore a 0,1 mm, mentre la distanza di isteresi non deve superare i 5 mm (per distanza di isteresi si intende la distanza necessaria per resettare lo stato dell'interruttore magnetico).

Per distanze di intervento maggiori si possono utilizzare sensori di prossimità ad ultrasuoni.

### **3.7.15 Installazione, montaggio e collegamento della strumentazione**

#### **3.7.15.1 Posizionamento degli strumenti**

Il posizionamento degli strumenti sarà realizzato secondo seguenti principi:

- Gli strumenti dovranno essere montati in modo che siano facilmente accessibili dal suolo, piattaforme, scale fisse, ecc.
- I trasmettitori ciechi dovranno essere montati il più vicino possibile alle prese di processo, in ogni caso in modo che siano facilmente accessibili per la manutenzione e con sufficiente spazio libero per un rapido ed agevole montaggio.

- Fermo restando quanto sopra, l'ubicazione finale degli strumenti o degli elementi sensibili dovrà essere tale da non interferire con i passaggi liberi lasciati sull'impianto, scelta in accordo alla Direzione Lavori.

### **3.7.15.2 Modalità di montaggio**

Le apparecchiature di misura e controllo installate in sito (elementi rivelatori, trasmettitori, ecc.) dovranno essere montate in punti facilmente accessibili per permettere le operazioni di lettura, controllo e manutenzione dai normali piani di servizio dell'impianto.

Ove possibile, è prescritto che la quota di installazione degli strumenti in campo sia compresa fra i 1.000 - 1.500 mm rispetto ai piani di servizio.

Tutte le apparecchiature che potrebbero essere danneggiate, sia in fase di montaggio, sia in fase di normale manutenzione delle tubazioni od apparecchiature di processo, dovranno essere meccanicamente protette.

Le apparecchiature non dovranno essere installate su parti di impianto soggette a vibrazioni; nei casi eccezionali in cui non sia possibile seguire questa norma, si dovrà ricorrere a staffature di sostegno delle apparecchiature del tipo anti vibrante.

Le apparecchiature installate all'aperto dovranno essere protette dalle intemperie con opportune tettoie o custodie.

### **3.7.15.3 Collegamenti primari**

Per i fluidi di processo non pericolosi, a bassa pressione e a bassa temperatura, i collegamenti primari potranno essere realizzati con tubo in acciaio inossidabile di diametro 10 o 12 mm e spessore di 1 mm con raccorderia a compressione.

I tratti di tubo orizzontale per fluidi umidi avranno una pendenza minima dal 5% all'8%.

### **3.7.15.4 Per misure di portata con D/P**

#### **Valvole di radice**

Le valvole di radice devono essere del tipo a spillo ricavate da barra, si veda **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

#### **Tubazioni di collegamento**

I collegamenti di processo primari per misure di portata con D/P saranno generalmente realizzati con tubing in AISI 1.4401 di dimensioni 8x1 mm e con raccorderia a compressione pure in AISI 1.4401.

#### **Raccorderia**

La raccorderia deve essere filettata e deve essere realizzata con lo stesso materiale con cui è realizzata la valvola di radice.

I raccordi devono essere del tipo Parker con diametro nominale da 1/4" a 1" con una pressione di tenuta nominale non inferiore a 6000 psi.

#### **Manifold**

Per i manifold, si veda **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

### **3.7.15.5 Per misure di pressione BP**

#### **Valvole di radice**

Le valvole di radice devono essere del tipo a spillo ricavate da barra, si veda **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

#### **Tubazioni di collegamento**

I collegamenti di processo primari con misure di pressione in BP saranno generalmente realizzati con tubing in AISI 1.4401 di dimensioni 10x8 mm e con raccorderia a compressione pure in AISI 1.4401.

#### **Raccorderia**

La raccorderia deve essere filettata e deve essere realizzata con lo stesso materiale con cui è realizzata la valvola di radice.

I raccordi devono essere del tipo Parker con diametro nominale da ¼" a 1" con una pressione di tenuta nominale non inferiore a 6000 psi.

#### **Manifold**

Per i manifold, si veda **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

### **3.7.15.6 Per misure di livello con D/P**

#### **Valvole di radice**

Le valvole di radice devono essere del tipo a spillo ricavate da barra, si veda **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

#### **Tubazioni di collegamento**

I collegamenti di processo primari per misure di livello con D/P saranno generalmente realizzati con tubing in AISI 1.4401 di dimensioni 10x8 mm e con raccorderia a compressione pure in AISI 1.4401.

Nel caso di pressione di progetto superiore a 40 bar, il collegamento tra valvola di radice e trasmettitore dovrà essere eseguito con tubing d'AISI 1.4401 a saldare.

#### **Raccorderia**

La raccorderia deve essere filettata e deve essere realizzata con lo stesso materiale con cui è realizzata la valvola di radice.

I raccordi devono essere del tipo Parker con diametro nominale da ¼" a 1" con una pressione di tenuta nominale non inferiore a 6000 psi.

#### **Manifold**

Per i manifold, si veda **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

### **3.7.15.7 Collegamenti secondari e collegamenti pneumatici**

#### **Barilotti di distribuzione**

Per la distribuzione dell'aria strumenti ai posizionatori delle valvole di regolazione, ai relativi trasduttori elettro pneumatici e alle utenze pneumatiche in genere si utilizzeranno barilotti di distribuzione d'AISI 1.4401, con le valvole di sezionamento d'AISI 1.4401.

Per la distribuzione dell'aria strumenti ad attuatori che richiedono maggiori consumi si utilizzeranno tubing 10x8 mm d'acciaio inox con raccorderia a compressione d'AISI 1.4401; in ogni caso la valvola di sezionamento sarà d'AISI 1.4401 di dimensione minima ½".

#### **Valvole di sezionamento**

Le valvole di radice devono essere del tipo a spillo ricavate da barra, si veda **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

### **Tubazioni di collegamento**

I collegamenti pneumatici (secondari) saranno realizzati con tubing e raccordi a compressione d'AlSi 1.4401.

Sarà impiegato tubing di diametro esterno 8 mm e spessore 1 mm.

#### **Raccorderia**

La raccorderia sarà del tipo a compressione.

#### **Filtri Riduttori**

Ogni strumento sarà servito da un gruppo filtro - riduttore, completo di manometro (diametro 63 mm) per l'indicazione della pressione in uscita, capace di ridurre la pressione dell'aria da 5 / 7 bar a 20 psi.

#### **Collegamenti terminali flessibili e relativa raccorderia**

In applicazioni dove sono presenti fluidi di processo non pericolosi a bassa temperatura e dove sono presenti vibrazioni, possono essere utilizzati collegamenti di tipo flessibile realizzati in tubi di teflon di diametro esterno 8 mm e spessore 1 mm, completi di relativa raccorderia del tipo a compressione d'AlSi 1.4401.

### **3.7.15.8 Modalità di posa dei collegamenti al processo**

I tubi d'acciaio al carbonio dovranno essere piegati a caldo, mentre quelli in AlSi dovranno essere curvati a freddo con apposita curvatrice.

I tubi dovranno essere rigidamente fissati in modo da evitare che, manovrando le valvole, non si esercitino sforzi sugli strumenti.

I tubi andranno fissati con supporti in ferro solidamente collegati alle strutture od a tubazioni rigide; le staffe non dovranno mai essere fissate con pistola spara chiodi.

Per lo staffaggio dei tubi, oltre alle suddette prescrizioni di carattere generale, si dovranno seguire norme particolari da stabilire di caso in caso.

Su tutti i tubi in partenza dai barilotti di distribuzione aria strumenti dovrà essere posta la sigla dello strumento collegato.

Gli scarichi degli strumenti o delle linee di collegamento dovranno essere opportunamente convogliati.

La protezione o il fissaggio del tubo di rame dovrà essere eseguita in modo da non danneggiare lo stesso.

I collegamenti aerei dovranno essere protetti sino a 15 / 20 cm dall'organo di comando, quelli sul calpestio andranno protetti con opportuni angolari.

Tutti i barilotti di distribuzione aria strumenti dovranno essere muniti di valvola di spurgo.

Nei gruppi di alimentazione aria il filtro dovrà sempre essere montato a monte del riduttore.

Nelle cassette di distribuzione pneumatica non saranno ammesse morsettiere in doppia fila sullo stesso lato.

Tutte le morsettiere delle cassette pneumatiche dovranno essere opportunamente numerate.

Nel caso di collegamenti filettati, l'Impresa dovrà eseguire con propria attrezzatura tutte le filettature necessarie, le quali dovranno risultare di lunghezza idonea alla realizzazione della tenuta, prive di sbavature e presentare una continuità di filettatura.

La tenuta tra elementi filettati dovrà essere realizzata mediante nastro teflon, appositi mastici oppure, nei casi richiesti, mediante saldatura a sigillo, realizzata con elettrodi di tipo adatto ed approvati dalla Direzione Lavori.

Nel caso di connessioni flangiate, l'Impresa dovrà provvedere ad eseguire il corretto accoppiamento mediante l'uso di opportuni guarnizioni e di bulloni o tiranti.

### **3.7.16 Cassette di derivazione per strumentazione**

Le cassette di derivazione per i segnali di misura, tutte in esecuzione EMC certificata da VDE, potranno essere delle seguenti tipologie:

Per giunzione fino a 24 morsetti, del tipo a parete

Per giunzione da 25 fino a 96 morsetti, del tipo a parete

Le superfici metalliche delle cassette di giunzione dovranno essere adeguatamente protette contro la corrosione tramite un ciclo di trattamento chimico e successiva verniciatura avente dei requisiti ben determinati e di ottima qualità.

#### **3.7.16.1 Piccola cassetta di derivazione del tipo a parete**

Cassetta di giunzione del tipo a parete, per il contenimento di un massimo di 24 morsetti di dimensioni circa 380 x 380 mm, profondità 210 mm e con grado di protezione minimo IP 55.

Cassetta di tipo compatto, in lamiera d'acciaio con superficie in Aluzink e verniciatura esterna a polveri in tinta RAL 7030, completa di:

- Guida di fissaggio TS35
- Due morsetti doppi di terra, isolati, sezione 4 mm<sup>2</sup>
- Tredici morsetti doppi, isolati, sezione 2,5 mm<sup>2</sup>
- Un pressa cavo EMC per cavo di diametro 19 .. 28 mm, passo PG
- Dodici pressa cavi EMC per cavo di diametro 10 .. 14 mm, passo PG
- Sistema di chiusura secondo quanto indicato nel capitolo "Sistemi di chiusura centralizzata"
- Targhetta con i dati identificativi

Per il trattamento delle superfici esterne, si veda il capitolo "Trattamenti superficiali".

#### **3.7.16.2 Media cassetta di derivazione del tipo a parete**

Cassetta di derivazione del tipo a parete, come la precedente, per il contenimento di un massimo di 96 morsetti, di dimensioni circa 600 x 380 mm, profondità 210 mm e con grado di protezione minimo IP 55.

Cassetta completa di:

- Guida di fissaggio TS35.
- Quattro morsetti doppi di terra, isolati, sezione 4 mm<sup>2</sup> .
- Cinquanta morsetti doppi, isolati, sezione 2,5 mm<sup>2</sup> .
- Quattro pressa cavi EMC per cavo di diametro 19 .. 28 mm, passo PG.
- Fino a quarantotto pressa cavi EMC per cavo di diametro 10 .. 14 mm, passo PG.
- Sistema di chiusura secondo quanto indicato nel capitolo "Sistemi di chiusura centralizzata"
- Targhetta con i dati identificativi

Per il trattamento delle superfici esterne, si veda il capitolo "Trattamenti superficiali".

### **3.7.16.3 Cassette contenitori per sistemi BUS**

Le cassette di contenimento per sistemi BUS, solo per montaggio a parete e solo in acciaio inox 1.4301, dovranno essere delle dimensioni di 600 x 200 mm, profondità 123 mm circa e con grado di protezione minimo IP 66.

Le cassette dovranno essere complete di pressa cavi EMC inox, passo PG e sistema di chiusura secondo quanto indicato nel capitolo "Sistemi di chiusura centralizzata".

### **3.7.16.4 Montaggio delle cassette di derivazione**

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

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

Per quanto possibile si cercherà di unificare i tipi e dimensioni.

Tutte le tubazioni entreranno dai fianchi delle cassette.

L'ingresso avverrà 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 sarà pertanto superiore a quello dei fori stessi.

Nelle cassette, ove è previsto, il taglio dei passa tubi di plastica morbida avverrà in modo che ne sia un foro circolare e non sia abbassato il grado di protezione.

Tali passa tubi saranno asportati per introdurre tubazioni di diametro superiore a quello previsto dal costruttore.

Le tubazioni sporgeranno all'interno della cassetta per circa 0,5 cm, le parti più sporgenti saranno tagliate prima dell'infilaggio dei cavi.

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

In nessun caso le cassette destinate all'impianto telefonico potranno essere utilizzate per qualche altro tipo di impianto.

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

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

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

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

Tutte le cassette di derivazione saranno contrassegnate in modo chiaro con le sigle riportate più oltre. La siglatura sarà fatta impiegando timbri di tipo componibile costituiti da caratteri di almeno 10 mm di altezza ed impiegando inchiostro di tipo indelebile.

Le sigle saranno poste sulla superficie interna o su quella esterna del coperchio di ciascuna cassetta.

Solamente nel caso di cassette installate su pareti o superfici che sicuramente saranno tinteggiate; le altre saranno poste sulla superficie esterna.

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

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

Le sigle saranno poste sulla superficie interna o su quella esterna del coperchio di ciascuna cassetta.

Solamente nel caso di cassette installate su pareti o superfici che sicuramente saranno tinteggiate; le altre saranno poste sulla superficie esterna.

### 3.7.16.5 Pressa cavi

Tutti i cavi che escono da scatole di giunzione, quadri elettrici in campo (non in sala quadri), tubi di supporto verso alimentazione o collegamento ausiliario di singola apparecchiatura dovranno essere dotati di pressa cavo.

I pressa cavi dovranno essere del tipo in ottone nichelato avente grado di protezione minimo IP 68 provato a 5 bar con GWDR nel campo di serraggio e saranno dotati di guarnizione multipla in neoprene.

Il campo di temperatura dovrà essere compreso tra -40 °C e +70 °C.

I pressa cavi accettati dalla Direzione Lavori avranno le seguenti dimensioni:

TAGLIA	SEZIONE
PG 7	3,0 - 6,5 mm
PG 9	4,0 - 10,0 mm
PG 11	5,0 - 10,0 mm
PG 13,5	6,0 - 12,0 mm
PG 16	10,0 - 14,0 mm
PG 21	13,0 - 18,0 mm
PG 29	18,0 - 25,0 mm
PG 36	22,0 - 32,0 mm
PG 42	30,0 - 38,0 mm
PG 48	34,0 - 44,0 mm

## 3.8 SISTEMA DI CONTROLLO DEGLI IMPIANTI

### 3.8.1 Generalità

Il sistema di controllo e supervisione degli impianti rientranti nello scopo di fornitura si basa sull'utilizzo di controllori a logica programmabile (PLC) che comunicano tra loro mediante il protocollo Profibus / Profinet tramite la rete dati in fibra ottica.

Altri protocolli non saranno accettati.

### 3.8.2 Descrizione pagine video

In generale ogni pagina video è composta nella parte centrale dalla grafica visualizzante la parte di processo con tutte le macchine, le misure, i pulsanti per impartire i comandi ai vari cicli, nella parte bassa la stringa degli allarmi, nell'estremità in basso i pulsanti software per accedere ai vari programmi associati, esempio report, trend, ecc..

Nella parte in alto si trovano i tasti per la navigazione tra le pagine principali dei reparti principali con i rispettivi indicatori di guasto generico.

Genericamente, nella pagina video saranno presenti:

Indicatori di stato suddivisi in tre categorie (allarme, guasto, avviso) per ognuno dei reparti d'impianto.

Tasti di navigazione per accedere da ogni pagina alle pagine principali di ogni reparto.

Tasti per l'attivazione o la disattivazione delle 4 soglie impostabili nella finestra di dettaglio dei valori di misura.

Impostazione delle soglie tramite tastiera oppure mouse.

Indicazione del valore di misura, dell'unità, della denominazione dell'oggetto e segnalazione di guasto tramite bordo rosso lampeggiante. Cliccandovi appare la finestra di dettaglio.

Bordo rosso lampeggiante per segnalare l'errore di comunicazione con il PLC.

Indicazione delle 4 soglie impostate (HH/H/L/LL).

Indicazione del valore di misura in formato Bargraph.

Segnalazioni di guasto (LOOP interrotto / trasmettitore guasto / simulazione della misura attiva).

Indicazione del valore di misura in formato digitale.

Tasto per l'attivazione della simulazione del valore di misura.

Tasto per chiudere la finestra.

Indicazione del selettore in campo (verde con la lettera "R" per posizione comando remoto / giallo lampeggiante con lettera "L" per comando locale).

Indicazione del modo di funzionamento selezionato sullo SCADA (verde con la lettera "A" per modo automatico / giallo lampeggiante con lettera "M" per modo manuale).

Finestra di dettaglio macchina con indicazione delle ore di funzionamento, che si richiama cliccando sul simbolo del motore.

Indicazione di dettaglio dei segnali di stato della macchina.

Indicazione della corrente assorbita.

Indicazione dell'allarme non riconosciuto più vecchio.

Tasto per aprire la calcolatrice di Windows.

Tasto per visualizzare la pagina contenente in giornale allarmi.

Tasto per visualizzare le curve trend.

Tasto per visualizzare il protocollo giornaliero, mensile e annuale.

Tasto per fare una stampa della schermata attuale.

Tasti per il comando manuale della macchina, per la commutazione al modo automatico e per resettare gli allarmi memorizzati.

Tasti di navigazione (pagina precedente / pagina principale / pagina seguente).

Tasto per la scelta della lingua.

Tasto per la registrazione dell'utente.

Tasto per terminare l'applicazione SCADA.

Tasto per consultare la descrizione funzionale dell'impianto.

Indicazione dell'utente registrato al momento.

### **3.8.3 Descrizione Pop-Up utente e Pop-Up misure**

In generale ogni utenza o misura gestita dal sistema d'automazione ha un proprio pannellino di gestione. Qui, sono raggruppate tutte le segnalazioni, i comandi, le misure, le soglie, ecc, che fanno parte dell'utenza o della misura stessa. Questo in generale è diverso se si tratta di utenza o di misura.

#### **Pop-Up utente**

Il cursore nella pagina video quando passa sopra alla grafica della macchina si trasforma da freccina verde, indicando quindi la possibilità di cliccare. Cliccando col mouse si apre quindi il pannellino, che è così composto:

- nella parte estrema in alto viene riportato l'item della macchina;
- pulsanti per inserire la macchina in automatico, cioè gestibile dal PLC, per il funzionamento in manuale da supervisione con i relativi pulsanti di marcia, arresto, apri, chiudi, ecc;
- finestrella per la visualizzazione della corrente assorbita (se disponibile), e/o della frequenza di lavoro (se disponibile);
- pulsante per il reset a distanza della macchina;
- visualizzazione degli stati, allarmi.

Vi sono poi i pannellini delle utenze che non sono gestite dal sistema d'automazione, ma che s'interfacciano con questo per il riporto di stati e allarmi; in questi sono unicamente visualizzate tali segnalazioni e manca chiaramente tutta la parte dei pulsanti di comando.



Utenza normale



Quadro package

### Pop-Up misure

Il cursore nella pagina video quando passa sopra alla grafica della misura, si trasforma in freccina verde, indicando

quindi la possibilità di cliccare.

Cliccando col mouse si apre quindi il pannellino, che è così composto:

nella parte estrema in alto è riportato l'item della misura;

nella parte sinistra del pannellino è raffigurata una barra luminosa progressiva 0-100% della misura;

nella parte destra vi sono quattro soglie impostabili, extra minimo, minimo, massimo, extra massimo, abilitabili a piacere, le quali generano allarme.

Attenzione, allarmi generati da tali soglie non provocano nulla sulla gestione della logica funzionale processata dal PLC, ma servono solo come avvertimento o promemoria all'operatore in supervisione.

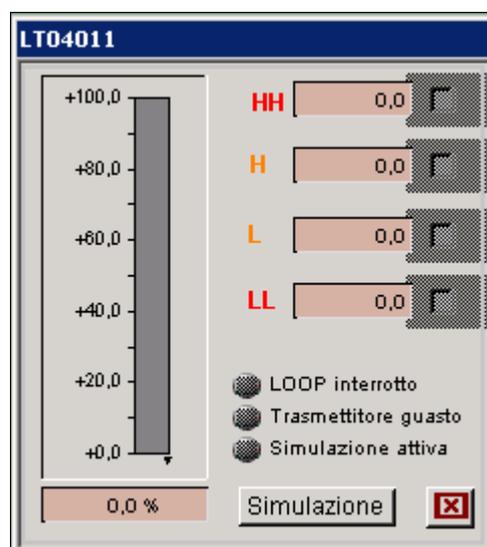
Nella parte bassa vi è il pulsante “by-pass misura da campo” e la finestra per inserire il nuovo valore da operatore.

Tale possibilità è stata prevista per ovviare ad eventuali rotture dei sensori di misura e poter comunque procedere col processo.

Nel momento in cui l'operatore decide di utilizzare tale possibilità è lui responsabile di quello che può accadere, considerando che in campo non ha più il sensore ma che il valore di misura è stato fissato da lui stesso.

In ogni modo, per ricordare all'operatore tale by-pass, la grafica nella pagina video della misura cambia colore e viene attivata segnalazione di avviso generica del reparto.

Nella parte bassa vi è poi la finestra con l'indicazione del valore di misura e dell'unità ingegneristica; nell'estremità in basso del pop-up vi sono riportate le diciture degli allarmi di misura.



Misura

### 3.8.4 Lingua

Tutti i testi utilizzati nelle pagine grafiche, come descrizione degli allarmi, nei menu e descrizione delle variabili vengono definiti bilingue (tedesco/italiano), tramite un apposito “button” e possibile commutare durante il funzionamento del sistema la lingua.

### 3.8.5 Ore di funzionamento

Nei vari PLC per ogni utenza sono programmati dei contatori delle ore di funzionamento a 32 Bit con una risoluzione di 6 minuti. Questi contatori vengono visualizzati in supervisione nei appositi pop-up utenze. Inoltre queste vengono date a disposizione al programma per la gestione della manutenzioni.

### 3.8.6 Errore di mancata risposta

Il PLC per ogni uscita digitale che va comandare un utenza va a verificare il corretto funzionamento di questo; cioè vuol dire che dando il comando di marcia ad una utenza questa entro un certo tempo deve segnalare il funzionamento tramite un apposito ingresso digitale.

Trascorso il tempo massimo l'utenza va in allarme di mancata marcia. Questo controllo è attivo anche per l'arresto dell'utenza. Il tempo massimo è impostabile per ogni utenza nell'apposito pannello pop-up dell'utenza.

### **3.8.7 Misure di temperatura**

Per le misure di temperatura il valore misurato deve essere rappresentato nelle pagine grafiche sia come °C, sia come °K.

### **3.8.8 Misure di livello**

Per le misure di livello montate nei pozzi e serbatoi il valore misurato deve essere rappresentato nelle pagine grafiche sia come distanza (m) che come volume (m<sup>3</sup>).

Per questo il Software PLC utilizza delle curve di linearizzazione.

### **3.8.9 Misure di portata**

Per tutte le misure di portata i PLC contengono un contatore assoluto (32 Bit) e due contatori giornalieri (16 Bit) uno per il giorno corrente e uno per il giorno precedente.

Questi valori di conteggio vengono rappresentati nei pannelli pop-up delle relative misure e messa a disposizione al software per l'archiviazione dei dati.

### **3.8.10 Pannelli operatore**

Tutte le sottostazioni sono munite di un pannello operatore che permette la visualizzazione di tutti i dati che sono anche rappresentati in supervisione e il comando manuale delle utenze. La modifica dei vari Set-Point, soglie e parametri non è possibile e deve essere effettuato dalla supervisione.

### **3.8.11 SCADA**

Del sistema SCADA previsto, dovrà essere fornita ampia documentazione.

Il Committente rende noto che, per l'installato già in essere, è preferibile un sistema che si basa su SW WINCC di SIEMENS; qualora fossero previsti altri applicativi, essi dovranno comunicare e trasferire i dati a un applicativo SIEMENS, per cui sarà richiesta la massima compatibilità.

## **3.9 IMPIANTO DI TERRA**

### **3.9.1 Dispersore di terra**

L'impianto di terra sarà realizzato con delle bandelle nelle fondazioni e nel terreno.

Come dispersore verrà utilizzata una bandella in acciaio zincato a fuoco del tipo FetZn-30x3,5mm, posata sotto la parte isolante più bassa che viene collegata con i ferri di armatura delle costruzioni in cemento armato con appositi morsetti di connessione.

Per poter garantire una protezione sufficiente dalla corrosione è necessario posare la bandella in modo tale che sia garantita una copertura minima con il cemento armato pari a 10 cm, che si troverà immediatamente sul fondo delle fondazioni; tale distanza minima sarà garantita con dei distanziatori ogni due o tre metri.

Sarà considerato dispersore "ogni conduttore o gruppo di conduttori in contatto elettrico con il terreno e che realizza un collegamento elettrico con la terra".

I ferri d'armatura delle costruzioni in cemento armato saranno considerati dispersori.

All'uopo dovranno essere lasciate delle nicchie nei muri di cemento armato dalle quali dovranno essere accessibili i ferri d'armatura.

Detti ferri dovranno essere collegati, tramite opportuni conduttori isolati di terra e morsetti a vite, all'impianto di terra appositamente costruito.

A fine lavori tutti i ferri d'armatura rimasti scoperti dovranno essere isolati con una vernice trasparente in modo da preservarli nel tempo.

### 3.9.1.1 Collettore (o nodo) di terra

In tutta l'area d'impianto, distribuiti secondo necessità, dovranno essere collegati dei collettori (o nodi) equipotenziali di terra al fine di collegare i conduttori di protezione al dispersore; essi dovranno essere eseguiti in materiale non ossidante, vale a dire con:

- acciaio zincato di sezione minima 150 mm<sup>2</sup>
- rame cadmiato di sezione minima 100 mm<sup>2</sup>

I collettori dovranno essere in grado di accettare come minimo, oltre ai due conduttori di terra, almeno altri 5 conduttori equipotenziali; essi dovranno essere montati ad un'altezza di 30 cm circa dal piano di lavoro ed in posizione facilmente accessibile sia su strutture in acciaio, sia su strutture in cemento armato.

### 3.9.1.2 Conduttori di protezione

Il conduttore di protezione (PE) è prescritto per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti: masse, masse estranee, collettore (o nodo) principale di terra, dispersore, punto di terra della sorgente o neutro artificiale; esso dovrà essere comunque della seguente sezione minima:

- se appartenente alla stessa conduttura o allo stesso fascio di cavi [ Sp = sezione minima del conduttore di protezione, in mm<sup>2</sup> ] (CEI 64-8/5, art. 543.1.2):
  - sezione del conduttore "S" di fase  $\leq 16$  mm<sup>2</sup>                      Sp = S
  - sezione del conduttore "S" di fase  $16 > S \leq 35$  mm<sup>2</sup>                      Sp = 16 mm<sup>2</sup>
  - sezione del conduttore "S" di fase  $> 35$  mm<sup>2</sup>                      Sp =  $\frac{1}{2}$  S
- se non appartenente alla conduttura di alimentazione (CEI 64-8/5, art. 543.1.3):
  - 2,5 mm<sup>2</sup> se provvisto di protezione meccanica
  - 6 mm<sup>2</sup> se sprovvisto di protezione meccanica

In questo ultimo caso è necessario effettuare la verifica dell'idoneità ai fini del c.to c.to tramite la seguente formula (CEI 64-8/5, art. 543.1.1):

$$Sp = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}, \text{ dove}$$

Sp     sezione del conduttore di protezione

I     valore efficace della corrente di guasto (per un guasto di impedenza trascurabile)

t     tempo di intervento del dispositivo di protezione

k fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dall'isolamento e dalla temperatura iniziale e finale.

### 3.9.1.3 Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali, per il collegamento delle masse e delle masse estranee, dovranno essere con corda flessibile stagnata ed isolata con guaina di PVC di colore giallo/verde, con sezione pari a quanto stabilito dalle norme CEI 64-8 in vigore.

Non saranno ammessi conduttori diversi dal tipo N07G9-K.

### 3.9.2 Realizzazione dell'impianto di terra

L'impianto di terra dovrà comprendere il collegamento delle carcasse dei motori, dei tubi, canaline e guaine poste a protezione dei cavi elettrici, e delle strutture metalliche quali ponti, ringhiere, scale, grigliati. Il collegamento delle masse metalliche deve essere realizzato mediante vite in acciaio inox, diametro non inferiore a 8 mm, filettato sulle stesse masse metalliche, e rondelle, oppure con foro passante (in questo caso munito anche di dado di serraggio).

Il collegamento dei tubi conduit dovrà essere realizzato tramite appositi collari a doppio corpo apribile, di cui uno munito di uno o due morsetti di serraggio del conduttore equipotenziale, muniti di linguetta di contatto.

La continuità metallica tra i vari tubi sarà considerata valida solo in presenza di raccordi filettati: il collegamento dei tubi conduit alle canaline in acciaio zincato non sarà ritenuto un collegamento equipotenziale.

Tutti i collegamenti delle strutture metalliche dovranno essere realizzati "a vista".

La connessione tra i vari conduttori di terra dovrà essere effettuata mediante morsetti a compressione la cui deformazione dovrà essere ottenuta da apposite prese idrauliche; nel punto di unione dovrà essere ripristinato l'isolante a mezzo di nastri auto agglomeranti.

Il sistema di connessione dovrà essere effettuato in modo tale che, agendo sui singoli dispersori, possa essere interrotto il collegamento principale con la rete di terra.

Per masse metalliche si dovranno intendere anche i basamenti in ferro dei motori elettrici.

La messa a terra dei basamenti dovrà essere realizzata secondo una delle seguenti modalità:

- per i motori con messa a terra effettuata con il quarto conduttore del cavo di alimentazione, dovrà essere ammesso cavallottare a mezzo conduttore giallo / verde in rame di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup> il morsetto di terra, interno o esterno alla cassetta del motore, con una vite con foro filettato ricavato sul basamento del motore (diametro 8 mm). Sarà ammesso l'impiego di conduttori giallo/verde di sezione minima 6 mm<sup>2</sup> solo per cavallottare motori di piccola o piccolissima potenza.
- per motori alimentati con cavi a tre conduttori si dovrà collegare il conduttore di protezione da un estremo al collettore (o nodo) di terra e dall'altro estremo alla carcassa del motore (bullone esterno) e provvedere a cavallottare a mezzo conduttore giallo / verde in rame di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup> il bullone esterno del motore con bullone saldato o vite con foro filettato ricavato sul basamento del motore (diametro 8 mm). Tutte le strutture metalliche dell'impianto dovranno essere interconnesse con la rete generale di terra in modo da avere uniformità di potenziale.

Se i fluidi trasportati potranno dare luogo a cariche elettrostatiche, la continuità elettrica delle tubazioni dovrà essere assicurata a mezzo di cavallotti equipotenziali tra le flange, realizzati a mezzo di due apposite piastrine forate, in acciaio inox, saldate ad entrambi i tratti di tubo, collegati a mezzo di un cavallotto di sezione minima 16 mm<sup>2</sup>.

La messa a terra del rivestimento metallico dei cavi di II e III categoria nonché quelli di I categoria (limitatamente alla posa interrata), si dovrà effettuare collegando a terra il rivestimento metallico ad ogni estremità della linea in cavo.

### 3.9.3 Collegamenti di terra di componenti tipici

I conduttori di protezione per il collegamento delle masse delle singole apparecchiature al collettore generale di terra, o al dispersore devono essere costituiti da piatti o corde nude di rame, oppure da conduttori di rame isolati di colore giallo/verde e di caratteristiche come precisate in eventuali specifiche generali del Committente.

Essi devono essere, di norma, dimensionati come segue:

- Apparecchiature MT (alternatore, trasformatori SA, quadri MT)
  - Due conduttori di rame di sezione 120 mm<sup>2</sup>.
- Motori MT e trasformatori MT/BT
  - Due conduttori di rame di sezione 120 mm<sup>2</sup> per apparecchiature con cavi di alimentazione di lunghezza inferiore a 100 m, un conduttore di rame di sezione 150 mm<sup>2</sup> negli altri casi;
- Quadri principali a 400 V e centro stella avvolgimenti b.t. trasformatori MT/BT
  - Due conduttori di rame sezione 120 mm<sup>2</sup>.
- Utenze derivate da quadri principali a 400 V, MCC, motori o utilizzatori a b.t. oltre 50 kW, quadri secondari di distribuzione luce, ecc.
  - Un conduttore di rame sezione 70 mm<sup>2</sup>.
- Utenze derivate da quadri MCC, compresi quadri di potenza e utenze sottese da detti quadri, quali servomotori, valvole, motori c.a., dai quadri distribuzione c.c., prese FM
  - Un conduttore di sezione uguale al conduttore di fase del cavo di alimentazione con un massimo di 70 mm<sup>2</sup> ed un minimo pari a:  
sezione del conduttore di fase, se il conduttore di protezione è infilato nello stesso tubo;  
6mm<sup>2</sup> , negli altri casi;
- Pressostati, termostati, livellostati e apparecchiature in genere di segnalazione; accessori impianti di illuminazione ( interruttori, apparecchi illuminanti, prese luce); cassette con morsettiere
  - Un conduttore esterno nudo o isolato giallo/verde da 6 mm<sup>2</sup> oppure un conduttore isolato giallo/verde, posato nel tubo protettivo assieme al cavo di collegamento, di sezione pari a quella degli altri conduttori, con un minimo di 1,5 mm<sup>2</sup>.
- Passerelle porta cavi
  - Non necessario
- Tubi porta cavi
  - Non necessario
- Serbatoi metallici di diametro esterno minore di 16 m

- Due conduttori di rame collegati al dispersore in posizione diametralmente opposta di sezione 70 mm<sup>2</sup>.
- Serbatoi metallici di diametro esterno compreso tra 16 m e 30 m
  - Tre conduttori di rame (collegati al dispersore a 120° l'uno dall'altro di sezione 70 mm<sup>2</sup>)
- Serbatoi metallici di diametro maggiore di 30 m
  - Quattro conduttori di rame (collegati al dispersore a 90° l'uno dall'altro) di sezione 70 mm<sup>2</sup>.
- Corpi metallici di dimensioni notevoli, (grossi componenti meccanici, macchinari non elettrici)
  - Qualora non sia verificata alcuna delle condizioni sopra esposte che ne assicurino la continuità elettrica con le strutture principali devono essere collegati col collettore generale di terra o ad una sua estensione con un conduttore di rame di sezione 200 mm<sup>2</sup>
- Strutture metalliche principali di edifici (portali, colonne) escluso fronte sale macchine
  - Due conduttori di rame di sezione 70 mm<sup>2</sup>
- Strutture metalliche principali (colonne fronte sale macchine)
  - Due conduttori di rame di sezione 120 mm<sup>2</sup>
- Tubazioni metalliche di processo
  - Devono essere collegate al collettore generale di terra in almeno un punto con un conduttore di rame di sezione 70 mm<sup>2</sup>.

Il collegamento mediante flange cavallottate con un conduttore di rame sezione 70 mm<sup>2</sup>, ad un corpo metallico (serbatoio, macchinario, ecc.) già collegato a terra permette di non dovere realizzare una ulteriore messa a terra.

Tubazioni con notevole sviluppo longitudinale devono essere collegate a terra in più punti, in modo che la distanza tra due collegamenti a terra successivi non sia superiore a 50 m.

Tubazioni contenenti sostanze che creano un pericolo di esplosione o di incendio, classificate come tali dalle norme CEI vigenti, se flangiate devono anche essere cavallottate in corrispondenza di ogni flangia. I rivestimenti metallici di isolamenti termici di grossi componenti o apparecchiature devono essere collegati al collettore generale di terra, o sue estensioni, con un conduttore di rame di sezione non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>, in almeno due punti diametralmente opposti;

I rivestimenti metallici di isolamenti termici di tubazioni devono essere collegati al collettore generale di terra, o sue estensioni, con un conduttore di rame di sezione non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

I cavallotti devono essere realizzati con conduttore di rame di sezione non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

Se per necessità di installazione, conduttori di protezione costituiti da piatti o corde nude di rame devono attraversare solette o pareti, o essere posati nel terreno, essi devono essere posati, bloccandoli con miscela bituminosa, in tubi di PVC di tipo pesante.

Detti tubi devono sporgere di almeno 10 cm dalle solette o 5 cm dalla parete e, nel caso di posa nel terreno, qualora non possano essere conglobati nella fondazione della parte da collegare a terra, essi devono sporgere almeno 10 cm dalla sommità di un apposito massello in conglomerato cementizio di sezione circa 15 x 15 cm sporgente da l terreno circa 15 cm.

Un analogo massello di conglomerato cementizio deve essere realizzato anche a difesa di eventuali conduttori di protezione interrati costituiti da corde di rame isolate.

Per i soli piatti in alternativa al bloccaggio in tubi di PVC e previo accordo con il Committente, la protezione può essere realizzata con nastri catramati e/o guaine termoresistenti.