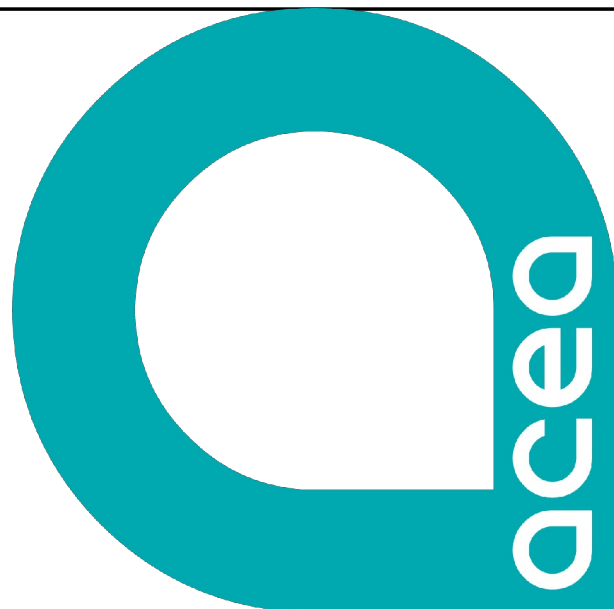




ACEA ATO 2 SPA



Il Responsabile del Procedimento
in fase di progettazione
Ing. Maria Giovanna Sarni

CODICE ATO2- WBS

AAT2	ICS01	000	A342Q.11
------	-------	-----	----------

ELABORATO

SUD10120	PFTE	T	008	O
----------	------	---	-----	---

DATA MARZO 2026	SCALA -
-----------------	---------

INTERCONNESSIONE ACQUEDOTTO
APPIO-ALESSANDRINO AD ACQUEDOTTO
DOGANELLA
LOTTO I

COMUNE DI MONTE COMPATRI
COMUNE DI SAN CESAREO
COMUNE DI COLONNA

SPECIFICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI
ELETTRICI

PROGETTAZIONE:



INGEGNERIA 2P & associati s.r.l.
30027 - San Dona' di Piave (VE)
Via G.B. Dall'Armi 27/3
Tel. +39.0421.307700 Mail:
info@ingegneria2p.it
Web: www.ingegneria2p.it

Responsabile del progetto: Dott. Ing. Nicola Bisetto
Aspetti Idraulici: Dott. Ing. Gianna Panizzutti
Aspetti Ambientali: Dott. Ing. Caterina Masotto
Aspetti Vincolistici: Dott. For. Michele Marchesin
Aspetti Elettrici: Dott. Ing. Mattia Betti
Aspetti Strutturali: Dott. Ing. Giovanni Carretta

Coordinatore per la sicurezza in fase di
Progettazione
Dott. Ing. Nicola Bisetto

AGG. N.	DATA	NOTE	FIRMA
1			
2			
3			
4			
5			



Nicola Bisetto
03.08.2026
15:27:23
GMT+02:00

**INTERCONNESSIONE ACQUEDOTTO APPIO-ALESSANDRINO AD
ACQUEDOTTO DOGANELLA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
LOTTO 1**

Specifica tecnica degli impianti elettrici

SOMMARIO

I	IMPIANTO ELETTRICO.....	11
I.1	Gradi di protezione minimi	11
I.2	Contrassegni – colorazioni – individuazioni.....	11
I.2.1	Apparecchiature interne.....	11
I.2.2	Apparecchiature esterne	12
I.3	Condizioni di progetto e dati del sistema di tensione, di distribuzione e di utilizzo dell'energia elettrica	14
I.3.1	Tensione nominale e d'esercizio del sistema elettrico	15
I.3.2	Funzionamento nominale del sistema elettrico.....	15
I.3.3	Funzionamento del sistema elettrico.....	15
I.3.4	Cadute di tensione	16
I.4	Note generali	17
I.5	Modalità di montaggio.....	19
I.6	Cavi e conduttori	20
I.6.1	Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di bassa tensione.....	20
I.6.2	Caratteristiche tecniche e costruttive cavo schermato per segnali	23
I.6.3	Caratteristiche tecniche e costruttive cavo per messa a terra.....	25
I.6.4	Cavi ETHERNET cat6	25
I.7	Dimensionamento delle condutture	26
I.7.1	Condizioni d'esercizio	26
I.7.2	Dimensionamento dei cavi ed influenza delle condizioni di posa	27
I.7.3	Portata dei cavi	28
I.7.4	Influenze esterne.....	29
I.7.5	Armatura e schermatura.....	29
I.7.6	Identificazione.....	29
I.7.7	Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione	29
I.8	Criteri di posa dei circuiti e delle condutture.....	30
I.8.1	Criteri di posa	30

1.8.2	Temperatura di posa.....	32
1.8.3	Raggio di curvatura.....	32
1.8.4	Supporto dei cavi.....	32
1.9	Giunzioni e terminazioni	32
1.9.1	Requisiti generali	33
1.9.2	Terminazioni	33
1.9.3	Terminazioni e giunzioni dei singoli conduttori.....	34
1.10	Identificazione dei cavi	35
1.10.1	Identificazione dei cavi posati aerei	35
1.10.2	Identificazione dei cavi posati in tubi	35
1.11	Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi aerei in passerelle, canalette o cunicoli.....	35
1.11.1	Requisiti di posa	36
1.11.2	Attraversamenti.....	36
1.11.3	Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in vista su opere murarie	37
1.12	Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in tubi.....	38
1.12.1	Requisiti di posa dei cavi	38
1.12.2	Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi direttamente interrati o posati in cunicoli riempiti.....	38
1.13	Profondità di posa di cavi d'energia	38
1.14	Condizioni particolari di posa	39
1.14.1	Attraversamenti stradali.....	39
1.14.2	Zone non pedonali.....	39
1.14.3	Aree pavimentate	39
1.14.4	Derivazioni dai percorsi principali e uscite fuori terra.....	40
1.15	Incroci fra cavi elettrici	40
1.15.1	Coesistenza fra cavi di energia e cavi di telecomunicazione	40
1.15.2	Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o strutture metalliche interrate	41
1.16	ELENCHI DEI CAVI	41
2	SISTEMI DI SUPPORTO DEI CAVI ELETTRICI	42
2.1.1	TUBI	42

2.1.2	REQUISITI DI POSA DEI TUBI-GUAINA FLESSIBILI	45
2.1.3	Cassette di derivazione per impianti elettrici	47
2.1.4	PRESSA CAVI	49
2.1.5	MONTAGGIO DELLE CASSETTE DI DERIVAZIONE	49
2.1.6	CANALETTE	51
3	DISPOSITIVI DI PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE	54
3.1	Condizioni generali di protezione dei conduttori	54
3.2	Casi nei quali può essere omessa la protezione dal sovraccarico	54
3.3	Casi nei quali si raccomanda di non proteggere dal sovraccarico	55
3.4	Condizioni generali di protezione dal corto circuito	55
3.5	Verifica dell'integrale di Joule	55
3.6	Dispositivi automatici ad interruttore	56
3.6.1	Correnti di riferimento	56
3.6.2	Caratteristiche d'intervento	57
3.7	Dispositivi a fusibile	57
3.7.1	Classificazione	57
3.7.2	Correnti di riferimento	58
3.7.3	Caratteristica d'intervento	58
3.7.4	Poteri d'interruzione e caratteristica I ₂ T	59
3.7.5	Condizioni generali di protezione dal sovraccarico	59
3.7.6	Condizioni generali di protezione dal corto circuito	60
4	APPARECCHI PER USO COMUNE	61
4.1	Apparecchi di comando per usi domestici e similari	61
4.2	Prese a spina per usi domestici e similari	62
4.3	Interruttore automatico per usi domestici	63
4.4	Prese fisse verticali con interruttore di blocco monofase	64
4.5	Prese fisse verticali con interruttore di blocco trifase	65
5	QUADRI ELETTRICI	66
5.1	Note generali	66

5.2	Caratteristiche meccaniche e costruttive degli armadi metallici	67
5.2.1	<i>Lamiere</i>	67
5.2.2	<i>Struttura metallica</i>	67
5.2.3	<i>Verniciature</i>	68
5.2.4	<i>Messa a terra</i>	68
5.2.5	<i>Cablaggio elettrico</i>	68
5.2.6	<i>Contrassegni - Colorazioni - Individuazioni</i>	69
5.3	Norme di riferimento	71
5.4	Condizioni di funzionamento	72
5.5	Inclusioni	73
5.6	Quantità e qualità delle apparecchiature	73
5.7	Dati di progetto	74
5.7.1	<i>Dati di progetto meccanico</i>	74
5.7.2	<i>Dati di progetto elettrico</i>	75
5.8	Celle	75
5.9	Accessibilità	76
5.10	Principali caratteristiche costruttive	76
5.10.1	<i>Struttura meccanica del quadro</i>	76
5.10.2	<i>Caratteristiche elettriche delle celle</i>	77
5.11	Caratteristiche dei principali componenti	78
5.11.1	<i>Generalità</i>	78
5.11.2	<i>Apparecchiature di manovra</i>	78
5.12	Varie	79
5.12.1	<i>Collegamenti di terra</i>	79
5.12.2	<i>Morsettiere ausiliarie</i>	79
5.12.3	<i>Materiali isolanti</i>	80
5.12.4	<i>Colorazione e individuazione delle anime dei conduttori</i>	80
5.12.5	<i>Separazione dei circuiti</i>	81
5.13	Verniciatura	81
5.13.1	<i>Ciclo di verniciatura</i>	81

5.13.2 Colore	81
5.13.3 Garanzie sulle verniciature	82
5.14 Prove e collaudi.....	82
5.14.1 Requisiti generali	82
5.14.2 Collaudi in fabbrica	82
5.15 Quadro/i per automazione	83
5.15.1 Generalità	83
5.15.2 Cablaggio	84
5.15.3 Messa a terra	85
5.15.4 Costruzione del quadro.....	85
5.16 Dimensionamento apparecchiature all'interno dei quadri	86
5.16.1 Materiali isolanti.....	86
5.16.2 Sistema di sbarre fino a 250 A.....	86
5.16.3 Contattori.....	86
5.16.4 Interruttori automatici specifici per protezione motore	88
5.16.5 Interruttori automatici	90
5.16.6 Relé termico	91
5.16.7 Avviamento di motori tramite Inverter.....	91
5.16.8 Analizzatore d'energia da quadro	91
5.16.9 Trasformatori di corrente	92
5.16.10 Alimentatori stabilizzati ridondati.....	92
5.16.11 Illuminazione e presa di servizio all'interno del quadro.....	92
5.16.12 Pulsanti – selettori – portalampada.....	93
5.16.13 Lampade di segnalazione a LED	93
5.16.14 Relé ausiliari.....	93
5.16.15 Ventilatori e filtri EMC per circolazione aria all'interno dei quadri	93
5.16.16 Telai Rack 19" girevoli per apparecchiature elettroniche.....	93
5.16.17 Telai Rack 19" fissi per apparecchiature elettroniche	94
5.16.18 Morsettiere	94
5.16.19 Cablaggio elettrico	95
5.16.20 PLC.....	96

5.16.21	Switch	96
5.16.22	Duplicatore segnali	96
6	QUADRI POWER CENTER	98
6.1	DATI AMBIENTALI	98
6.2	CARATTERISTICHE ELETTRICHE & MECCANICHE	98
6.3	DATI DIMENSIONALI	100
6.4	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	100
6.4.1	CARPENTERIA	100
6.4.2	VERNICIATURA	101
6.4.3	COLLEGAMENTI DI POTENZA	101
6.4.4	DERIVAZIONI	102
6.4.5	TENUTA ARCO INTERNO	102
6.4.6	TENUTA SISMICA	103
6.4.7	DISPOSITIVI DI MANOVRA E PROTEZIONE	103
6.4.8	CONDUTTORE DI PROTEZIONE	103
6.4.9	COLLEGAMENTI AUSILIARI	104
6.4.10	ACCESSORI DI CABLAGGIO	104
6.4.11	COLLEGAMENTI ALLE LINEE ESTERNE	104
6.4.12	STRUMENTI DI MISURA	105
6.4.13	COLLAUDI	106
7	SISTEMA CENTRALIZZATO DI CONTROLLO CON PLC	107
7.1	Premessa	107
7.2	Requisiti funzionali	107
7.2.1	Qualificazione del Fornitore	107
7.2.2	Specifiche di progetto	107
7.3	Espandibilità	108
7.4	Affidabilità e disponibilità	109
7.5	Minimizzazione della frequenza dei guasti	109
7.6	Minimizzazione delle conseguenze dei guasti	110
7.7	Minimizzazione della durata dei guasti	110

7.8	Manutenibilità.....	110
7.9	Sicurezza	110
7.10	Documentazione	111
7.11	Variabili di processo	111
7.11.1	Tipologie di Input e di Output	111
7.12	Identificazione dei punti	112
7.13	Funzioni di scansione	112
7.13.1	Input analogici convenzionali.....	113
7.13.2	Input discreti convenzionali.....	113
7.13.3	Sequenze di eventi.....	113
7.13.4	Ingresso a impulsi.....	113
7.13.5	Valori calcolati.....	114
7.14	Interfacce di comunicazione	114
7.14.1	Caratteristiche.....	114
7.15	Input e Output di processo	115
7.15.1	Caratteristiche generali	115
7.15.2	Sottosistema degli input analogici.....	116
7.15.3	Input digitali	116
7.15.4	Input ed output remoti	116
7.15.5	Interfacce I/O seriali.....	117
8	APPARECCHIATURE DI MEDIA TENSIONE.....	118
8.1	Cavi tipo RG26HIM16, per tensioni di esercizio fino a 20 kV	118
8.2	Quadri di media tensione	119
8.2.1	Struttura del quadro.....	119
8.2.2	Compartimento apparecchiature M.T.	120
8.2.3	Compartimento sbarre.....	121
8.2.4	Cella di bassa tensione	121
8.2.5	Materiali isolanti.....	122
8.2.6	Impianto di terra	122
8.2.7	Interblocchi.....	122

8.2.8 Verniciatura	123
8.2.9 Apparecchiature ausiliarie ed accessori	124
8.2.10 Cavetteria e circuiti ausiliari	124
8.2.11 Isolatori	125
8.2.12 APPARECCHIATURE	126
8.2.13 Interruttore.....	126
8.2.14 Interruttore di manovra sezionatore (IMS).....	126
8.2.15 Sezionatore	127
8.2.16 Quadri comunicanti.....	128
8.2.17 Monitoraggio termico	128
8.2.18 Mitigazione dell'arco	128
8.2.19 Trasformatori di corrente e di tensione	129
8.2.20 CERTIFICATI E GARANZIA.....	129
8.2.21 Prove e certificati	129
9 TRASFORMATORI DI DISTRIBUZIONE	130
9.1 In generale	130
9.2 Normativa	130
9.3 Classi climatica, ambientale e comportamento al fuoco.....	130
9.4 Nucleo e avvolgimenti	130
9.5 Ventilatori.....	131
9.6 Caratteristiche e prestazioni	131
9.7 Accessori.....	132
9.8 Collaudi.....	134
10 GRUPPO ELETTROGENO	135
11 SISTEMI DI COMUNICAZIONE.....	138
11.1 Normative di riferimento	138
11.2 Bretelle di permutazione in rame	138
11.3 Sistemi di Canalizzazione.....	138
11.4 Modalità d'installazione e certificazione del cablaggio	140
12 NORME DI RIFERIMENTO PER LE OPERE ELETTRICHE.....	141

I2.1 Generalità.....	141
I2.2 Norme giuridiche	141
I2.3 Norme tecniche	141
I2.4 Disposizioni legislative nel settore elettrico	142
I2.5 La normativa tecnica.....	143
I2.6 Marcatura CE e marchi di conformità.....	146

I IMPIANTO ELETTRICO

I.1 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:

	Interno	Esterno
Quadri elettrici, collocati entro cabine:	IP 20	IP 31
Quadri elettrici, collocati nelle sale di lavorazione:	IP 55	IP 55
Quadri elettrici (con porte aperte):	IP 20	IP 20
Apparecchiature elettriche e strumentali:	IP 54	IP 55
Motori elettrici:	IP 54	IP 55

I.2 CONTRASSEGNI – COLORAZIONI – INDIVIDUAZIONI

I.2.1 Apparecchiature interne

Le apparecchiature interne dovranno essere chiaramente identificate mediante:

Contrassegni fasi L1; L2; L3 - contrassegno neutro: N - contrassegno terra: nastratura giallo-verde.

Contrassegni apparecchiature interne con etichette adesive con protezione in plastificante.

Contrassegni dei conduttori isolati con collari o tubetti con numerazione indelebile.

Colorazione dei conduttori:

- | | |
|---|--|
| – isolati di fase: | marrone, sezione minima 2,5 mm ² |
| – conduttore di neutro: | azzurro, sezione minima 2,5 mm ² |
| – conduttore di terra: | giallo-verde, sezione minima 2,5 mm ² |
| – conduttori in tensione anche a interruttore:
generale aperto | arancio |
| – conduttori a tensione 48 Vca: | grigio, sezione minima 1,5 mm ² |

- conduttore positivo in c.c.: rosso, sezione minima 1,5 mm², nota¹
- conduttore negativo in c.c.: nero, sezione minima 1,5 mm²
- conduttore per segnali da e per PLC/DCS: viola, sezione minima 1 mm²
- conduttori per segnali amperometrici: bianco, sezione minima 2,5 mm²
- conduttore per circuiti di blocco: rosa, sezione minima 2,5 mm²

Targhe in plexiglas di colore nero inciso bianco a pantografo in lingua italiana e tedesca e fissate con viti o rivetti.

1.2.2 Apparecchiature esterne

Le norme CEI EN 60073 stabiliscono chiaramente il significato di determinati colori delle lampade e dei pulsanti, al fine di aumentare la sicurezza del personale di servizio e facilitare il mantenimento delle apparecchiature e degli impianti.

Nella tabella che segue sono riportati i colori prescritti per le lampade di segnalazione e per i pulsanti, come pure il significato dei colori ed i casi tipici d'impiego.

Colori delle lampade di segnalazione e loro significato:

Colore	Significato	Spiegazione	Impiego tipico
Rosso	Pericolo oppure allarme	Segnalazione prima del possibile pericolo oppure prima di condizioni che richiedono un immediato intervento.	Temperature al di fuori dei limiti di sicurezza; parti essenziali dell'equipaggiamento bloccate mediante l'intervento di un dispositivo di sicurezza.
Giallo	Attenzione	Cambiamento o presumibili alterazioni delle condizioni.	Temperature che si scostano dal valore normale; sovraccarico la cui durata è ammessa solo per un tempo limitato.

¹ Dovranno essere chiaramente identificabili i conduttori a 24 Vcc da quelli a 110 Vcc

Colore	Significato	Spiegazione	Impiego tipico
Verde	Sicurezza, servizio normale	Indicazione di una condizione di funzionamento sicura oppure autorizzazione a procedere.	Liquido refrigerante in circolazione, macchina pronta per la messa in marcia.
Blu	Significato speciale	Il blu può avere qualsiasi significato, però non quello dei tre colori sopra menzionati rosso, giallo e verde.	Selettori in posizione di predisposto oppure in posizione di comando a distanza.
Bianco	Significato generale	Qualsiasi significato, può essere utilizzato tutte le volte che ci fossero dei dubbi sulla utilizzazione dei tre colori sopra menzionati rosso, giallo e verde.	

I.2.2.1 Colori dei pulsanti e loro significato

Colore	Significato	Impiego tipico
Rosso	Agire in caso di pericolo	Emergenza; Stop; Arresto.
	STOP (arresto), oppure disinserzione	Arresto generale, arresto di uno o più motori, arresto di un apparecchio di manovra, ripri-stino combinato con la funzione di arresto.
Giallo	Intervento	Intervento per sopprimere condizioni anormali oppure evitare cambiamenti non desiderati.
Verde	Avviamento oppure inserzione	Avviamento generale, avviamento di uno o più motori, avviamento di parti di macchine, chiusura di un apparecchio di manovra.
Blu	Qualsiasi significato che però non riguardi i colori sopra descritti	In casi particolari può essere attribuito a questo colore un significato che non riguarda però i colori rosso, giallo, verde.

Colore	Significato	Impiego tipico
Bianco, Nero, Grigio	Non viene attribuito alcun particolare significato	Può essere utilizzato per qualsiasi significato, ad eccezione dei pulsanti di arresto oppure di disinserzione.

I.3 CONDIZIONI DI PROGETTO E DATI DEL SISTEMA DI TENSIONE, DI DISTRIBUZIONE E DI UTILIZZAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

A riguardo del sistema di tensione essendo l'impianto in oggetto di seconda categoria con alimentazione diretta da Ente Erogatore, è attuata la protezione contro i contatti indiretti prevista per il sistema TN.

Più precisamente l'impianto è previsto di tipo TN-S la cui definizione è la seguente:

- T Collegamento diretto a terra di un punto del sistema (nel ns. caso le masse);
- N Masse collegate al punto messo a terra del sistema d'alimentazione;

S Funzioni di neutro e di conduttore di protezione, svolti separatamente.

Per quanto riguarda l'impianto in Viale Europa, esso è di prima categoria con alimentazione diretta da Ente Erogatore, è attuata la protezione contro i contatti indiretti prevista per il sistema TT.

Più precisamente l'impianto è previsto di tipo TN-S la cui definizione è la seguente:

- T Collegamento diretto a terra di un punto del sistema (nel ns. caso le masse);
- N Masse non collegate al punto messo a terra del sistema d'alimentazione;

Le caratteristiche dei sistemi elettrici si possono quindi definire come segue:

- Sistema di fornitura dell'energia fino al punto di consegna: II categoria (20 kV)
- Sistema di distribuzione dell'energia all'interno dell'impianto: I categoria (0,4 kV)
- Stato del neutro: Distribuito

I.3.1 Tensione nominale e d'esercizio del sistema elettrico

La tensione nominale del sistema è 400 Vca.

La tensione d'esercizio del sistema sarà a 400 Vca, con variazioni del $\pm 10\%$ in servizio continuo e del -20% in condizioni transitorie per una durata di 10 s circa.

I.3.2 Funzionamento nominale del sistema elettrico

La frequenza nominale del sistema elettrico è 50 Hz, essa potrà variare entro il campo 49,5 / 50,5 Hz nel funzionamento normale.

I.3.3 Funzionamento del sistema elettrico

Il sistema a 400 Vca normale funzionerà con neutro messo francamente a terra e generalmente non accessibile.

1.3.4 Cadute di tensione

Le cadute di tensione nelle varie parti del sistema elettrico dovranno essere contenute entro i limiti di seguito indicati; i valori si dovranno intendere riferiti alla tensione nominale del sistema; il calcolo delle cadute di tensione durante l'avviamento di un motore dovrà essere eseguito sulla base della minima potenza di corto circuito.

Elemento del sistema	Pos.	Funzionamento	deltavi
Nei cavi d'alimentazione dei motori	1	Con motore funzionante alla potenza nominale	4 %
Ai morsetti dei motori avviamenti in corto circuito	2	Durante l'avviamento ⁽²⁾	25 %
Nelle sbarre dei quadri alimentazione	3	Durante l'avviamento del motore più grosso ⁽³⁾	15 %
Nei cavi d'alimentazione dei quadri luce	4	Con il carico massimo previsto	1 %
Nei cavi d'alimentazione degli apparecchi illuminati	5	-----	4 %

Nota 2 Il valore massimo del 25 % deve intendersi come somma delle cadute di tensione nei cavi e nelle sbarre dei quadri di alimentazione dei motori stessi.

Nota 3 I cavi di alimentazione di un sistema di sbarre a più sezioni, unite da congiuntori, avranno una portata tale da poter sopportare la massima richiesta di carico anche con una alimentazione fuori servizio.

La tensione disponibile ai morsetti dei motori durante l'avviamento, sarà comunque tale da consentire un sicuro avviamento dei motori, anche a pieno carico se richiesto, senza danno ai motori stessi.

La tensione disponibile sulle sbarre sarà comunque tale da non interferire sul funzionamento dei motori in marcia e da consentire la chiusura dei contattori dei motori. La scelta dei cavi sarà fatta in conformità al tipo di posa e del luogo ove verranno impiegati. La portata dei cavi sarà prevista come segue, tenendo conto del tipo di posa, delle temperature ambiente, della natura del terreno, dei raggruppamenti, ecc.:

I.4 NOTE GENERALI

L'Installatore dovrà, con la più aggiornata tecnica impiantistica, eseguire a regola d'arte l'impianto elettrico, consegnandolo alla Committente funzionale e funzionante, come sotto indicato:

- Realizzazione di tutti i collegamenti elettrici dei motori elettrici, dei sensori elettrici e delle colonnine/sezionatori locali.
- Taratura ed allineamento dei termici a quadro.
- Configurazione inverter
- Realizzazioni delle connessioni di potenza e di telecomando.
- È ammesso l'utilizzo di separatori all'interno delle canaline per la posa sia di cavi di potenza che di segnale.
- Questo criterio dovrà essere rispettato anche negli attraversamenti e nei cunicoli presenti nelle varie planimetrie.
- I cavi elettrici di potenza e di telecomando dovranno avere un percorso separato dai cavi di misura, se non fosse possibile, dovranno essere posati in corrugati distinti o canaline con separatori.
- Tutte le passerelle dovranno essere coperte con relativo coperchio.
- Ogni conduit a vista, passerella o cassetta di giunzione dovrà poter essere montata e/o smontata senza che questo comporti il danneggiamento della stessa o di altra parte dell'impianto.
- La manovra, le verifiche e la normale manutenzione di tutti le parti o apparecchiature elettrotecniche dovrà essere possibile senza l'uso di mezzi ausiliari (scale, ecc.) e non essere impedita da altre parti di impianto; le cassette di giunzione (ove necessarie) dovranno essere ubicate 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 chiodi sparati.
- 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 saranno 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 giunzione e/o smistamento dovranno essere messi a terra tramite piastrine.
- 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 saranno coperte per un'altezza di 2.500 mm da piano camminamento.
- Non sono ammessi collegamenti elettrici sulle passerelle; ove si presentasse la necessità, installare 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 elettriche dovranno essere opportunamente numerate.
- Tutti i tubi o fili collegati alle morsettiere elettriche 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 collegata.

I.5 MODALITÀ DI MONTAGGIO

Le apparecchiature elettriche installate in sito (colonnini, cassette, ecc.) dovranno essere montate in punti facilmente accessibili per permettere le operazioni di manovra e/o manutenzione dai normali piani di servizio dell'impianto.

Ove possibile, è prescritto che la quota di installazione delle apparecchiature elettriche 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 antivibrante.

Le apparecchiature installate all'aperto dovranno essere protette dalle intemperie con opportune tettoie o custodie.

1.6 CAVI E CONDUTTORI

Il progetto prevede l'utilizzo di cavi che rispettano il "Regolamento Prodotti da Costruzione UE 305/11", quindi cavi conformi CPR ed in accordo alla variante V4 della Norma CEI 64-8.

1.6.1 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo di bassa tensione

Cavo di Bassa Tensione flessibile antifiama, formazione multipolare, in opera su qualsiasi struttura o sostegno o tubazione, compreso fascette di fissaggio e numerazione.

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

ANIMA:	Conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto
<u>ISOLANTE:</u>	Gomma HEPR ad alto modulo di qualità GI6, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche.
<u>GUAINA:</u>	In PVC speciale di qualità RI6, colore grigio
<u>MARCATURA:</u>	Stampigliatura ad inchiostro speciale ogni 1 m Marcatura metrica progressiva.
<u>CONDIZIONI DI POSA:</u>	Temperatura minima di posa 0°C; In tubo o in canalina in aria; In canale interrato; In tubo interrato; In aria libera; Interrato con protezione.
<u>TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO</u>	90°C
<u>TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO</u>	250°C
<u>COLORI DELLE ANIME</u>	1x Nero 2x Blu chiaro / Marrone 3x Marrone / Nero / Grigio

- 3G Giallo Verde / Blu chiaro / Marrone
- 4x Blu chiaro / Marrone / Nero / Grigio
- 4G Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio
- 5G Giallo Verde / Marrone / Nero / Grigio / Blu
chiaro

Le anime dei cavi per segnalamento saranno nere,
numerate e sarà previsto il conduttore di terra Giallo
Verde

TENSIONE DI ISOLAMENTO

0,6 / I kV

Per i circuiti di potenza e segnali digitali, cavo tipo FG16(O)R16 le cui caratteristiche sono:

- Norme CEI CEI UNEL 35016, CEI 20-13, CEI 20-67
CEI 20-38, CEI 20-37
- Conduttore Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5
- Grado di isolamento: 0,6/1 kV
- Materiale isolamento: Gomma ad alto modulo, di qualità G16
- Guaina Colore esterna: PVC qualità Rz
- Temperatura caratteristica: 90 °C
- Allungamento a rottura minimo: 200 %
- Sezioni nominali disponibili unipolari: 1,5, ... 95, 120, 150, 185, 240, 300, 400 mm²
- Sezioni nominali disponibili bipolari: 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35 mm²
- Sezioni nominali disponibili tripolari: 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 mm²
- Sezioni nominali disponibili quadripolari: 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 mm²
- Sez. nom.li disponibili pentapolari: 1,5, 2,5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 mm²
- Marchio di qualità Si

I fili componenti i cavi multipolari avranno la seguente colorazione:

Formazione	Colori
Bipolari	Marrone, Blu chiaro
Tripolari	Nero, Grigio, Marrone - Marrone, Blu chiaro, Giallo/Verde
Quadripolari	Nero, Grigio, Marrone, Giallo/Verde
Pentapolari	Nero, Grigio, Marrone, Blu chiaro, Giallo/Verde
Multicavo segnale	Anime nere numerate

1.6.2 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo schermato per segnali

Cavo schermato per trasmissione segnali con particolari caratteristiche di protezione da interferenze elettrostatiche (nastro di alluminio / poliestere) ed elettromagnetiche (treccia di rame).

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

ANIMA:	Conduttore in corda flessibile di rame rosso ricotto
<u>ISOLANTE:</u>	Gomma HEPR ad alto modulo di qualità GI6, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche
<u>GUAINA:</u>	In PVC di qualità RI6, colore grigio
<u>SCHERMATURA</u>	Con nastro di alluminio/poliestere più treccia di rame rosso: Induttanza < 0,9 mH/km Capacità < 140 nF/km Impedenza di trasferimento 10 ohm/m da 100 kHz a 1 MHz; 100 Mohm/m da 1 MHz a 30 MHz
<u>MARCATURA:</u>	Stampigliatura ad inchiostro speciale
<u>CONDIZIONI DI POSA:</u>	Temperatura minima di posa 0°C; In tubo o in canalina in aria; In aria libera.
<u>TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO</u>	90°C
<u>TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO</u>	250°C
<u>SEZIONE MINIMA DEL SINGOLO CONDUTTORE</u>	1,5 mm ²
<u>TENSIONE DI ISOLAMENTO</u>	0,6 / 1 kV

Per i circuiti di potenza sotto inverter e di segnali analogici, cavo tipo FGI6(O)H2RI6 le cui caratteristiche sono:

- Norme CEI CEI UNEL 35016, CEI 20-13, CEI 20-67
CEI 20-38, CEI 20-37
- Conduttore Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5
- Grado di isolamento: 0,6/1 kV
- Materiale isolamento: Gomma ad alto modulo, di qualità GI6
- Schermo Treccia di fili di rame rosso
- Guaina Colore esterna: PVC qualità RI6
- Temperatura caratteristica: 90 °C
- Allungamento a rottura minimo: 200 %
- Sezioni nominali disponibili unipolari: 1.5, ... 95, 120, 150, 185, 240, 300, 400 mm²
- Sezioni nominali disponibili bipolari: 1.5, 2.5, 4, 6, 10, 16, 25, 35 mm²
- Sezioni nominali disponibili tripolari: 1.5, 2.5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 mm²
- Sezioni nominali disponibili quadripolari: 1.5, 2.5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 mm²
- Sez. nom.li disponibili pentapolari: 1.5, 2.5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50 mm²
- Marchio di qualità Si

I fili componenti i cavi multipolari avranno la seguente colorazione:

Formazione	Colori
Bipolari	Marrone, Blu chiaro
Tripolari	Nero, Grigio, Marrone - Marrone, Blu chiaro, Giallo/Verde
Quadripolari	Nero, Grigio, Marrone, Giallo/Verde
Pentapolari	Nero, Grigio, Marrone, Blu chiaro, Giallo/Verde
Multicavo segnale	Anime nere numerate

1.6.3 Caratteristiche tecniche e costruttive cavo per messa a terra

Cavo flessibile adatto per realizzare le messe a terra nell'impianto.

Di seguito sono elencate le caratteristiche principali del cavo suddetto:

ANIMA:	Conduttore in corda flessibile di rame rosso
<u>ISOLANTE:</u>	PVC qualità SI7
<u>MARCATURA:</u>	Stampigliatura ad inchiostro speciale
<u>CONDIZIONI DI POSA:</u>	Temperatura minima di posa 5°C; In tubo o in canalina in aria; In quadri elettrici; Per cablaggio.
<u>TEMPERATURA DI FUNZIONAMENTO</u>	70°C
<u>TEMPERATURA DI CORTOCIRCUITO</u>	160°C
<u>COLORI DELLE ANIME</u>	1x Giallo Verde
<u>TENSIONE DI ISOLAMENTO</u>	450 / 750 V
<u>SEZIONI ACCETTATE</u>	6 mm ² (esclusivamente per installazioni interne e per impianti luce e F.M. e per motori con potenza fino a 0,75 kW) 16 mm ² 35 mm ² 50 mm ²

1.6.4 Cavi ETHERNET cat6

Cavo d'installazione U/UTP cat6 8 fili.

1.7 DIMENSIONAMENTO DELLE CONDUTTURE

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.

In generale tutti i conduttori dovranno essere verificati e giustificati tramite apposito SW specifico in grado di verificare anche il valore di energia specifica passante contemporaneamente in tutti i punti della rete elettrica.

1.7.1 Condizioni d'esercizio

1.7.1.1 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.

1.7.1.2 Corrente

I circuiti e le condutture dovranno essere dimensionati 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

1.7.1.3 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.

1.7.1.4 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.

1.7.1.5 Compatibilità

I circuiti e le condutture dovranno essere scelti in modo da non causare effetti dannosi agli altri componenti elettrici.

1.7.1.6 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.

1.7.2 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.

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.

1.7.3 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.

1.7.4 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.

1.7.5 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 per i cavi di segnale, quando il cavo è usato per trasporto d'energia collegato invece ad entrambi i lati.

1.7.6 Identificazione

I circuiti e le condutture dovranno essere disposti 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.

1.7.7 Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione

I conduttori di neutro e di protezione dovranno essere in accordo con la norma CEI EN 60445 "Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori".

1.8 CRITERI DI POSA DEI CIRCUITI E DELLE CONDUTTURE

1.8.1 Criteri di posa

I circuiti e le condutture dovranno essere dimensionati seguendo i seguenti criteri:

1.8.1.1 Lavori preliminari alla posa

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.

1.8.1.2 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 riscaldamento 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.

1.8.1.3 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^2 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^2 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.

1.8.2 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 quanto prescritto dal costruttore.

1.8.3 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 a quanto prescritto dal costruttore.

1.8.4 Supporto 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 alla propria massa:

Sezione dei conduttori	Intervalli di supporto
mm ²	Conduttori in Cu
fino a 10	30 cm
da 16 a 50	30 cm
da 70 a 150	20 cm
da 185 a 300	12 cm
oltre 300	10 cm

1.9 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 Direzione Lavori e rispettando le prescrizioni di seguito elencate.

1.9.1 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.

1.9.2 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.

1.9.3 Terminazioni e giunzioni 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:

Conduttori flessibili fino a 6 mm², 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.

Conduttori rigidi fino a 10 mm².

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.

Conduttori flessibili oltre 6 mm² o rigidi oltre 10 mm².

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.

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.

Conduttori di terra a piattina.

Mediante sovrapposizione delle parti e connessioni imbullonate con almeno due bulloni.

Le connessioni direttamente interrate dovranno essere anche protette dai contatti col terreno per evitare corrosioni elettrochimiche e ossidazioni.

I.10 IDENTIFICAZIONE DEI CAVI

I.10.1 Identificazione dei cavi posati aerei

I cavi aerei quando posati singolarmente, come ad esempio su fune, in vista su parete ecc., dovranno essere identificati. Le fascette dovranno essere applicate ai cavi almeno all'inizio e alla fine del percorso.

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.

I.10.2 Identificazione dei cavi posati in tubi

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.

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.

I.11 REQUISITI, CRITERI E MODALITÀ PER LA POSA DEI CAVI AEREI IN PASSERELLE, CANALETTE O CUNICOLI

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

1.1.1.1 Requisiti di posa

I cavi dovranno essere posati diritti 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 separati con separatore da 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.

1.1.1.2 Attraversamenti

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.

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.

1.1.1.3 Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi in vista su opere murarie

Questa tipologia di posa non è ammessa.

I.12 REQUISITI, CRITERI E MODALITÀ PER LA POSA DEI CAVI IN TUBI

I.12.1 Requisiti di posa dei cavi

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 non potrà essere impiegata.

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

I.12.2 Requisiti, criteri e modalità per la posa dei cavi direttamente interrati o posati in cunicoli riempiti

Questa tipologia di posa non è ammessa.

I.13 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

1.14 CONDIZIONI PARTICOLARI DI POSA

Nel caso di particolari condizioni di posa, i cavi dovranno essere posati come di seguito indicato:

1.14.1 Attraversamenti stradali

Negli attraversamenti di strade principali, piazzali e di ferrovie, i cavi dovranno essere protetti con tubi in Pead 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.

1.14.2 Zone non pedonali

Nelle zone non pedonali si dovrà preferire sempre posare i cavi in tubi.

1.14.3 Aree pavimentate

Nelle aree pavimentata 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.

1.14.4 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 fin 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.

1.15 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.

1.15.1 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.

1.15.2 Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o strutture metalliche interrato

Gli incroci tra cavi di energia e le tubazioni metalliche interrato, 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 interrato, 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.

1.16 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 definizione delle sigle è la seguente:

- La lettera "WP" (Power) sta per cavo d'energia di bassa tensione;
- La lettera "WC" (Control) sta per cavo di comando;
- La lettera "WL" (Control) sta per cavo di segnalazione;
- La lettera "WI" (Instrument) sta per cavo di misura.

L'Appaltatore dovrà quindi generare le sigle dei vari cavi.

2 SISTEMI DI SUPPORTO DEI CAVI ELETTRICI

2.1.1 TUBI

2.1.1.1 Generalità

Essi devono essere conformi alle norme CEI EN IEC 61386.

La posa sarà eseguita in modo ordinato secondo percorsi orizzontali o verticali, paralleli o perpendicolari a pareti e/o soffitti, senza tratti obliqui ed evitando incroci o accavallamenti non necessari.

Saranno evitate le giunzioni su tubi di tipo corrugato o di tipo flessibile o di diametro diverso.

Per le giunzioni fra tubazioni rigide e tubazioni flessibili saranno impiegati gli adatti raccordi previsti allo scopo dal costruttore del tubo flessibile. Il serraggio con clips strette con viti è ammesso solo sul lato tubo rigido e se non è abbassato il grado di protezione previsto per l'impianto.

In mancanza di indicazioni o prescrizioni diverse sulle tavole di progetto, nei locali umidi o bagnati o all'esterno canalette e tubazioni saranno in materiale isolante e tutti gli accessori per la messa in opera, quali mensole o staffe di sostegno per le canalette, morsetti di fissaggio per i tubi, saranno in materiale plastico o in acciaio inossidabile.

All'interno di detti locali le varie parti costituenti le canalette (tratti rettilinei, curve ecc.) saranno collegate fra loro mediante bulloni in nylon o in acciaio inossidabile.

Negli impianti in vista (generalmente stagni) l'ingresso di tubi in cassette, contenitori e canalette avverrà tramite pressacavo senza abbassare il grado di prestazione previsto.

Per consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori il rapporto fra il diametro interno del tubo protettivo ed il diametro del fascio di cavi contenuti sarà almeno pari a:

- 1,4 per le linee luce, FM e simili;
- 1,6 per le linee telefoniche;
- 2,5 per i cavi coassiali di impianto TV ed altri impianti speciali.

Il diametro delle tubazioni non sarà comunque inferiore a quello riportato sui disegni di progetto; analogamente alle dimensioni delle canalette porta cavi non saranno inferiori a quelle riportate sui disegni e, salvo diversa indicazione o in assenza di dimensione, le canalette saranno dimensionate per portare i cavi su un unico strato; analogamente nei tratti rettilinei non sarà superata la lunghezza di 10 m senza l'interposizione di una cassetta rompi tratta.

2.1.1.2 Parallelismi e giunzioni

Più tubi affiancati dovranno essere fra loro paralleli. Gli interassi normali dovranno essere come sotto indicato:

interassi tra tubi PVC.

Grandezza del tubo	$\frac{3}{4}'' - 1''$	$1\frac{1}{2}'' - 2''$	3''	4''	5'' - 6''
$\frac{3}{4}''$	100 mm	110 mm	125 mm	150 mm	200 mm
1''	100 mm	110 mm	140 mm	180 mm	220 mm
$1\frac{1}{2}'' - 2''$		140 mm	165 mm	200 mm	240 mm
3''			185 mm	220 mm	260 mm
4''				230 mm	280 mm
5'' - 6''					300 mm

I tubi di materiale plastico filettabile o d'acciaio zincato non filettabile, se incassati, potranno essere posati affiancati fino a contatto; mentre se a vista dovranno essere posati a distanza tale da consentire il singolo staffaggio di ogni tubo.

I giunti con manicotto o raccordi a tre pezzi su tubi paralleli dovranno essere sfalsati in modo da avere lo spazio necessario per un facile montaggio o smontaggio.

Nel caso in cui i tubi per esigenze di posa debbano essere allineati, si dovrà avere cura di usare interassi tali da consentire in ogni caso lo smontaggio del giunto.

Le giunzioni di barre di tubo d'acciaio zincato filettabile dovranno essere normalmente eseguite con manicotti UNI 339; con il manicotto avvitato a fondo non dovranno esserci sulle due canne filetti scoperti.

Non saranno ammessi giunti scorrevoli, in altre parole ottenuti avvitando tutto il manicotto sul tubo e svitandolo in seguito per avvitare per metà sulla testa della canna di proseguimento linea.

Le giunzioni fra canne e spezzoni di tubo in PVC pesante si dovranno eseguire a tenuta di liquidi impiegando gli appositi manicotti o raccordi.

Per il tubo in PVC leggero potranno essere consentite giunzioni a bicchiere.

2.1.1.3 Protezione delle filettature

Le filettature relative ad accoppiamenti tra componenti ferrosi (acciaio, ghisa) dovranno essere protetti con lubrificanti neutri.

Le filettature per accoppiamenti tra parti di alluminio e tra alluminio e componenti ferrosi, dovranno essere protetti con lubrificanti a base di zinco o grafite.

2.1.1.4 Curve e raggi di curvatura

Sempre allo scopo di facilitare l'infilaggio non saranno eseguite più di due curve, o comunque curve per più di 180° sulle tubazioni protettive senza l'interposizione di una cassetta di transito.

Nei tubi in PVC, le curve dovranno essere realizzate in modo da non alterarne il diametro interno da non provocare incrinature.

I raggi di curvatura non dovranno essere inferiori ai seguenti:

Grandezza del tubo	Per cavi senza guaina di Piombo	
	mm	inch.
3/4"	100	4"
1"	125	5"
1 1/2"	150	6"
2"	250	10"
3"	300	12"
4"	600	24"
5"	750	30"
6"	900	36"

Le curve dovranno essere realizzate con curve commerciali o in open-conduit.

Solo in casi particolari dove lo spazio a disposizione sia esiguo, i raggi di curvatura potranno essere ridotti del 20 % o dovranno essere usate curve stampate.

Fino a quattro tubi paralleli si dovranno eseguire curve concentriche, oltre ai quattro tubi si dovranno eseguire curve con lo stesso raggio;

Per i tubi d'acciaio di spessore 1 mm di norma si dovranno usare le curve stampate;

Per i tubi in materiale plastico filettabile tipo pesante le curve dovranno essere eseguite con raggio minimo uguale a quello dei tubi d'acciaio zincati di pari sezione;

Per i tubi in materiale plastico di tipo leggero è preferito l'uso di curve apposite.

Normalmente non si potranno eseguire sui tubi d'acciaio zincato curve per un totale maggiore di 270° per percorsi ininterrotti fino a 60 m; 120° per percorsi ininterrotti fino a 75 m.

Per percorsi più lunghi o con curve maggiori si dovranno usare, secondo il tipo d'installazione, gli opportuni accorgimenti qui di seguito elencati:

Quando nella lunghezza del tubo esistano curve in numero maggiore di quanto indicato, si dovrà ricorrere ai seguenti sistemi per consentire l'infilaggio del cavo.

2.1.1.5 Requisiti di posa in vista dei tubi porta cavi

I tubi porta cavi se orizzontali andranno posati a bolla e se verticali a piombo.

Per percorsi diversi si dovrà avere l'avvertenza di posare i tubi parallelamente a strutture e a carpenterie.

2.1.1.6 Supporto di tubi

I tubi dovranno essere appoggiati, anche saltuariamente, ad un appoggio naturale o artificiale.

Sull'appoggio dovrà essere saldato, murato, imbullonato l'eventuale supporto atto a sostenere il tubo.

Il fissaggio vero e proprio del tubo dovrà essere la graffetta e relativo bullone, il collare ad U, il morsetto speciale per profilato, il collare di piatto di ferro e relativi bulloni.

Il fissaggio potrà, secondo i casi, essere ancorato al supporto o all'appoggio vero e proprio.

Per i tubi in PVC il fissaggio dovrà essere previsto in un punto di supporto; il successivo fissaggio dovrà essere ad una distanza non superiore a 3 m circa.

2.1.2 REQUISITI DI POSA DEI TUBI-GUAINA FLESSIBILI

Normalmente i tubi-guaina flessibili dovranno essere impiegati in impianti in tubo per il collegamento delle apparecchiature soggette a vibrazioni, o in ogni caso installate su strutture meccaniche.

2.1.2.1 Tubo rigido di pvc per impianti elettrici

Esso sarà della serie pesante con grado di compressione minimo di 750 N conforme alle tabelle CEI-UNEL 37118 e alle norme CEI EN IEC 61386 e provvisto di marchio italiano di qualità (IMQ).

Potrà essere impiegato per la posa a pavimento (annegato nel massetto e ricoperto da almeno 15 mm di malta di cemento) oppure in vista (a parete, a soffitto, nel contro soffitto o sotto il pavimento sopraelevato). Non è ammessa la posa interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) o in vista in posizioni dove possa essere soggetto a urti, danneggiamenti ecc., (ad. es. ad un'altezza dal pavimento finito inferiore a 1,5 m).

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

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

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

Tubazioni e accessori avranno marchio IMQ.

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

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

Collari e morsetti saranno ancorati a parete o a soffitto mediante chiodi a sparo o viti e tasselli di plastica.

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

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

Per la posa interrata saranno impiegati tubi in PVC conformi alle norme UNI 7441-75- PN16.

2.1.2.2 Tubo flessibile di pvc serie pesante (corrugato)

Esso sarà conforme alle norme CEI EN IEC 61386 in materiale auto estinguente, provvisto di marchio italiano di qualità.

Sarà impiegato esclusivamente per la posa sotto traccia a parete o a soffitto, curando che in tutti i punti sia ricoperto da almeno 20 mm d'intonaco, oppure entro pareti prefabbricate del tipo a sandwich. Non potrà essere impiegato nella posa in vista, o a pavimento, o interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) e così pure non potranno essere eseguite giunzioni se non in corrispondenza di scatole o di cassette di derivazione.

I cambiamenti di direzione saranno eseguiti con curve ampie (raggio di curvatura compreso fra tre e sei volte il diametro nominale del tubo).

Avrà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 750 N.

2.1.2.3 Tubo flessibile con spirale rigida di pvc (guaina)

Esso sarà in materiale auto estinguente e costituito da un tubo di plastica morbida, internamente liscio rinforzato da una spirale di sostegno in PVC. La spirale avrà caratteristiche (passo dell'elica, rigidità ecc.) tali da garantire l'inalterabilità della sezione anche per il raggio minimo di curvatura (raggio minimo = 2 x diametro interno) ed il ritorno alla sezione originale in caso di schiacciamento. Il campo di temperatura d'impianto si estenderà da -15 °C a +70 °C.

Per il collegamento a tubi di altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori ecc. saranno impiegati esclusivamente raccordi previsti allo scopo dal costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), anello di tenuta, ghiera filettata di serraggio, controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati. Le estremità dei tubi flessibili non saranno bloccate con raccordi del tipo a clips serrate con viti.

Non è ammesso l'impiego di questo tipo di tubo all'interno dei locali con pericolo di esplosione o incendio. Sarà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 350 N.

2.1.3 Cassette di derivazione per impianti elettrici

Le cassette di derivazione per impianti elettrici sono da utilizzare solo nei casi consentiti dalla Direzione Lavori.

Esse dovranno essere in lega di alluminio verniciato.

Esse saranno della seguente tipologia:

Cassetta di giunzione del tipo a parete, di dimensioni interne circa 392 x 298 mm, profondità 210 mm e con grado di protezione minimo IP 66.

Cassetta di tipo compatto, in lamiera d'acciaio con verniciatura a polveri in tinta RAL 7040, completa di:

- Guida di fissaggio TS35
- Morsetti nella quantità e nella sezione necessaria
- Pressa cavi per cavo nella quantità e nella sezione necessaria, passo metrico
- Targhetta con i dati identificativi

2.1.4 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
M 12	3,0 - 6,5 mm
M 16	4,0 - 8,0 mm
M 20	6,0 - 12,0 mm
M 25	13,0 - 18,0 mm
M 32	16,0 - 21,0 mm
M 40	20,0 - 26,0 mm
M 50	32,0 - 38,0 mm
M 63	37,0 - 44,0 mm

2.1.5 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.

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.

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 nastrature 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.

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.

Cassette destinate a impianti e/o servizi diversi riporteranno le sigle di tutti gli impianti, le sigle saranno le seguenti:

<i>Impianti</i>	<i>Sigla</i>
- circuiti di potenza a tensione nominale 230 VAC	
○ illuminazione (normale, privilegiata, di sicurezza, notturna ecc., 220 V c.a.)	LU
○ circuiti prese (a 220 V c.a.)	PR
- circuiti di potenza a tensione nominale di 12 V c.a. oppure 24 V c.c.	
○ telefonico	TF
○ trasmissione dati	TD
○ fibra ottica	FO

○ interfonico	INT
○ citofonico	CIT
○ video citofonico	
CTV	
○ diffusione sonora	DS
○ amplificazione sonora	AS
○ ricerca persone voci radio	RP
○ antenna TV	TV
○ rivelazione fumo e incendio	FU
○ pesatura elettronica	WE

2.1.6 CANALETTE

2.1.6.1 Canaletta per esterno in filo d'acciaio zincato a caldo dopo lavorazione

Sistema porta cavi a rete metallica costruita in conformità alla Norma IEC 61537 e ottenuta da fili di lamiera di acciaio zincato a caldo dopo lavorazione.

I fianchi avranno un'altezza di almeno 110 mm e il diametro dei fili non sarà inferiore a 4,4 mm.

Per la sospensione saranno impiegate, per quanto possibile, mensole ancorate sia a profilati fissati a soffitto o a strutture metalliche, 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 a caldo 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.

2.1.6.2 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.

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/ m² 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:

<i>Larghezza passerella canaletta</i>	<i>Distanza tra loro passerelle</i>	
	<i>da entrambi i lati</i>	<i>da un lato solo</i>
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 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE

3.1 CONDIZIONI GENERALI DI PROTEZIONE DEI CONDUTTORI

Il problema della protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti delle condutture è essenzialmente un problema tecnico, in quanto si devono limitare le correnti in modo tale che il conduttore non raggiunga, per effetto Joule, temperature tanto elevate da compromettere l'integrità e la durata dell'isolante.

Si distinguono tre casi ai quali corrispondono altrettante temperature massime ammissibili:

- il regime permanente che può dare luogo a temperature che la conduttura deve sopportare per tempi indefiniti.
- il regime di sovraccarico che può dare luogo a temperature che nel giro di qualche ora porterebbero al rapido deterioramento del cavo se non fossero interrotte tempestivamente.
- il corto circuito dovrà essere invece interrotto in tempi brevissimi, dell'ordine di qualche centesimo di secondo, durante il quale si possono ammettere temperature maggiori.

I tempi di interruzioni delle sovracorrenti dovranno essere tali da ammettere una vita in esercizio ordinario della conduttura di 20 anni ed una perdita di vita pari a 1/1000 per ogni singolo sovraccarico o corto circuito.

3.2 CASI NEI QUALI PUÒ ESSERE OMESSA LA PROTEZIONE DAL SOVRACCARICO

La norma indica i seguenti casi di possibile omissione della protezione del sovraccarico:

- condutture che sono derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate.
- condutture che alimentano utilizzatori che non possono dar luogo a correnti di sovraccarico, quali resistenze.
- condutture che alimentano apparecchi con proprio dispositivo di protezione che garantiscono anche la protezione della conduttura di alimentazione.
- condutture che alimentano motori quando la corrente assorbita dalla linea con rotore bloccato non supera la portata I_z .
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della conduttura principale.

- condutture dei circuiti di telecomunicazione, segnalazione e simili.

3.3 CASI NEI QUALI SI RACCOMANDA DI NON PROTEGGERE DAL SOVRACCARICO

La norma non fa esplicito divieto ma raccomanda l'omissione della protezione contro i sovraccarichi nei seguenti casi:

- circuiti di eccitazione delle macchine rotanti.
- circuiti di alimentazione degli elettro magneti.
- circuiti secondari dei trasformatori di corrente.
- circuiti che alimentano dispositivi di estinzione dell'incendio.

3.4 CONDIZIONI GENERALI DI PROTEZIONE DAL CORTO CIRCUITO

Le condizioni generali per la protezione contro il corto circuito sono le seguenti:

- l'apparecchio dovrà essere installato all'inizio della conduttura protetta, con una tolleranza di 3 m dal punto di origine (se non vi è pericolo d'incendio e se si prendono le ordinarie precauzioni atte a ridurre al minimo il rischio di c.to c.to).
- l'apparecchio non dovrà avere corrente nominale inferiore alla corrente d'impiego.
- l'apparecchio di protezione dovrà avere potere d'interruzione non inferiore alla corrente presunta di c.to c.to nel punto ove l'apparecchio stesso sarà installato.
- l'apparecchio dovrà intervenire, in caso di c.to c.to che si potrà verificare in qualsiasi punto della linea protetta, con la tempestività al fine di evitare che gli isolanti assumano temperature eccessive.

3.5 VERIFICA DELL'INTEGRALE DI JOULE

Dovrà essere effettuata la verifica grafica dell'integrale di joule per tutti i casi più sfavorevoli; queste verifiche dovranno essere parte integrante della documentazione del "come costruito" finale.

3.6 DISPOSITIVI AUTOMATICI AD INTERRUETTORE

3.6.1 Correnti di riferimento

Le caratteristiche di intervento degli interruttori automatici sono definite in funzione delle seguenti correnti di riferimento:

I_n = Corrente nominale:

corrente assegnata dal costruttore e che l'interruttore è destinato a portare in servizio ininterrotto, alla temperatura ambiente di riferimento specificata (30 °C).

I_{nf} = Corrente di non funzionamento:

massimo valore di sovra corrente che non determina l'intervento delle protezioni dell'interruttore entro il tempo convenzionale.

I_f = Corrente di funzionamento:

minimo valore di sovra corrente che determina l'intervento certo delle protezioni dell'interruttore entro il tempo convenzionale.

I_{m1} = minima sovra corrente che può determinare l'intervento delle protezioni elettro magnetiche.

I_{m2} = minima sovra corrente che determina l'intervento certo delle protezioni elettro magnetiche.

3.6.2 Caratteristiche d'intervento

La norma CEI EN 60898-1 prevede tre tipi di caratteristica di intervento, differenziate tra loro dai valori minimo e massimo dell'intervento magnetico.

La tabella che segue riporta detti valori ed il relativo campo d'impiego:

Tipo	I_{m1}	I_{m2}	Impiego tipico
B	$3 I_n$	$5 I_n$	protezione di generatori e di grandi lunghezze di cavo
C	$5 I_n$	$10 I_n$	protezione di cavi e di impianti che alimentano apparecchi utilizzatori ordinari
D	$10 I_n$	$20 I_n$	protezione di cavi e di impianti che alimentano utilizzatori con elevate correnti di avviamento

3.7 DISPOSITIVI A FUSIBILE

3.7.1 Classificazione

I fusibili si possono classificare in tre grandi gruppi:

1. fusibili in miniatura: destinati alla protezione di apparecchiature elettriche ed elettroniche; essi sono caratterizzati da bassi poteri d'interruzione e basse energie di c.to c.to; si classificano in ultra rapidi (FF), rapidi (F), semi ritardati (M), ritardati (T) e super ritardati (TT).
2. fusibili di uso generale: destinati alla protezione di linee; essi sono caratterizzati da un elevato potere d'interruzione, l'intervento è di tipo rapido in quanto non consente il permanere di sovraccarichi di oltre tre volte I_n per tempi superiori a qualche secondo.
3. fusibili per uso combinato: destinati alla protezione dal solo c.to c.to; trovano loro impiego nella combinazione con i relè termici per la protezione dei motori asincroni trifasi; essi sono caratterizzati da un elevato potere d'interruzione e da valori dell'integrale di joule molto ridotti.

3.7.2 Correnti di riferimento

Le caratteristiche di intervento dei fusibili sono definite in funzione delle seguenti correnti di riferimento:

I_n = Corrente nominale:

corrente assegnata dal costruttore e che il fusibile è destinato a portare in servizio ininterrotto, alla temperatura ambiente di riferimento specificata (30 °C).

I_{nf} = Corrente di non fusione:

massimo valore di sovra corrente che non determina l'intervento del fusibile entro il tempo convenzionale.

I_f = Corrente convenzionale di fusione:

minimo valore di sovra corrente che determina l'intervento certo del fusibile entro il tempo convenzionale.

I valori nominali e convenzionali per le cartucce normalizzate " gl " sono sotto riportati.

Correnti nominali	I_{nf} / I_n	I_f / I_n	Tempo convenzionale
4 ÷ 10	1,5	1,9	1 h
12 ÷ 25	1,4	1,75	1 h
32 ÷ 63	1,3	1,6	1 h
80 ÷ 100	1,3	1,6	2 hh
125 ÷ 160	1,2	1,6	2 hh
200 ÷ 400	1,2	1,6	3 hh
500 ÷ 1000	1,2	1,6	4 hh

3.7.3 Caratteristica d'intervento

Per i fusibili, la caratteristica d'intervento, chiamata anche " tempo - corrente " è il diagramma (generalmente in scala logaritmica) che fornisce il valore del tempo "virtuale" d'interruzione in funzione della corrente interrotta presunta.

Il tempo " virtuale " coincide con il tempo reale e la corrente interrotta presunta con al corrente effettiva solo per bassi rapporti di sovraccarico, cioè fino a $10 \div 12,5 I_n$.

Per sovracorrenti di maggiore entità si hanno forti poteri limitatori, in modo tale che la corrente effettivamente interrotta è notevolmente minore della presunta ed il tempo virtuale è il rapporto tra I^2t e I^2_{cc} ; ne consegue quindi che la caratteristica d'intervento e la caratteristica I^2t / I^2_{cc} sono in genere ricavabili l'una dall'altra.

3.7.4 Poteri d'interruzione e caratteristica I^2T

La norma impone un potere d'interruzione minimo di 20 kA per i fusibili destinati alle applicazioni domestiche e similari e di 50 kA minimi per i tipi destinati alle applicazioni industriali.

Le caratteristiche I^2t assumono un andamento inverso, cioè tanto maggiore è la corrente di c.to c.to, tanto maggiore sarà l'effetto di limitazione dell'integrale di joule; per questa ragione la verifica di I^2t dovrà essere eseguita soltanto nell'ipotesi di c.to c.to nel punto terminale della condotta ($I_{cc \min}$).

3.7.5 Condizioni generali di protezione dal sovraccarico

I fusibili devono avere correnti nominali sensibilmente inferiori alla portata massima della linea da proteggere, poiché se si scegliesse un fusibile con corrente nominale pari alla portata massima I_z , si avrebbe l'intervento convenzionale per sovraccarico di $1,6 \div 1,9 I_z$ e ciò significherebbe avere sovraccarichi termici sugli isolanti di $2,6 \div 3,6$ volte maggiori di quelli ammessi.

Qualora in una condotta non siano prevedibili lievi sovraccarichi la condizione di protezione minima si realizzerà per I_f non superiore a $1,45 I_z$, cioè per correnti nominali del fusibile non superiore al $76 \div 90 \%$ di I_z .

Se invece si prevedono lievi sovraccarichi e si voglia ottenere l'intervento non appena la corrente supererà la portata massima I_z della condotta, bisognerà scegliere fusibili con corrente nominale non superiore al $55 \div 60 \%$ di I_z , che equivale a dire sfruttare il rame installato al $55 \div 60 \%$.

3.7.6 Condizioni generali di protezione dal corto circuito

I fusibili, come anzidetto, possiedono un comportamento critico per basse correnti di c.to c.to nel senso che potrebbero non interromperle tempestivamente consentendo un eccessivo riscaldamento del cavo.

Se il fusibile è dimensionato per proteggere il cavo dal sovraccarico, allora non si avranno correnti critiche e non occorrerà eseguire la verifica dell'integrale di Joule.

Se invece il fusibile è sovra dimensionato rispetto I_z , si dovrà verificare il suo comportamento in caso di c.to c.to nel punto terminale della linea.

4 APPARECCHI PER USO COMUNE

4.1 APPARECCHI DI COMANDO PER USI DOMESTICI E SIMILARI

Saranno costruttivamente conformi e rispondenti a quanto prescritto dalle norme CEI 23-11 23-9 e successive varianti.

Caratteristiche generali:

- tensione nominale 250 V c.a.
- frequenza nominale 50 Hz
- corrente nominale 10 / 16 A
- tensione di prova per I' 2 kV
- involucro isolante in poli carbonato di tipo chiuso per la totale segregazione delle parti attive;
- tasto di superficie “elevata” onde facilitarne la manovra da parte dell'operatore.
- viti di serraggio dei conduttori;
- contatti in lega di argento.

Saranno distinti per tipologia ed esigenze impiantistiche secondo quanto riportato sulle tavole di progetto, e così suddivisi:

- a) INTERRUTTORE: per il comando d'utenze da un solo punto ed una posizione del contatto (aperto o chiuso).
- b) DEVIATORE: c.s.d. ma per il comando da due punti.
- c) INVERTITORE: c.s.d. ma per il comando da tre punti.
- d) PULSANTE: può essere a tasto, a tirante o a perella ma comunque con ritorno a molla nella posizione originale dopo il suo azionamento. Sarà con contatto NC o NA secondo le esigenze.

Saranno provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e di certificazione di conformità rilasciata dal CESI o da laboratori di prove di Istituti Universitari e fornibile a richiesta dalla S.A. o dalla D.L.

4.2 PRESE A SPINA PER USI DOMESTICI E SIMILARI

Saranno costruttivamente conformi e rispondenti a quanto prescritto dalle norme CEI 23-50, 23-57 e successive varianti.

Caratteristiche principali:

- tensione nominale 250 V c.a.
- frequenza nominale 50 Hz
- corrente nominale 10 / 16 A
- tensione di prova per I' 2 kV
- involucro isolante in poli carbonato di tipo chiuso;
- viti di serraggio dei conduttori;
- alveoli con schermo mobile (di sicurezza).

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

- a) PRESE 2 x 10 A + T IN LINEA: alveoli m 4 mm posti verticalmente ad una sola parte attiva con polo di terra centrale.
- b) PRESE 2 x 16 A + T IN LINEA: alveoli m 4,8 mm c.s.d.
- c) PRESE 2 x 10 A IN LINEA: alveoli m 4 mm posti verticalmente ad una sola parte attiva per apparecchi di classe 2 secondo DPR 547 art. 314.
- d) PRESE 2 x 10 / 16 A + T IN LINEA (BIVALENTE): doppi alveoli posti verticalmente ad una sola parte attiva per spine sia a 10 A, che a 16 A, con unico polo di terra centrale.
- e) PRESA 2 x 10 / 16 A + T LATERALE (TIPO SCHUKO): alveoli m 4,8 mm posti orizzontalmente ad una sola parte attiva per spine a 10 A e 16 A con contatto di terra posto lateralmente.

Le prese che saranno montate in batteria disporranno di base modulare in materiale plastico, idonea al grado di protezione che si deve ottenere per quell'ambiente specifico.

Saranno provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e di certificazione di conformità rilasciata dal CESI o da laboratori di prove di Istituti Universitari e fornibile su richiesta dalla S.A. o dalla D.L.

4.3 INTERRUTTORE AUTOMATICO PER USI DOMESTICI

Sarà costruttivamente conforme e rispondente a quanto prescritto dalle Norme CEI 23-3/I e successive varianti, nonché di tipo componibile.

Caratteristiche generali:

- | | |
|--|---------------|
| - tipo | componibile |
| - tensione nominale | 415 V |
| - frequenza nominale | 50 Hz |
| - tensione di prova I' | 2 kV |
| - corrente nominale | 6 / 10 / 15 A |
| - esecuzione 6 A e 10 A | 1 o 2 poli |
| - esecuzione 16 A / 20 A / 25 A | 2 poli |
| - involucro isolante, di tipo chiuso per la totale segregazione delle parti attive. | |
| - viti di serraggio dei conduttori; | |
| - contatti in lega d'argento | |
| - tasto di superficie "elevata" onde facilitarne la manovra con stampigliata la siglatura atta ad indicare la posizione di aperto o chiuso (I-O). Apertura a scatto. | |

Saranno provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e di certificazione di conformità rilasciata dal CESI o da laboratori di prove di Istituti Universitari e fornibile su richiesta della S.A. o della D.L.

4.4 PRESE FISSE VERTICALI CON INTERRUTTORE DI BLOCCO MONOFASE

Di seguito sono elencate le caratteristiche minime per i gruppi presa 2P+T (o equivalenti):

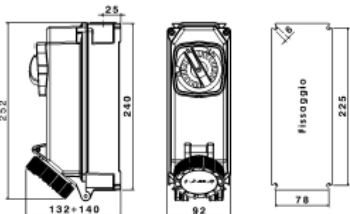


TAIS PRESA INTERBLOCCATA IN TERMOINDURENTE DA PARETE CON FUSIBILI 2P+T 16A 230V 6H MOD. 95



SERIE TAIS
Presse Interbloccata
CODICE 472620







Scheda Tecnica

Caratteristiche elettriche	
Corrente nominale	16A
Tensione di Alimentazione	230V 50/60Hz
Poli	2P+ $\frac{1}{T}$
Rif. orario	6h
Tensione nominale isolamento	690 V
Classe di isolamento	II
Tipo di protezione	Fuse 10,3x38 gG max 16A
Segnalazione spina inserita	-

Dati interruttore	
Corrente termica	16 A
Corrente loc nominale	10 kA
Tipo morsetti	A vite - serraggio indiretto
Sezione conduttori	Min: 1 mm ² ;Max: 10 mm ²
Coppia di serraggio morsetti	2 Nm
Contatti ausiliari di stato	Max 2 (opzionali)
Lucchettabilità manovra	3 lucchetti (2xØ8mm+1xØ8mm) max
Categoria di impiego	

Categoria Rating	Tensione Voltage	Corrente / Potenza Current / Power
AC-22A	230 V	16 A
	400 V	16 A
	500 V	16 A
	690 V	16 A
AC-23A	230 V	16 A
	400 V	16 A
	500 V	16 A
	690 V	16 A
AC-23A / AC-3	230 V	5.1 kW
	400 V	8.3 kW
AC-3	500 V	11.1 kW
	690 V	15.3 kW

Caratteristiche meccaniche	
Materiale corpo	Resina Termoindurente Palazzoli
Trattamento superficiale	-
Finitura superficiale	-
Colore	Grigio RAL 7042, Blu RAL 5015
Larghezza	92 mm
Esecuzione	Da parete
Tipo ingressi	M25
Grado di protezione IP	IP66/IP67/IP69
Grado protezione IP additional	-
Resistenza agli urti	IK10 secondo IEC/EN 62262
Resistenza al Glow wire	960°C
Autoestinguenza secondo UL94	V-0
Categoria di corrosione	-
Peso Netto	1,48 KG
Temp. Ambiente di Esercizio	Min: -50°C ;Max: +50°C
Temp. Ambiente di Stoccaggio	Min: -50°C ;Max: +80°C

Norme e Direttive	
Omologazioni e Marchi	IMQ, UKCA, CB IMQ, NYCE COLOMBIA, CE
Direttive	2011/65/UE (RoHS), 2012/19/UE (RAEE), 2014/35/UE (LVD)
Norme di Riferimento	EN 60309-1:1999, EN 60309-1:1999/A1:2007, EN 60309-1:1999/A1AC:2014, EN 60309-1:1999/A2:2012, EN 60309-2:1999, EN 60309-2:1999/A1:2007, EN 60309-2:1999/A2:2012, EN 60309-4:2007, EN 60309-4:2007/A1:2012, EN IEC 60309-1:2022, EN IEC 60309-1:2022/AC:2023-06, EN IEC 60309-2:2022, EN IEC 60309-4:2022, EN IEC 63000:2018

Le immagini sono puramente indicative. Palazzoli si riserva il diritto di apportare modifiche senza alcun preavviso.

Palazzoli S.p.A. - Società unipersonale - Via F. Palazzoli, 31 - 25128 Brescia - Italia - tel. +39 030 2015.1 - fax +39 030 2015.217 - n.verde 800700332 - www.palazzoli.com - vendite@palazzoli.it

4.5 PRESE FISSE VERTICALI CON INTERRUTTORE DI BLOCCO TRIFASE

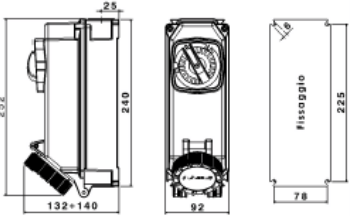
Di seguito sono elencate le caratteristiche minime per i gruppi presa 3P+T (o equivalenti):



SERIE TAIS
Presa Interbloccata
CODICE 470136

TAIS PRESA INTERBLOCCATA IN TERMOINDURENTE DA PARETE 3P+T 16A 400V 6H MOD. 95







Scheda Tecnica

Caratteristiche elettriche

Corrente nominale	16A
Tensione di Alimentazione	400V 50/60Hz
Poli	3P+T
Rif. orario	6h
Tensione nominale isolamento	690 V
Classe di isolamento	II
Tipo di protezione	-
Segnalazione spina inserita	-

Dati interruttore

Corrente termica	16 A
Corrente loc nominale	10 kA
Tipo morsetti	A vite - serraggio indiretto
Sezione conduttori	Min: 1 mm ² ;Max:
Coppia di serraggio morsetti	2 Nm
Contatti ausiliari di stato	Max 2 (opzionali)
Lucchettabilità manovra	3 lucchetti (2xØ6mm + 1xØ8mm) max
Categoria di impiego	

Categoria Rating	Tensione Voltage	Corrente / Potenza Current / Power
AC-23A	230 V	16 A
	400 V	16 A
	500 V	16 A
	690 V	16 A
	230 V	16 A
AC-23A	400 V	16 A
	500 V	16 A
	690 V	16 A
	230 V	5.1 kW
	400 V	8.3 kW
AC-3	500 V	11.1 kW
	690 V	15.3 kW

Caratteristiche meccaniche

Materiale corpo	Resina Termoplastica Palazzoli
Trattamento superficiale	-
Finitura superficiale	-
Colore	Blu RAL 5015, Grigio RAL 7042
Larghezza	92 mm
Esecuzione	Da parete
Tipo ingressi	M25
Grado di protezione IP	IP66/IP67/IP69
Grado protezione IP addizional	-
Resistenza agli urti	IK10 secondo IEC/EN 62262
Resistenza al Glow wire	960°C
Autoestinguerenza secondo UL94	V-0
Categoria di corrosione	-
Peso Netto	1,31 KG
Temp. Ambiente di Esercizio	Min: -50°C ;Max: +60°C
Temp. Ambiente di Stoccaggio	Min: -50°C ;Max: +80°C

Norme e Direttive

Omologazioni e Marchi	IMQ, NYCE COLOMBIA, UKCA, CB IMQ, CE
Direttive	2011/65/UE (RoHS), 2012/19/UE (RAEE), 2014/35/UE (LVD)
Norme di Riferimento	EN 60309-1:1999, EN 60309-1:1999/A1:2007, EN 60309-1:1999/A1AC:2014, EN 60309-1:1999/A2:2012, EN 60309-2:1999, EN 60309-2:1999/A1:2007, EN 60309-2:1999/A2:2012, EN 60309-4:2007, EN 60309-4:2007/A1:2012, EN IEC 60309-1:2022/AC:2023-06, EN IEC 60309-2:2022, EN IEC 60309-4:2022, EN IEC 60309-4:2022, EN IEC 60309-4:2022

Le immagini sono puramente indicative. Palazzoli si riserva il diritto di apportare modifiche senza alcun preavviso.

Palazzoli S.p.A. - Società unipersonale - Via F. Palazzoli, 31 - 25128 Brescia - Italia - tel. +39 030 2015.1 - fax +39 030 2015.217 - n.verde 800700332 - www.palazzoli.com - vendite@palazzoli.it

5 QUADRI ELETTRICI

5.1 NOTE GENERALI

Quando in un quadro saranno installati apparecchi e condutture a tensione diverse od appartenenti a sistemi diversi, essi saranno separati e disposti in modo da presentare il minor numero possibile di incroci fra cavi, inoltre le linee in partenza dal quadro stesso saranno siglate chiaramente in modo da essere individuate senza problemi.

Gli strumenti e gli apparecchi installati nei quadri saranno raggruppati in modo razionale e risulteranno facilmente ispezionabili, smontabili e facilmente individuabili secondo la loro funzione, eventualmente mediante appositi contrassegni.

Sul fronte dei pannelli e sul riquadro saranno disposte targhette pantografate e cartelli atti ad indicare, per ogni interruttore, organo di manovra o segnalazione, la parte di impianto da esso comandata o controllata.

Tutti i quadri risponderanno alle prescrizioni evincibili dalle Norme CEI EN IEC 61439-I in vigore.

Nella costruzione dei quadri si dovranno impiegare particolari accorgimenti tendenti a favorire al massimo l'esecuzione delle operazioni di manutenzione delle apparecchiature contenute.

In particolare, per tutti i sistemi di alimentazione generale, i trasformatori, gli alimentatori e relative apparecchiature ausiliarie in normale esercizio, dovranno risultare sempre fisicamente separati ed elettricamente selezionabili da quelle di tensione. Le disposizioni degli strumenti nei quadri saranno eseguite in modo da raggruppare gli strumenti stessi per zone d'impianto.

Le chiusure laterali dei quadri (se non diversamente richiesto) saranno movibili per consentire eventuali ampliamenti futuri dello stesso.

All'interno dei quadri sarà sempre prevista l'illuminazione. La forma e le dimensioni dei quadri e la disposizione degli strumenti sugli stessi dovrà sempre essere approvata dal Committente.

La disposizione delle apparecchiature elettriche dei quadri sarà realizzata in modo da consentire un'ottima accessibilità alle stesse per gli interventi di manutenzione; in particolare le apparecchiature non saranno poste a quota inferiore a 350 mm rispetto al piano di calpestio, inoltre la distanza della morsettiera dalle pareti laterali e dal fondo dei quadri non sarà mai inferiore a 150 mm.

5.2 CARATTERISTICHE MECCANICHE E COSTRUTTIVE DEGLI ARMADI METALLICI

5.2.1 Lamiere

Per quanto possibile le lamiere saranno unite fra loro e alle restanti strutture metalliche a mezzo saldatura e bulloneria; tutta la bulloneria necessaria, sarà di acciaio al C 4 D UNI 3740-65, cadmiata secondo UNI 4720 o zincata secondo norme CEI 7-6/68 fascicolo n. 239 o secondo altro sistema equivalente. Le lamiere saranno di acciaio al C Fe 34 UNI 6659-70 o Fe 44B UNI 7070-72, lucide o decapate; gli spessori minimi ammessi sono i seguenti:

- 2 mm per lamiere esterne con il lato più corto 1000 e per diaframmi fissi interni e loro parti costituenti le pareti;
- 2,5 mm per le lamiere esterne col lato più corto $< 1000 \text{ mm} > 1400 \text{ mm}$;
- 3 mm per le lamiere esterne col lato più lungo 1400 mm.

5.2.2 Struttura metallica

La struttura metallica sarà tale che per intervento automatico, manovra di apparecchi, operazioni di estrazione e inserzione di qualsiasi apparecchio estraibile, non si verificheranno vibrazioni capaci di provocare interventi intempestivi di apparecchi o comunque comprometteranno il corretto funzionamento dei diversi organi.

Lo zoccolo sarà portante e il quadro sarà chiuso sul fondo secondo quanto precisato dal Committente caso per caso.

Le parti apribili dell'involucro saranno accessibili a mezzo pannelli incernierati e chiudibili operando su maniglie, quali le celle del quadro contenenti:

- apparecchi dei circuiti di potenza;
- apparecchi dei circuiti ausiliari;
- terminazioni dei collegamenti esterni.

I pannelli non incernierati saranno con viteria imperdibile. Se l'apertura di pannelli incernierati sarà necessaria per poter rimuovere dal quadro le apparecchiature, essi saranno provvisti di un ferro che ne limiti l'apertura in modo da impedire l'urto contro i pannelli adiacenti ed al tempo stesso rendere agevole la rimozione ed il ripristino degli apparecchi interni alla cella.

Le cerniere di tutti i pannelli apribili saranno interne con parti striscianti di materiale non ossidabile o comunque protette dalle ossidazioni.

Se non diversamente indicato, per installazione del quadro all'interno sarà assicurato un grado di protezione IP 55 con guarnizioni sulle portelle chiuse (secondo raccomandazioni IEC 144) ad eccezione delle reti di ventilazione, le quali dovranno avere aperture con il lato più corto 6 mm.

5.2.3 Verniciature

Tutte le carpenterie dei quadri saranno rifinite con un ciclo di trattamento chimico e successiva verniciatura avente dei requisiti ben determinati e di ottima qualità.

I cicli saranno quelli indicati nel relativo capitolo.

Il risultato del procedimento di verniciatura sopra indicato dovrà dare i seguenti risultati:

- a) ottima aderenza sulla lamiera;
- b) elevata resistenza agli urti, graffi, abrasioni;
- c) protezione assoluta alla minima porosità;
- d) elevata resistenza agli acidi, alcali, carburanti, oli, e solventi;
- e) lunga resistenza all'esposizione di agenti atmosferici;
- f) elevata rigidità dielettrica.

5.2.4 Messa a terra

Tutte le strutture metalliche del quadro, e le eventuali armature dei cavi provenienti dal campo, saranno collegati alla rete di terra.

Anche i contenitori metallici delle apparecchiature elettriche saranno collegati a tale rete se le tensioni relative saranno a 25 V se in c.a. ed a 50 V se in c.c.

5.2.5 Cablaggio elettrico

Il cablaggio elettrico del quadro sarà conforme alle prescrizioni delle Norme CEI applicabili.

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

Lo spazio da riservare sul fronte e all'interno del quadro per l'eventuale installazione futura di nuovi strumenti sarà almeno il 20% dello spazio complessivo.

- Sezione minima dei conduttori ausiliari e strumenti per collegamenti interni 1 mm².
- Sezione minima dei conduttori ausiliari per collegamenti amperometrici 2,5 mm²

- Dimensionamento della canalina in PVC auto estinguente: con grado di riempimento non superiore al 70 % - Sezione minima della sbarra di terra interna in rame di sezione non inferiore a 120 mm²

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

5.2.6 Contrassegni - Colorazioni - Individuazioni

5.2.6.1 Apparecchiature interne

Le apparecchiature interne saranno chiaramente identificate mediante:

- Contrassegni fasi L1; L2; L3 - contrassegno neutro: N - contrassegno terra: nastratura giallo-verde.
- Contrassegni apparecchiature interne con etichette adesive con protezione in plastificante.
- Contrassegni dei conduttori isolati con collari o tubetti con numerazione indelebile.
- Colorazione dei conduttori isolati di fase: nero - colorazione del conduttore di neutro: azzurro.
- Colorazione dei conduttori ausiliari in corrente alternata: nero
- Ausiliari in corrente continua: blu.
- Ausiliari dei segnali a basso valore (mA, mV, ecc.): bianchi.
- Targhe in plexiglas di colore azzurro inciso bianco in lingua italiana.

5.2.6.2 Apparecchiature esterne

Le norme CEI 16-3 stabiliscono chiaramente il significato di determinati colori delle lampade e dei pulsanti, al fine di aumentare la sicurezza del personale di servizio e facilitare il mantenimento delle apparecchiature e degli impianti.

Nella tabella che segue sono riportati i colori prescritti per le lampade di segnalazione e per i pulsanti, come pure il significato dei colori ed i casi tipici d'impiego.

Colori delle lampade di segnalazione e loro significato

Color e	Significato	Spiegazione	Impiego tipico
Rosso	Pericolo oppure allarme	Segnalazione prima del possibile pericolo oppure prima di condizioni che richiedono un immediato intervento.	Temperature al di fuori dei limiti di sicurezza; parti essenziali dell'equipaggiamento bloccate mediante l'intervento di un dispositivo di sicurezza.
Giallo	Attenzione	Cambiamento o presumibili alterazioni delle condizioni.	Temperature che si scostano dal valore normale; sovraccarico la cui durata è ammessa solo per un tempo limitato.
Verde	Sicurezza, servizio normale	Indicazione di una condizione di funzionamento sicura oppure autorizzazione a procedere.	Liquido refrigerante in circolazione, macchina pronta per la messa in marcia.
Blu	Significato speciale	Il blu può avere qualsiasi significato, però non quello dei tre colori sopra menzionati rosso, giallo e verde.	Selettori in posizione di predisposto oppure in posizione di comando a distanza.
Bianco	Significato generale	Qualsiasi significato, può essere utilizzato tutte le volte che ci fossero dei dubbi sull'utilizzazione dei tre colori sopra menzionati rosso, giallo e verde.	

Colori dei pulsanti e loro significato

Colore	Significato	Impiego tipico
Rosso	Agire in caso di pericolo	Emergenza; Stop; Arresto.
	STOP (arresto), oppure disinserzione	Arresto generale, arresto di uno o più motori, arresto di un apparecchio di manovra, ripri-stino combinato con la funzione di arresto.
Giallo	Intervento	Intervento per sopprimere condizioni anormali oppure evitare cambiamenti non desiderati.
Verde	Avviamento oppure inserzione	Avviamento generale, avviamento di uno o più motori, avviamento di parti di macchine, chiusura di un apparecchio di manovra.
Blu	Qualsiasi significato che però non riguardi i colori sopra descritti	In casi particolari può essere attribuito a questo colore un significato che non riguarda però i colori rosso, giallo, verde.
Bianco, Nero, Grigio	Non è attribuito alcun particolare significato	Può essere utilizzato per qualsiasi significato, ad eccezione dei pulsanti di arresto oppure di disinserzione.

5.3 NORME DI RIFERIMENTO

L'equipaggiamento e / o i materiali sono rispondenti, fin quanto applicabili, all'ultima edizione delle seguenti norme e dei seguenti standard, se non modificati, amendati o esclusi da altri documenti:

CEI 20-22	Prova dei cavi non propaganti l'incendio
CEI EN 60898-1	Interruttori automatici per la protezione delle sovracorrenti per impianti domestici o similari.
CEI EN 60073	Significato dei colori delle lampade e dei pulsanti
CEI EN 60947-2	Apparecchiatura a bassa tensione - Interruttori automatici

CEI EN 60947-3	Apparecchiatura a bassa tensione - Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra - sezionatori e unità combinate con fusibili
CEI EN 60947-4	Avviatori diretti destinati alla manovra e protezione di motori a corrente alternata con tensione non superiore a 1000 V.
CEI EN IEC 61439-1:	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.)
CEI EN 61869-2	Trasformatori di corrente

ed altre importanti norme e standard, dove richiesti, anche se qui non espressamente indicati.

5.4 CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO

Installazione

L'installazione del quadro sarà all'interno, in ambienti industriali protetti, ma con la possibilità di presenza di polveri.

Alimentazione

L'alimentazione del quadro generale di bassa tensione (già installato e non oggetto di intervento) è derivata:

- da n°2 trasformatori di potenza nominale 1600 kVA, avente rapporto di trasformazione 20 kV – 400 V ed avente come corrente di corto circuito un valore pari a 6 %.

Quadri sottesi

I quadri sottesi sono del tipo ad armadio con piastra di fondo e dotati di porta e contro-porta o similare, hanno interruttori generali tipo "IMS (interruttore di manovra sezionatore).

Tensione nominale e d'esercizio del sistema elettrico

La tensione nominale del sistema è 400 Vca.

La tensione d'esercizio del sistema sarà a 400 Vca, con variazioni del $\pm 10\%$ in servizio continuo e del -20% in condizioni transitorie per una durata di 10 s circa.

Funzionamento del sistema elettrico

Il sistema a 400 Vca normale, funzionerà con neutro messo francamente a terra e generalmente non accessibile.

Frequenza nominale del sistema elettrico

La frequenza nominale del sistema elettrico è 50 Hz, essa potrà variare entro il campo 49,5 / 50,5 Hz.

Ausiliari

Gli ausiliari saranno alimentati, rispettivamente, alle seguenti tensioni:

- 230 Vac – 50 Hz, per gli ausiliari generali del quadro.
- 24 Vdc – per segnali e PLC.

5.5 INCLUSIONI

Nel quadro sono incluse le seguenti apparecchiature:

- Sbarra di terra
- Lamiere di chiusura laterale degli scomparti, alle estremità dei quadri, ove necessarie.
- Tetto di chiusura degli scomparti.
- Portelle cieche di chiusura celle vuote.
- Golfari di sollevamento o dispositivi analoghi.
- Sbarre, da annegare a pavimento, per il fissaggio dei quadri.
- Telai di sostegno realizzati in acciaio zincato completi di piedini regolabili nel caso in cui il quadro debba essere installata in locale con pavimento galleggiante (l'altezza del telaio sarà pari all'altezza del pavimento galleggiante finito).

5.6 QUANTITÀ E QUALITÀ DELLE APPARECCHIATURE

Le quantità e la qualità delle apparecchiature oggetto della fornitura sono indicate nei disegni allegati al progetto.

La quantità delle apparecchiature indicate nei disegni non è vincolante per il Committente, essa è fornita al puro scopo di dare un'indicazione di massima sul numero dei singoli apparecchi.

5.7 DATI DI PROGETTO

5.7.1 Dati di progetto meccanico

Il quadro sarà idoneo per l'installazione all'interno, con accessibilità delle apparecchiature dal fronte e delle morsettiere dal retro, e fissaggio a pavimento.

Il grado di protezione è il seguente:

- a portelle chiuse $\geq$ IP 41.
- a portelle aperte IP 20

Il collegamento dei cavi è previsto dal basso per le linee in uscita e dall'alto / basso per quelle in ingresso.

Le sbarre sono in rame nudo galvanicamente trattato con zincatura.

Le lamiere interne sono d'acciaio galvanicamente trattato, mentre quelle esterne sono verniciate secondo il ciclo di verniciatura più avanti descritto.

5.7.2 Dati di progetto elettrico

Riferimento a terra del neutro e delle masse:	TN-S
Tensione nominale d'impiego:	
apparecchiature di potenza:	400 / 230 Vca
apparecchiature di comando:	24 Vca, interna
Tensione nominale d'isolamento:	660 Vca
Tensione nominale di prova:	4 kV (2,5 kV per i cavetti di cablaggio)
Numero delle fasi:	3
Frequenza nominale:	50 Hz
Tipo di conduttore:	rame
Sezione minima:	1,5 mm ²
Portata nominale:	≤ 90 % della portata desunta dalle tabelle UNEL
Corrente nominale (con sovra temperature secondo CEI EN IEC 61439-1	
sbarre principali:	a seconda del quadro
sbarre secondarie:	secondo la portata nominale dell'interruttore (non secondo la taratura del relè termico)
Correnti di corto circuito:	
breve durata nominale:	≥ a seconda del quadro
durata nominale del corto:	1 s.

5.8 CELLE

Le celle sono previste unicamente in esecuzione singola.

Potranno essere previste celle in esecuzione multipla, solo se espressamente chieste, oppure se espressamente concesse per iscritto dal Committente.

5.9 ACCESSIBILITÀ

I circuiti e le condutture sono disposti in modo da facilitare la loro manovra, la loro ispezione, la loro manutenzione e l'accesso alle loro connessioni, sempre nel rispetto della forma costruttiva chiesta.

5.10 PRINCIPALI CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

5.10.1 Struttura meccanica del quadro

Il quadro è di tipo prefabbricato e normalizzato, in esecuzione protetta; esso risulta facilmente ampliabile senza eseguire adattamenti particolari.

In ogni quadro si possono distinguere:

- zoccolo di base
- cimasa superiore
- montanti di sostegno
- pannelli esterni di chiusura

Ogni colonna comprende:

- sbarre di fase
- sbarra di terra
- collegamenti interpannelli utilizzato per realizzare tutte le interconnessioni ausiliarie
- isolatori porta sbarre orizzontali
- isolatori porta sbarre verticali
- vani contenenti interruttori
- vani morsettiere
- traversine per fissaggio cavi

Ogni vano con interruttori, comprende:

- riparo isolante per assicurare la protezione IP 21 sulla segregazione degli innesti dell'interruttore sulla base fissa
- morsettiera circuiti ausiliari.
- separazioni orizzontali fra le celle
- cerniera per portella cassetto
- treccia di messa a terra portella

Le celle hanno portella singola.

L'installazione delle colonne che costituiscono i quadri è effettuata su telai di base formati da profilati a C per l'allineamento e il fissaggio delle stesse mediante bulloni d'unione.

Detti telai sono provvisti d'adequate forature per il fissaggio a pavimento.

Ciascuna colonna è dotata di golfari di sollevamento e di travi d'irrigidimento per le operazioni di trasporto.

La segregazione delle zone sopraccitate è tale da assicurare che eventuali corto circuiti in una zona o in una cella non provochino danni nelle celle e zone adiacenti.

Le giunzioni sia delle sbarre principali, sia delle loro derivazioni sono realizzate adottando tutti gli accorgimenti atti ad evitare allentamenti causati dalle vibrazioni e ad assicurare il perfetto contatto delle superfici.

Le sbarre principali e le sbarre di derivazione sono realizzate in piatto di rame elettrolitico, dimensionate per le correnti nominali e di corto circuito indicate sugli schermi elettrici.

Le sbarre sono ancorate e sostenute mediante l'impiego di setti reggi sbarre in materiale isolante stampato (resina poliestere con fibra di vetro), che assicurano la perfetta tenuta agli sforzi elettrodinamici che potrebbero derivare dalle correnti di corto circuito dell'impianto.

I quadri sono percorsi longitudinalmente da una sbarra di rame, quale conduttore di protezione, solidamente imbullonata alla struttura metallica.

Tutta la struttura e gli elementi di carpenteria sono francamente collegati fra loro mediante viti speciali, per garantire un buon contatto elettrico fra le parte.

Le porte sono collegate alla struttura metallica tramite treccie flessibili di rame isolato.

5.10.2 Caratteristiche elettriche delle celle

Per la quantità complessiva è necessario riferirsi allo schema unifilare, ove sono indicate anche le riserve.

Il comando dell'interruttore è effettuato dall'esterno.

I cavi sono del tipo FS17 non propaganti la fiamma completi di terminazioni realizzate con capicorda a pressione.

La siglatura dei cavi è realizzata con segnalini ad anello indelebili e imperdibili, posti in corrispondenza di ogni terminazione e recanti la numerazione riportata sugli schemi.

La sezione minima dei cavi di cablaggio è di 2,5 mm² per la potenza e di 1,5 mm² per i comandi.

I cavi sono contenuti in genere entro idonee canalette in PVC auto estinguente e provviste di coperchio, riempite non oltre il 70 %.

Per l'identificazione della destinazione delle apparecchiature sono previste targhette sulle portelle frontali del quadro in plexiglas inciso o serigrafato, mentre, all'interno del quadro, sono poste targhette indelebili autoadesive.

5.11 CARATTERISTICHE DEI PRINCIPALI COMPONENTI

5.11.1 Generalità

Gli interruttori automatici sono dotati di sganciatori per sovracorrente su tutti i poli. I campi di regolazione sono coerenti con le caratteristiche delle utenze e conformi agli schemi di progetto del quadro.

Gli interruttori dovranno avere un numero di contatti ausiliari chiusi e aperti non inferiore a quello indicato sugli schermi funzionali di progetto.

5.11.2 Apparecchiature di manovra

5.11.2.1 Interruttori per partenze

Tipo: compatto, in scatola isolante, tri-polare per c.a., con relè magnetici o termo magnetici completi di modulo differenziale ove richiesto da schema, in esecuzione fissa.

Comando: manuale / servomotore se richiesto

Categoria di prestazioni su corto circuito: PI con corrente ammissibile dopo la prova di c.to c.to pari alla corrente nominale ininterrotta richiesta.

5.11.2.2 Relè ausiliari

Tipo di servizio:	continuo
Tensione di alimentazione della bobina:	24 Vca
Numero e funzione dei contatti:	secondo schema, normalmente pari a 4 CO
Portata contatti:	6 A
Potere di interruzione (L/R = 40 ms):	0,5 A c.a.
Durata elettrica dei contatti	

(n. manovre al potere di interruzione): $\geq 10^5$

Durata meccanica (n. manovre): 10^6

5.11.2.3 Morsettiere ausiliarie

Le morsettiere ausiliarie saranno costituite da morsetti componibili di sezione singola $\geq 2,5 \text{ mm}^2$.

Ciascuna morsettiera sarà separatamente collocata nel vano cavi.

5.11.2.4 Numerazione dei conduttori

I conduttori saranno numerati in maniera indelebile con appositi accessori, oppure con numerazione a caldo dell'isolante, secondo la numerazione indicata negli schemi di progetto.

Gli accessori per la numerazione saranno del tipo "a tubetto" o "a collarino", comunque preventivamente accettati dalla DD.LL. o dal Cliente finale.

5.12 VARIE

5.12.1 Collegamenti di terra

Lungo tutta la lunghezza del quadro è prevista una sbarra di terra in rame di sezione 200 mm^2 alla quale sono collegate tutte le parti metalliche degli scomparti, le portelle, le parti inattive delle celle e le masse delle utenze alimentate.

Le portelle incernierate, su cui sono montate apparecchiature elettriche, sono collegate a terra a mezzo di treccia di rame flessibile.

Tutti i collegamenti con la sbarra di terra sono realizzati con morsetti muniti di rondelle anti svitanti, in modo da impedirne l'allentamento a seguito di vibrazioni.

Ad entrambe le estremità del quadro, la sbarra di terra, è munita di fori da 13 mm per il collegamento con il collettore di terra, oppure direttamente ai conduttori di terra, mediante bulloni.

5.12.2 Morsettiere ausiliarie

Le morsettiere sono del tipo componibile, realizzate con morsetti componibili su profilati normalizzati DIN, ampiamente dimensionate e suddivise in: parte di potenza e parte ausiliari.

Ogni morsetto è costituito in materiale non igroscopico assicurante nel tempo ottime qualità d'isolamento.

Ogni morsetto è facilmente estraibile senza dovere spostare i morsetti adiacenti.

Ogni morsetto è numerato con segnalini da applicare a pressione, con diciture indelebili corrispondenti a quanto riportato sugli schemi.

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

Le morsettiere sono installate in posizione facilmente accessibile e a conveniente distanza dalle strutture del quadro e dalle apparecchiature, per facilitare il collegamento dei cavi efferenti.

5.12.3 Materiali isolanti

I materiali impiegati saranno incombustibili o di tipo non propagante la fiamma.

Sono inoltre scelti con particolare riguardo alle caratteristiche di resistenza alla scarica superficiale e alla traccia e di anigroscopicità.

5.12.4 Colorazione e individuazione delle anime dei conduttori

Nella realizzazione del quadro per l'individuazione dei conduttori sono seguiti i seguenti criteri:

- Colore giallo - verde esclusivamente per i conduttori di terra o di protezione o equipotenziali.
- Colore blu chiaro per i conduttori di neutro o per il conduttore mediano in corrente continua.
- Colore nero per correnti alternate e colore grigio per correnti continue.
- I conduttori nudi, se usati come conduttori di protezione, sono colorati con bande verdi e gialle di uguale larghezza (da 15 a 100 mm) contigue, per ogni scomparto o per ogni cella o per ogni posizione accessibile. Se è utilizzato un nastro adesivo, esso deve essere bicolore.
- Quanto sopra è valido anche per i conduttori nudi usati come conduttori di neutro.
- In aggiunta a quanto sopra si prescrive che, all'interno dei quadri, inteso in generale, le colorazioni dei diversi conduttori, a seconda del tipo di utilizzo, siano le seguenti:

• Conduttori a tensione piena	Guaina di colore marrone
• Conduttori a tensione I 10 Vca	Guaina di colore grigia
• Conduttori per segnali dal/al PLC	Guaina di colore viola
• Conduttori a tensione 24 Vcc, positivo	Guaina di colore rosso
• Conduttori a tensione 24 Vcc, negativo	Guaina di colore nero
• Conduttori per segnali amper.ci da TA	Guaina di colore bianco, sezione 2,5 mm ² .

5.12.5 Separazione dei circuiti

Nella realizzazione del quadro sono tenuti separati, poiché singolarmente protetti, i seguenti circuiti:

- Motorini di carica delle molle
- Segnalazioni
- Comandi
- Protezioni

5.13 VERNICIATURA

5.13.1 Ciclo di verniciatura

La carpenteria è trattata in un impianto a ciclo continuo di preparazione e verniciature.

Le fasi del ciclo sono:

- sgrassaggio
- decapaggio
- fosfatazione
- passivazione
- applicazione a mani incrociate di colori epossidici
- trattamento termico
- lisciatura
- mano a finire
- polimerizzazione in forno

5.13.2 Colore

Tutti gli equipaggiamenti hanno un colore di finitura in accordo alla seguente tabella:

EQUIPAGGIAMENTO	COLORE	CODICE RAL	FINITURA	APPLICAZIONE
Lamiere esterne	Grigio chiaro	9002	Bucciato	In fabbrica
Lamiere interne	---	---	Zinco balenata	In fabbrica

5.13.3 Garanzie sulle verniciature

Il ciclo di verniciatura sarà quello standard del fornitore.

5.14 PROVE E COLLAUDI

5.14.1 Requisiti generali

Alla completa accettazione di ciascun collaudo, il costruttore sottometterà al compratore le copie richieste dei certificati di collaudo.

5.14.2 Collaudi in fabbrica

I materiali e le apparecchiature sono collaudati in fabbrica, al fine di verificare la conformità con le garanzie richieste e gli altri dati di progetto.

Il fornitore deve eseguire nella propria officina le necessarie prove meccaniche ed elettriche atte a controllare la rispondenza del complesso e delle singole parti della fornitura alla presente scheda tecnica ed alle norme in essa citate.

Le prove saranno eseguite alla presenza del personale della Committente, avvisato con almeno 10 giorni d'anticipo e solo a quadro terminato.

La documentazione a corredo del quadro sarà, successivamente all'esito positivo, modificata nella versione "Come collaudato".

Le prove sono quelle prescritte dalle Norme ma, comunque, comprendono:

- ispezione visiva.
- conformità con le specifiche ed i disegni.
- controllo a vista del complesso e delle singole parti;
- misura della resistenza d'isolamento;
- prove meccaniche
- prove di funzionamento dei dispositivi e dei circuiti di comando;
- prova di tensione a frequenza industriale;
- controllo elettrico dei circuiti ausiliari, esteso a tutti i circuiti del quadro.

Su tutti i componenti sarà verificata la rispondenza delle caratteristiche con le indicazioni riportate sullo schema funzionale (es.: calibro interruttori, tarature termici, ecc.).

5.15 QUADRO/I PER AUTOMAZIONE

5.15.1 Generalità

I quadri per automazione avranno le stesse caratteristiche dei quadri per i quadri e dovranno far parte di una serie d'armadi costituenti una piattaforma di componenti comuni, idonea anche per elettronica, trasmissione dati, ecc., con grado di protezione minimo IP 55 e ingombro della struttura di:

Larghezza 600 .. 800 .. 1000 .. 1200 .. 1800 mm.

Altezza 1600 .. 1800 .. 2000 mm.

Profondità: 400 .. 500 .. 600 .. 800 mm.

Armadio componibile per automazione, del tipo a parete o pavimento, avente:

- Struttura portante (telaio) di tipo fisso e simmetrico, costituita da montanti a doppia colonna a profilo cavo con foratura a reticolo DIN di 25 mm, ottenuti da calandratura di lamiera d'acciaio di spessore 1,5 mm ripiegata innumerevoli volte, elettro saldati.
- Telaio, porta, parete posteriore e lamiera del tetto d'acciaio con rivestimento Aluzink, verniciatura esterna secondo standard fornitore approvato da D.L.
- Le parti angolari del profilo sono arrotondate.
- Profilo orizzontale con scanalatura aggiuntiva fissata al di sopra della guarnizione.
- Profilo verticale con due piani di montaggio per allestimento interno.
- Affiancabile da ogni lato.
- Porta anteriore realizzata da cornice ottenuta da pressofusione d'alluminio verniciato e lastra di vetro di sicurezza temperato; la porta ha, internamente, n. 4 angolari in pressofusione di zinco e foratura secondo reticolo DIN di 25 mm con guarnizione schiumata di tenuta.
- La lastra di vetro è conforme alla norma UNI 7142 di spessore 3 mm con stampigliatura antiriflesso.
- Porta con apertura a destra e con chiusura a cremagliera a 4 punti di fissaggio.
- Inserto doppio pettine secondo DIN 436688.
- Cerniere fisse e perno, angolo apertura porta 180°, spazio libero dal fondo 25 mm.
- Porta posteriore interamente in lamiera d'acciaio di spessore 1,5 mm.
- Tetto in lamiera d'acciaio presso piegata di spessore 1,5 mm, fissato alla struttura portante con n. 4 viti.

- Fondo in lamiera zincata e cromatata di spessore 3 mm, piegata lateralmente a C e completa di piedini regolabili di plastica a scorrimento in profondità con interassi di fissaggio di 25 mm.
- Superficie zincata di tipo conduttivo in grado di poter garantire l'equipotenzialità in fase di montaggio dei componenti, predisposta per il fissaggio di cavetti di collegamento per la messa a terra.
- Zoccolo d'altezza 100 mm, con flange apribili.
- Traverse di rinforzo di sezione 73x17 mm, o superiore, montate a mezza altezza nella profondità dell'armadio sui montanti della struttura, dotate di fori tondi e quadri con passo 25 mm.

Gli armadi, secondo gli utilizzi, saranno completati con: lamiera di fondo in più parti, traversi, dispositivi d'accoppiamento, serie di sbarre isolate, ventilatori, climatizzatori, ecc., ecc.

5.15.2 Cablaggio

Il sistema di cablaggio, nel caso di strumenti elettronici di processo, sarà del tipo a cavo esteso, con innesto a connettore sullo strumento e allacciamenti delle estremità opposte a morsettiere ubicate all'interno dei quadri di smistamento.

Per facilitare la manutenzione degli strumenti, ogni loop di misura o regolazione ed in generale ogni strumento elettrico installato nel quadro sarà alimentato tramite un individuale sezionatore con fusibili, apribile sotto carico (durante il movimento d'apertura, i fusibili non saranno spostati).

Gli strumenti installati nel quadro saranno identificati con targhette indicanti la sigla ed il servizio di ciascuno strumento.

Potranno essere impiegati cavi multipli con terminali a connettore per i collegamenti fra gli strumenti a fronte quadro e le unità d'ingresso/uscita relative; i tipi e le caratteristiche dei cavi e connettori saranno concordati di volta in volta.

I cavi per gli strumenti elettronici in ogni caso saranno in accordo con le prescrizioni dei fornitori delle apparecchiature.

Allo scopo di evitare disturbi indotti nei cavi dei segnali a basso livello e per motivi di sicurezza si dovranno separare opportunamente i cavi funzionanti a livello di tensione e corrente.

5.15.3 Messa a terra

Tutte le strutture metalliche del quadro, e le eventuali armature dei cavi provenienti dal campo, saranno collegate alla rete di terra.

La messa a terra potrà essere evitata solo per i contenitori metallici delle apparecchiature elettriche con tensioni relative fino a 25 V se in c.a. e a 50 V se in c.c.

5.15.4 Costruzione del quadro

Il quadro sarà atto a contenere tutte le apparecchiature previste.

Le apparecchiature di protezione, comando, potenza saranno installate esclusivamente sui pannelli interni allocati sul fondo del quadro, le apparecchiature di comando e la strumentazione saranno installate sulle porte.

Il collegamento tra le porte e l'interno del quadro sarà tale da porre i singoli conduttori in sforzo di flessione e non di torsione.

Le sbarre collettrici saranno in acciaio I.430I, ampiamente dimensionate e ammarate, per sopportare le sollecitazioni dovute alle possibili correnti di corto circuito in gioco, senza subire deformazioni o danni agli elementi.

L'isolamento, tra le fasi e tra le fasi e la terra, delle parti attive dei circuiti di potenza ed ausiliari sarà realizzato con materiali isolanti aventi elevate proprietà meccaniche ed elettriche, non igroscopici, auto estinguenti, resistenti alla fiamma e all'arco superficiale, idonei a mantenere nel tempo le proprietà caratteristiche.

Negli attraversamenti delle lamiere metalliche di divisione tra le varie celle, inoltre, i conduttori e/o le sbarrette metalliche saranno non direttamente a contatto con la lamiera, ma saranno muniti di guarnizione in materiale auto estinguente.

I conduttori principali (a tensione piena) che anche con interruttore generale aperto saranno sotto tensione, saranno con isolamento rinforzato (conduttori del tipo FG16ORI6).

In ogni caso le caratteristiche dei materiali devono essere come minimo quelle indicate nei seguenti sotto capitoli.

5.16 DIMENSIONAMENTO APPARECCHIATURE ALL'INTERNO DEI QUADRI

5.16.1 Materiali isolanti

Tutti i materiali impiegati nella costruzione dei quadri saranno auto estinguenti e non igroscopici.

Le guarnizioni, invece, saranno in gomma siliconica o di materiale avente caratteristiche simili, tali da resistere all'invecchiamento e incrudimento dovuto all'esposizione ai raggi UV.

5.16.2 Sistema di sbarre fino a 250 A

Le sbarre principali, per correnti fino a 250 A saranno 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 saranno trattate superficialmente con zincatura elettrolitica.

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

Gli apparecchi di protezione saranno 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

5.16.3 Contattori

Saranno 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 e dei relé termici

La categoria d'impiego sarà l'AC3 con declassamento minimo del 20% rispetto a quanto indicato sui cataloghi. Ogni contattore sarà 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 I, rapporto d'intermittenza 60%, avviamento corto
- Numero di cicli a carico: * 10.000.000
- Tensione nominale della bobina di comando: 24 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	110 Vca
• Contatti ausiliari	n.	Ad innesto nella combinazione 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	110 Vca
• Contatti ausiliari	n.	Oltre ai 2 L + 2 R di serie, altri ad innesto nella combinazione desiderata, solo laterali	

5.16.4 Interruttori automatici specifici per protezione motore

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

Gli interruttori per protezione motore saranno della stessa marca dei fusibili, dei contattori e dei relé termici.

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 relè termici (a 35°C)		It	A 80 .. 100%
• Campo di taratura relè 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 mot. oltre 16,1 A fino a 45A
• 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 relè termici (a 35°C)		It	A 80 .. 100%
• Campo di taratura relè 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 mot. oltre 45,1 A e fino a 90A
• 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 relè termici (a 35°C)	It	A	80 .. 100%
• Campo di taratura relè 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 relè termici (a 35°C)	It	A	Uguale a In
• Campo di taratura relè 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

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 | I60 |
| • Campo di taratura relè termici (a 35°C) | It | A | Non presenti |
| • Campo di taratura relè magnetici (a 35°C) | Im | A | Non presenti |

5.16.5 Interruttori automatici

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
• Tensione nominale	Un	V	400
• Corrente nominale	In	A	6 .. 10 .. 16 .. 25 .. 32 .. 40 .. 50 .. 63
• Campo di taratura relè termici (a 35°C)	It	A	Uguale a In
• Campo di taratura relè magnetici (a 35°C)	Im	A	Curva C
• Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Icu	kA	I5
• Potere d'interruzione nominale a 400 Vca	Ics	kA	100% di Icu
• Campo di taratura relè differenziale	Id	A	0,03/0,3 A Classe A

5.16.6 Relé termico

Qualora non sia tecnicamente possibile utilizzare interruttori automatici specifici per protezione motore, saranno utilizzati relè 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.

Saranno 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 contattore sarà rigida e non sopportante il peso del relé termico.

5.16.7 Avviamento di motori tramite Inverter

Nel caso in cui sarà necessario utilizzare apparecchiature elettroniche inverter, esse saranno della stessa marca dei fusibili, dei contattori e degli interruttori di protezione motori.

La corrente nominale dell'apparecchio a 55°C sarà pari o superiore alla corrente nominale del motore da avviare.

Tutti gli avviamenti inverter devono essere muniti di:

- Pannello operatore installato a fronte quadro o a bordo nel caso di inverter esterni.
- Filtro in classe A.
- Ingresso STO.
- Esecuzione IP21.
- Porta di comunicazione ethernet con protocollo Modbus TCP/IP.

5.16.8 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 sarà comprensivo di porta ethernet con protocollo Modbus TCP/IP, 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 portato a morsettiera.

5.16.9 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 saranno fissati o sul pannello interno del quadro, oppure sulla sbarra ove sono inseriti, mai appesi al cavo.

5.16.10 Alimentatori stabilizzati ridondati

Gli alimentatori stabilizzati, atti alla generazione della 24 Vcc, saranno collegati sia a coppia in configurazione ridondata sia singoli; nel caso di configurazione ridondata potrebbero essere completi di modulo UPS con batterie installate entro cassetta stagna sul fondo del quadro elettrico e con sfogo verso l'esterno del quadro; essi saranno in robusto contenitore a ventilazione naturale e avranno:

Ingresso 230/400 Vca +/- 15%

Uscita 24 Vcc stabilizzata 5 A, oppure 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.

5.16.11 Illuminazione e presa di servizio all'interno del quadro

All'interno del quadro, per ciascuna anta, deve essere sempre previsto un apparecchio illuminante di potenza 14 W munito d'interruttore d'accensione.

La lampada, del tipo fluorescente, sarà coperta da apposito schermo prismaticizzato.

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

5.16.12 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, sarà scelto in funzione di queste esigenze in modo da dare all'insieme del quadro particolari caratteristiche estetiche.

La loro disposizione sul fronte del quadro sarà basata su criteri ergonomici e di praticità e, in ogni caso, preventivamente concordata con la Direzione Lavori.

5.16.13 Lampade di segnalazione a LED

- Potenza: 0,25 W a 110 V
- Tensione nominale al portalampada: 230 Vac derivata dall'alimentatore

5.16.14 Relé ausiliari

- Tipo di servizio: continuo
- 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): * 105
- Durata meccanica (n. manovre): 106

5.16.15 Ventilatori e filtri EMC per circolazione aria all'interno dei quadri

I ventilatori, per portata d'aria da 20 a 105 m³/h, saranno 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.

Sia il ventilatore, sia i filtri d'espulsione dell'aria calda devono essere muniti di protezione EMC.

5.16.16 Telai Rack 19" girevoli per apparecchiature elettroniche

I telai girevoli per Rack 19" saranno montati all'interno di quadri di dimensioni di base 800x600 mm.

Essi saranno 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 saranno completi con set di montaggio, dispositivo d'arresto, guide di sostegno, ecc., ecc.

5.16.17 Telai Rack 19" fissi per apparecchiature elettroniche

I telai fissi per Rack 19" saranno montati all'interno di quadri di dimensioni di base 600x600 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 saranno completi con set di montaggio, dispositivo d'arresto, guide di sostegno, ecc., ecc.

5.16.18 Morsettiere

Le morsettiere saranno 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 sarà numerato con segnalini da applicare a pressione, con diciture indelebili.

La sezione minima dei singoli morsetti sarà 2,5 mm² per i circuiti ausiliari e 4 mm² per gli altri; i morsetti saranno muniti di dispositivo contro l'allentamento accidentale del filo.

Le morsettiere saranno previste in posizione facilmente accessibile e a conveniente distanza dalle strutture periferiche e dalle apparecchiature interne del quadro 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 saranno inferiori al 20% del totale richiesto.

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

5.16.19 Cablaggio elettrico

Il cablaggio elettrico del quadro sarà conforme alle prescrizioni delle Norme CEI applicabili.

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

Lo spazio da riservare sul fronte e all'interno del quadro per l'eventuale installazione futura di nuovi strumenti sarà 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 mm².

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

5.16.20 PLC

Nel presente progetto è prevista l'installazione di un quadro di automazione QPLC con al suo interno PLC singolo tipo Siemens S7-1500 o equivalente.

Tutti i sistemi del PLC completo di schede I/O come da schema a blocchi di automazione.

I PLC saranno alimentati a 24 Vcc.

I PLC avranno comunicazione via Ethernet.

5.16.21 Switch

Gli switch avranno le seguenti caratteristiche:

- Alimentazione: 24 Vcc
- N prese ethernet: 8 o 16 porte

Switch unmanaged, dotato di porte Ethernet 10/100 Base T. Montaggio su guida DIN in armadi industriali consentendo di stabilire connessioni Ethernet tra PLC, unità di I / O, inverter, inverter e HMI. Dotato di un filtro in grado di prevenire una broadcast storm.

5.16.22 Duplicatore segnali

Alimentazione	10..40 Vdc;
Alimentazione trasduttori	Si max 25 mA, 17 Vdc
Assorbimento	max 0.5..2 W
Isolamento	1.500 Vac a 4 vie tra ingresso // alimentazione // uscita I // uscita 2
Grado di protezione	IP20
Indicatori di stato LED	Alimentazione

	Allarme
Tempo di risposta	< 25 ms
Interfacce	Micro USB (frontale)
Classe di precisione	0,1%
Deriva Termica	0,01% /K
Linearità	<1% (input), 0.01% (output)
Configurazione	DIP switch
Temperatura funzionamento	-10..+65°C
Dimensioni	17,5 x 100 x 112 mm
Conessioni	Morsetti estraibili a vite
Custodia	Nylon 6 30% fibra vetro
Montaggio	Guida DIN 35 mm (IEC/EN 60715)

6 QUADRI POWER CENTER

6.1 DATI AMBIENTALI

I dati ambientali riferiti al locale interno e chiuso ove dovrà essere inserito il quadro in oggetto sono:

Temperatura ambiente	Min -5 °C / Max +40 °C
Umidità relativa.....	Max 50 % a 40 °C
Altitudine.....	≤ 2000 m s.l.m.
Grado di inquinamento.....	≤ 3
Tipologia di posa e fissaggio	A pavimento

6.2 CARATTERISTICHE ELETTRICHE & MECCANICHE

Tensione nominale di funzionamento U_n	400 / 690 / 800 V
Tensione nominale di isolamento U_i	1000 V
Tensione nominale di impulso a frequenza industriale U_{imp}	12 kV
Frequenza nominale f_n	50 o 60 Hz
Corrente nominale sbarre principali I_{nA}	fino a 4000 A
Corrente nominale sbarre di derivazione I_{nc}	fino a 4000 A
Fattore di contemporaneità circuiti di uscita (RDF)	1
Corrente nominale ammissibile di breve durata I_{cw}	fino a 35 kA x 1s
Corrente nominale ammissibile di picco I_{pk}	fino a 70 kA
Polarità	3F o 3F + N
Grado di protezione esterno	IP31 o IP41
Grado di protezione a porta aperta	IP 2X
Classe di protezione meccanica	IK10
Forma di segregazione	3B o 4B
Accessibilità vano cavi	Posteriore
Ingresso ed uscita cavi o condotti	Dall'alto e dal basso
Tenuta all'arco interno (con o senza sistema di mitigazione)	35 kA per 0,3 s a 400 V

Tenuta sismica (ZPA) 1.2 g orizz e 0.6g vert

6.3 DATI DIMENSIONALI

Il quadro sarà composto da unità modulari aventi le seguenti dimensioni di ingombro:

- Larghezza: 400 / 600 / 800 / 900 mm
- Profondità: 800 mm in esecuzione IP4I
- Altezza: 2300 mm

Si dovrà inoltre tenere conto delle seguenti distanze minime di rispetto:

- Anteriormente: 800 mm
- Posteriormente: 100 mm

6.4 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

6.4.1 CARPENTERIA

La struttura del quadro dovrà essere realizzata in acciaio zincato a caldo, in accordo alla normativa UNI EN 10142 con uno spessore non inferiore a 20/10; mentre i pannelli di chiusura dovranno essere realizzati in acciaio laminato a freddo, in accordo alla normativa UNI EN 10130, con uno spessore non inferiore a 15 o 20/10.

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

Le porte anteriori dovranno essere corredate di chiusura a chiave triangolare ed il rivestimento frontale, ove richiesto, sarà costituito da cristallo di tipo temperato.

Ogni colonna componente il quadro dovrà essere completa 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 Multifix o su pannelli fissati con 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 targhetta indicatrice che ne identifica il servizio. Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra (in conformità a quanto prescritto dalla citata normativa CEI EN 61439-2).

6.4.2 VERNICIATURA

Con l'obiettivo di garantire un'efficace resistenza alla corrosione, i pannelli di chiusura dovranno essere opportunamente trattati e verniciati. Il trattamento di fondo dovrà prevedere il lavaggio, il fosfosgrassaggio, l'asciugatura e successivamente l'essiccazione delle lamiere.

Queste ultime, dopo essere opportunamente trattate, dovranno essere verniciate con polvere epossipoliestere o poliesteri RAL 9003 liscio, con spessore medio 80 micron, mentre le coperture dello zoccolo anteriore e posteriore saranno RAL 7015 liscio, con spessore medio 80 micron.

Il quadro dovrà quindi essere di categoria ambientale C2 in accordo alle condizioni definite dalla normativa IEC 60721-3.

6.4.3 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 richieste.

Le sbarre orizzontali da 630 A a 4000 A dovranno essere realizzate preferibilmente mediante alluminio sagomato e fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine e dovranno essere disposte in modo da permettere eventuali modifiche future, la sezione dovrà essere adeguata alla I_n richiesta con un solo conduttore per fase.

In alternativa, le sbarre orizzontali potranno anche essere realizzate in rame elettrolitico di sezione rettangolare piene su tutta la lunghezza; fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine in grado di gestire un massimo di 3 sbarre per fase e disposte in modo da permettere eventuali modifiche future. Il numero e la sezione delle sbarre dovranno essere adeguate alla I_n richiesta.

Le sbarre verticali da 630 A a 4000 A dovranno essere realizzate preferibilmente in alluminio sagomato fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine e disposte in modo da permettere eventuali modifiche future, la sezione dovrà essere adeguata alla I_n richiesta con un solo conduttore per fase.

In alternativa, le sbarre verticali potranno anche essere realizzate in rame elettrolitico di sezione rettangolare piene su tutta la lunghezza; fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine in grado di gestire un massimo di 3 sbarre per fase e disposte in modo da permettere eventuali modifiche future. Il numero e la sezione delle sbarre dovranno essere adeguate alla I_n richiesta.

L'interasse tra le fasi e la distanza tra i supporti sbarre saranno regolamentate dal costruttore originale in base alle prove effettuate presso laboratori qualificati.

I collegamenti tra sistemi sbarre orizzontali e verticali dovranno essere realizzati mediante collegamenti di giunzione forniti dal costruttore originale.

I sistemi sbarre dovranno essere predisposti per essere suddivisi, in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro, e consentiranno ampliamenti su entrambi i lati.

6.4.4 DERIVAZIONI

Per correnti da 100 A a 630 A gli interruttori dovranno essere collegati direttamente alle sbarre principali mediante bandelle flessibili isolate, dimensionate in base alla In dell'interruttore stesso.

In caso di specifiche esigenze gli interruttori scatolati Compact NSX o equivalenti con In max pari a 250 A, potranno essere affiancati verticalmente su un'unica piastra, conferendo così all'intero quadro la forma di segregazione tipo 3B.

Per tutti gli altri interruttori, che saranno dello stesso marchio del costruttore originale, dovranno essere forniti i disegni dei collegamenti in ingresso e in uscita.

Tutti i cavi di potenza, superiori a 50 mmq, entranti o uscenti dal quadro non dovranno avere interposizione di morsettiere; si attesteranno direttamente agli attacchi posteriori degli interruttori alloggiati sul retro del quadro in una zona opportunamente predisposta. L'ammarraggio dei cavi avverrà 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 dovranno attestarsi a delle morsettiere componibili su guida posizionate in canalina laterale o nella parte posteriore del quadro, con diaframmi dove necessario, che saranno adatte, salvo diversa prescrizione, ad una sezione di cavo non inferiore a 6 mmq.

6.4.5 TENUTA ARCO INTERNO

In condizioni ambientali particolari, indipendenti dalla conformità iniziale assicurata dal costruttore, dovrà essere possibile richiedere che il quadro sia realizzato a tenuta all'arco interno, quindi classificato dal costruttore come di categoria C (criteri da 1 a 7) come indicato dalla normativa CEI IEC/TR 61641.

Ovvero sarà classificato come un quadro che protegge le persone contro gli effetti di un arco in aria al suo interno (nelle aree non classificabili come protette contro l'innesco dell'arco) e che mantiene sia un'integrità strutturale che una limitata operatività.

Il quadro dovrà essere provato e certificato da un laboratorio qualificato in due diverse esecuzioni: una con sistema di mitigazione dell'arco (dello stesso marchio del costruttore originale) e una senza sistema di mitigazione dell'arco.

6.4.6 TENUTA SISMICA

In condizioni ambientali particolari, indipendenti dalla conformità iniziale assicurata dal costruttore, dovrà essere possibile richiedere che il quadro sia realizzato a tenuta sismica, con valori progettuali adeguati alla rispettiva zona di installazione (da 1 a 4).

Il quadro nella sua totalità dovrà garantire un'eccellente resistenza meccanica, ed essere in grado di gestire le importanti sollecitazioni in gioco, garantendo la continuità di servizio durante e dopo la sollecitazione sismica (criterio C0) come indicato dalla normativa IEC 60068-3-3.

Il produttore dovrà determinare la configurazione ed i limiti del quadro in base alle informazioni fornite dal cliente.

Lo stesso dovrà essere provato e certificato da un laboratorio qualificato.

6.4.7 DISPOSITIVI DI MANOVRA E PROTEZIONE

Dovrà essere garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che saranno pertanto concentrate sul fronte del quadro. All'interno dovrà essere possibile un'agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione.

Le distanze tra i dispositivi e le eventuali separazioni metalliche impediranno 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 negli schemi elettrici.

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, salvo diverse indicazioni.

Dovrà essere prevista la possibilità, in caso di condizioni ambientali particolari, indipendenti dalla conformità iniziale assicurata dal costruttore, di equipaggiare il quadro con un sistema di mitigazione dell'arco interno di tipo Vamp (vedi paragrafo "Tenuta Arco Interno")

6.4.8 CONDUTTORE DI PROTEZIONE

Ogni struttura dovrà essere direttamente collegata alla sbarra di terra avente una sezione pari a 500mm².

Le porte saranno predisposte per essere collegate alla struttura tramite una connessione flessibile.

Per un calcolo preciso della sezione adatta è necessario fare riferimento al paragrafo 8.4.3.2.2 della già citata normativa CEI EN 61439-1.

6.4.9 COLLEGAMENTI AUSILIARI

I collegamenti ausiliari dovranno essere gestiti mediante conduttori flessibili, con tensione di isolamento pari ai valori indicati nella normativa CEI EN 61439-1 e le seguenti sezioni minime:

- 4 mmq per i TA
- 2,5 mmq per i circuiti di comando
- 1,5 mmq per i circuiti di segnalazione e i TV

Ogni conduttore dovrà essere completo di anellino numerato corrispondente al numero indicato 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.

Dovrà essere possibile collegare 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 sarà ottenuta tramite una lamella e non direttamente mediante la 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 mediante materiale adesivo.

6.4.10 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 dei pannelli di chiusura posteriori.

6.4.11 COLLEGAMENTI ALLE LINEE ESTERNE

Se una linea è gestita mediante condotto sbarre tipo Canalis o contenuta in canalina dovranno essere previste delle piastre metalliche in due pezzi asportabili per evitare l'ingresso di corpi estranei, la giunzione alla barratura interna al quadro, dovrà essere realizzata mezzo bulloni con con dado a rottura prestabilita M12, con numero variabile in funzione della In.

In ogni caso le linee dovranno attestarsi alla morsettiera in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione. La morsettiera non dovrà sostenere il peso dei cavi ma gli stessi dovranno essere ancorati ove necessario a dei 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, si sconsiglia il collegamento diretto sui codoli posteriori degli interruttori in modo da evitare eventuali sollecitazioni meccaniche.

6.4.12 STRUMENTI DI MISURA

Le linee principali e maggiormente energivore dovranno essere equipaggiate con strumenti di misura per il conteggio dell'energia e l'analisi della power quality di base. Gli strumenti di misura dovranno disporre di:

- Installazione tramite trasformatori di corrente esterni TA x / 5A o x / 1A
- Monitoraggio delle reti BT: 1P+N, 3P, 3P+N
- Installazione guida DIN o pannello 96 x 96
- Alimentazione ausiliaria esterna CA
- Misure dei seguenti parametri:
 - Energia attiva (kWh) contatore totale (Classe 0.5S o superiore conforme a IEC 62053-22 e IEC 61557-12)
 - Energia attiva (kWh) e reattiva (kVARh) contatore parziale con reset
 - Energia reattiva (kVARh) contatore totale del consumo (Classe 2 o superiore conforme a IEC 62053-23)
 - Tensione media (V) e corrente per fase (A): 0,5 %
 - Potenza attiva, reattiva ed apparente totale (W/VAR/VA)
 - Fattore di potenza
 - Frequenza (Hz)
 - Tasso di distorsione armonica (THD)
 - Tempo di funzionamento (ore)

Il misuratore di energia dovrà essere fornito con una porta di comunicazione Modbus RS485 o Modbus TCP/IP predisposto per il collegamento al webserver tipo Panel Server di Schneider Electric o equivalente.

Tutte le informazioni dovranno essere disponibili sul display ed il misuratore di energia dovrà essere fornito con almeno un contatto d'uscita personalizzabile per i consumi di energia attiva o per gli allarmi (soglia configurabile dall'utente).

6.4.13 COLLAUDI

Le prove di collaudo saranno eseguite secondo le modalità previste dalla normativa CEI EN 61439-2. Inoltre il fornitore dovrà dare visibilità, su richiesta, dei certificati delle prove di tipo previste dalla normativa CEI EN 61439-2 effettuate dal costruttore originale sui prototipi del quadro.

7 SISTEMA CENTRALIZZATO DI CONTROLLO CON PLC

7.1 PREMESSA

Il sistema dovrà realizzare il monitoraggio, il controllo, la visualizzazione di allarmi, di record e di trend per tutti gli input/output assegnati al sistema, come descritti nel seguito.

Il sistema risponderà alle caratteristiche di un'architettura aperta basata su tecnologia standard, incluso il protocollo di comunicazione digitale HART.

Ogni processore del sistema dovrà essere un'unità configurabile, programmata con l'adozione delle più evolute applicazioni software per eseguire task specifici.

Ogni processore utilizzerà un set di periferiche dedicate per realizzare i task assegnati.

7.2 REQUISITI FUNZIONALI

7.2.1 Qualificazione del Fornitore

Il Fornitore ed i suoi sub-fornitori dovranno avere un'esperienza consolidata di almeno due anni in progetti simili, sia come tipologia sia come dimensioni.

Il Fornitore dovrà essere in grado di fornire una lista di referenze che contenga la lista dei progetti eseguiti nel settore ecologia, con specificati gli indirizzi e nomi dei contatti per una possibile verifica.

7.2.2 Specifiche di progetto

Le funzioni di controllo e di informazione dovranno essere distribuite tra tutte le stazioni indipendenti, direttamente connessi ad una rete ad alta velocità e con le seguenti caratteristiche:

- Ogni tipo di stazione dovrà essere configurabile, modificabile, soggetto a manutenzione o rimosso dalla rete senza che l'operazione influisca sulle altre stazioni.
- La perdita di dati è ammessa solamente qualora una stazione sia soggetto a manutenzione o rimosso dalla rete.
- Ogni stazione potrà essere collocata fisicamente in qualsiasi parte dell'impianto.

- Ogni funzionalità potrà essere espansa aggiungendo stazioni, senza che ciò influisca sulle stazioni operative.
- L'aggiornamento dei dati dovrà avvenire ad intervalli regolari, indipendentemente dalle condizioni di processo e dalle attività dell'operatore.
- Tutte le variabili di processo sono scansite onde verificare gli eventuali stati di allarme e per trasmettere in broadcasting i valori a tutti i monitor.
- Le comunicazioni sulla rete di processo dovranno essere trasparenti a tutti i livelli di utente. I dati dovranno essere disponibili per visualizzazione, calcolo e quando richiesto da programmi di controllo, senza riferimento alle stazioni di origine e senza che siano necessarie particolari procedure di richiamo.
- Tutti i dati di processo dovranno essere disponibili in una rete di informazione di tipo aperta.
- Questa rete avrà una velocità di 100 Megabit per secondo, dovrà essere fault tolerant ed utilizzerà standard industriale.
- Le funzioni di configurazione del software applicativo non influiranno sulle stazioni del sistema, ad eccezione delle operazioni di configurazione del controllore. Le funzioni di configurazione del software applicativo includono compilazione, utility, software gestionale e salvataggio tipicamente richieste per configurare ogni stazione del sistema.
- Come caratteristiche minime, la rete dovrà essere completamente compatibile con il protocollo Ethernet IEEE 802.3 e con il protocollo TCP/IP, con lo scopo di realizzare connessioni tra le stazioni ingegneria e operatore e le CPU.
- Le caratteristiche minime della rete includono connessione RS-485 per l'interfaccia tra il sistema ed il PLC, gli RTU ed altre realizzazioni di controllo dedicate.

7.3 ESPANDIBILITÀ

Il sistema di controllo distribuito potrà essere ampliato oltre il sistema base aggiungendo stazioni alla rete.

L'aggiunta di stazioni e di nuove funzioni non condizionerà l'operatività delle funzioni, né provocherà il degrado delle prestazioni del sistema.

L'espansione potrà essere eseguita, su richiesta, per le seguenti possibilità:

- Aggiunta di input/output.

- Aggiunta di moduli I/O locali.
- Aggiunta di moduli I/O remoti.
- Aggiunta di PLC.
- Aggiunta di stazioni operatore ed ingegneria.
- Aggiunta di periferiche – stampanti, monitor, ecc.
- Aggiunta di loop di controllo.
- Aggiunta di controllo sequenziale con tabelle a matrice di sequenze o logica booleana.
- Aggiunta di funzioni di acquisizione dati come allarmi, logging, calcolo prestazioni, monitoraggio ambientale, visualizzazione in formato grafico, rapporti di sequenze o eventi e raccolta di dati storici.

Il Fornitore renderà note le limitazioni globali del sistema in termini di I/O totali, prestazioni in condizioni operative e numero di stazioni.

Il Fornitore assicurerà che le espansioni descritte in questo paragrafo dovranno essere implementate con hardware e software identico a quello utilizzato per il sistema di base in modo da garantire la totale compatibilità con il sistema pregresso.

7.4 AFFIDABILITÀ E DISPONIBILITÀ

Il sistema di controllo di processo e gestione delle informazioni dovrà essere realizzato per operare all'interno di un impianto di depurazione delle acque reflue e dovrà garantire un alto livello di affidabilità. Inoltre saranno preferibili sistemi con componenti ad alta disponibilità.

Per questo, il Fornitore dovrà realizzare i seguenti obiettivi:

7.5 MINIMIZZAZIONE DELLA FREQUENZA DEI GUASTI

L'hardware dovrà essere realizzato con tecnologia allo stato dell'arte e installato con idonee protezioni per essere compatibile con l'ambiente di lavoro.

Il Fornitore verificherà le condizioni di temperatura e umidità limite compatibili con il sistema.

Le apparecchiature critiche dovranno essere realizzate in modo da accettare due alimentazioni elettriche indipendenti. .

Il Fornitore dovrà essere certificato in conformità alla norma ISO 9001 ed aver realizzato un programma esteso di assicurazione della qualità.

Il sistema realizzato dovrà pertanto essere rigorosamente testato secondo questa norma, inoltre nella sua proposta il Fornitore dovrà includere i dettagli riguardanti la certificazione ed il programma di qualità.

7.6 MINIMIZZAZIONE DELLE CONSEGUENZE DEI GUASTI

L'architettura di controllo distribuito che viene proposta dovrà garantire la minimizzazione delle conseguenze dei guasti.

Il sistema dovrà quindi essere progettato in modo che i guasti di una stazione non ricadano su altre stazioni del sistema.

7.7 MINIMIZZAZIONE DELLA DURATA DEI GUASTI

La durata di ogni guasto dovrà essere minimizzata grazie alle potenzialità di diagnostica rapida dei problemi ed alla conseguente minimizzazione dei tempi richiesti per realizzare i rimedi.

Il sistema fornirà una rappresentazione grafica delle funzioni di diagnostica.

7.8 MANUTENIBILITÀ

L'utilizzo di una tecnologia commerciale massimizzerà le possibilità di manutenzione del sistema.

Il Fornitore fornirà una lista delle schede, degli alimentatori e dei connettori utilizzati dal sistema.

I moduli I/O dovranno essere sostituibili senza escludere l'alimentazione.

Le procedure di manutenzione del sistema dovranno essere semplici, comprensibili e ben documentate.

Gli strumenti software necessari per mantenere, espandere, riconfigurare e ricaricare il sistema dovranno essere forniti come parte del software della stazione di sviluppo.

7.9 SICUREZZA

Dovranno essere fornite metodologie per limitare l'accesso alle funzioni, a seconda del software installato nelle single stazioni.

All'interno dei singoli moduli, le funzioni critiche quali inserimento di valore, modifica dello status, ecc. dovranno essere abilitate o disabilitate attraverso uno schema protetto che prevede l'identificazione con user e password.

La sicurezza dovrà essere definita nella configurazione di ogni stazione e, una volta abilitata, dovrà essere attiva fino ad una nuova modifica di configurazione.

La configurazione di ogni stazione dovrà essere eseguita dalla stazione ingegneria.

Ad ogni tentativo di accesso alle funzioni protette dovrà essere visualizzato un messaggio di errore.

7.10 DOCUMENTAZIONE

Dovranno essere forniti quattro set di documentazione.

La documentazione includerà i risultati di tutti i test, inclusi i test presso il fornitore e di accettazione in situ.

Due set di documentazione operativa ed ingegneria dovranno essere forniti per l'intero sistema di controllo (hardware e software), incluse tutte le apparecchiature acquistate da fornitori terzi.

Ogni set di documentazione includerà tutti i manuali operativi e di manutenzione.

Una copia elettronica della documentazione operativa e di manutenzione dovrà essere acclusa al sistema.

7.11 VARIABILI DI PROCESSO

7.11.1 Tipologie di Input e di Output

Il sistema di controllo distribuito dovrà essere in grado di eseguire lo scanning e di processare le seguenti tipologie di input e di output dal controllore:

Input Digitali:

- Input Digitali Standard
- Sequenze di eventi
- Impulsi

Input analogici:

- Termocoppie
- RTD

- Milliampere DC
- Millivolt DC
- Volt DC

Output digitali:

- Uscite a transistor
- Uscite a relé

Interfacce seriali:

- Modbus RTU
- Modbus TCP/IP
- Ethernet
- Profinet

Le schede di A/O del DCS supporteranno l'alimentazione fino a 16 Vcc per:

- Trasmettitori Smart
- Digital Valve Controllers

7.12 IDENTIFICAZIONE DEI PUNTI

Ogni variabile di processo dovrà essere definita con un'identificazione unica, costituita da 16 caratteri alfanumerici.

Tali dati consentiranno di identificare le variabili nei rapporti e nelle rappresentazioni grafiche.

7.13 FUNZIONI DI SCANSIONE

I controllori di processo eseguiranno una scansione continua del processo e di tutti i punti descritti precedentemente.

Le informazioni dovranno essere convertite in unità ingegneristiche e salvate in memoria dove dovranno essere rese disponibili per ogni utilizzo, per la programmazione del sistema o per la trasmissione di dati del sistema.

Ogni valore dovrà essere accessibile richiamandolo con il nome della variabile di processo.

7.13.1 Input analogici convenzionali

Tutti gli input analogici convenzionali dovranno essere scansionati con una frequenza minima di una scansione per secondo.

Gli input analogici devono essere convertiti dal controllore in unità ingegneristiche in ogni ciclo di scansione.

Ulteriori funzioni, quali conversioni quadratiche, esponenziali e logaritmiche, dovranno essere disponibili.

7.13.2 Input discreti convenzionali

Tutti gli input discreti dovranno essere scansionati con una frequenza minima di una scansione per secondo; gli input utilizzati nelle logiche di controllo dovranno essere scansionati ogni ciclo di loop.

7.13.3 Sequenze di eventi

Le modifiche di stato nelle sequenze di eventi dovranno essere registrate, correlate e salvate con una risoluzione tipica di un millisecondo ma negli altri casi può essere maggiore di 1 o 1,5 millisecondi.

Ogni input di sequenza di eventi dovrà avere la possibilità di vedersi assegnato un ritardo per compensare le caratteristiche di ritardo della trasmissione o dello strumento di processo.

Per ogni input, l'ingegnere di processo avrà la possibilità di scegliere quale sequenza di eventi predisporre contatti aperti, chiusi o entrambi.

Le funzionalità delle sequenze di eventi dovranno essere integrate al sistema di controllo di processo e di gestione delle informazioni.

Gli input delle sequenze di eventi dovranno essere anche utilizzabili come qualsiasi altro input digitale (acquisizione dati, allarmi) senza la necessità di duplicare i cablaggi.

7.13.4 Ingresso a impulsi

Gli impulsi dovranno essere letti, convertiti in unità ingegneristiche e salvati periodicamente.

La frequenza degli impulsi leggibile varierà tra 0 e 10 kHz.

7.13.5 Valori calcolati

I valori calcolati dovranno essere generati utilizzando programmi e configurazioni di controllo definite e dovranno essere trattati come variabili di processo indipendenti.

I calcoli dovranno essere eseguiti su base periodica oppure a richiesta oppure da un evento esterno.

I valori calcolati dovranno essere processati dal sistema nello stesso modo che avviene con gli altri input di processo.

7.14 INTERFACCE DI COMUNICAZIONE

7.14.1 Caratteristiche

7.14.1.1 Bus di comunicazione

Le interfacce di comunicazione dovranno essere basate su standard aperto.

I controllori distribuiti dovranno essere interconnessi con Ethernet ad alta velocità.

7.14.1.2 Processori di comunicazione

Le interfacce di comunicazione saranno costituite da schede dedicate, per ciascuna stazione; ciò consentirà di gestire tutte le comunicazioni tra stazioni e la trasmissione dei dati.

Gli strumenti sulla rete dovranno essere connessi individualmente su ciascun concentratore o Switch Ethernet.

7.14.1.3 Velocità di trasmissione

La velocità nominale delle interfacce di comunicazione dovrà essere di almeno 100 Megabit per secondo, sufficiente per supportare tutte le esigenze di trasmissione in tutti i punti in ogni secondo.

7.14.1.4 Protocolli di comunicazione

Le comunicazioni di rete dovranno essere basate su standard Ethernet IEEE 802.3 attraverso protocollo TCP/IP e dovranno essere implementate con Switch.

Le comunicazioni sulla rete e la gestione dei database dovrà essere trasparente per l'utente.

I software applicativi non richiederanno la conoscenza della configurazione del sistema o dei protocolli utilizzati per le comunicazioni.

Il software applicativo, per poter accedere alle informazioni delle variabili di processo, necessita solamente di identificare le variabili analogiche o digitali attraverso un ID.

Gli ID dovranno essere indipendenti dall'hardware.

7.14.1.5 Affidabilità

Un singolo guasto su una stazione non dovrà disabilitare nessuna parte della rete.

Dovrà essere fornita una funzione di verifica estensiva di errore sulla rete, in modo da assicurare che i messaggi ricevuti contengano le stesse informazioni di quando sono stati spediti e che nessun rumore o difetto di hardware causi errori.

L'auto diagnostica provocherà la disconnessione della stazione dal sistema una volta rilevato un errore irreparabile.

7.14.1.6 Supporto fisico di rete

La rete supporterà più tipologie di supporto fisico, inclusi doppini twistati (UTP) e cavi a fibra ottica OM3 50/125 um a 4 coppie.

I cablaggi dovranno essere selezionati sulla base delle specifiche dell'installazione ed includeranno separatori di nodi, EMI / RFI, ecc.

7.15 INPUT E OUTPUT DI PROCESSO

7.15.1 Caratteristiche generali

Gli I/O e le terminazioni di processo dovranno essere costruiti con criteri di modularità, in modo da semplificare tutte le operazioni di manutenzione e di riparazione, e garantire la flessibilità ed espandibilità del sistema.

Ogni rack di I/O sarà in grado di ospitare sino a 8 schede selezionabili tra schede di I/O e schede di interfaccia per bus di campo.

Le schede I/O saranno sostituibili senza indurre lo spegnimento del sistema o errori nel controllo e senza rimuovere l'alimentazione.

Dovranno essere forniti alimentatori doppi per ogni rack di I/O, ciascuno in grado di accettare input AC o DC in un campo compreso tra 24 e 240 Volt.

La perdita di un singolo alimentatore non dovrà generare la perdita di nessun I/O, ma dovrà generare un allarme all'operatore.

7.15.2 Sottosistema degli input analogici

Il sistema di controllo di processo e di gestione delle informazioni dovrà essere interfacciato direttamente con tutti i tipi di segnali di impianto, incluse termocoppie, RTD, ecc.

Dovrà essere adottato il condizionamento del segnale negli armadi del sistema in tutti i casi in cui si renderà necessario.

Potranno essere accettati segnali con o senza messa a terra.

Dovrà essere garantita l'individuazione di termocoppie aperte: ogni termocoppia dovrà essere scansita in ogni ciclo; termocoppie aperte genereranno un allarme.

La compensazione della giunzione a freddo dipende dall'input iniziale.

7.15.3 Input digitali

Gli input di sequenze di eventi avranno una risoluzione di almeno 1 di millisecondo.

La risoluzione minima dell'intero sistema non dovrà essere superiore al millisecondo.

Le schede di input ad impulso dovranno essere in grado di accettare una frequenza nel range tra 0 e 10 kHz.

7.15.4 Input ed output remoti

Il sistema di controllo supporterà gli input ed output remoti oltre agli I/O locali.

Gli I/O remoti avranno le stesse caratteristiche degli I/O locali in termini di precisione e tempo di risposta.

Tutte le schede descritte precedentemente per gli I/O locali dovranno essere disponibili per configurazione remota.

I sottosistemi I/O remoti dovranno essere progettati per operare, senza condizionamento di aria, in ambiente esterno con temperature fino a 60 °C ed umidità relativa compresa tra il 5 % ed il 95 %.

L'interfaccia tra stazione e I/O remoti dovrà essere realizzata in Ethernet.

7.15.5 Interfacce I/O seriali

Gli I/O includeranno la possibilità di interfaccia con strumenti di terze parti attraverso il modulo di interfaccia seriale; le porte dovranno essere RS 232 o RS 422 o RS 485 compatibili.

Il protocollo di comunicazione dovrà essere compatibile con trasmettitori intelligenti, PLC e RTU.

Il Fornitore dovrà fornire la lista dei protocolli di interfaccia disponibili.

8 APPARECCHIATURE DI MEDIA TENSIONE

8.1 CAVI TIPO RG26HIM16, PER TENSIONI DI ESERCIZIO FINO A 20 kV

I cavi sono di tipo flessibile aventi il requisito di non propagazione dell'incendio come da Norme CEI in vigore e secondo CEI UNEL 35016.

Condutture rigido di rame rosso ricotto classe 2	
Isolamento in gomma ad alto modulo di qualità G26	
Semiconduttore interno elastomerico estruso	
Semiconduttore esterno elastomerico estruso pelabile a freddo	
Schermo costruito a fili di rame rosso	
Guaina termoplastica LS0H, qualità MI6	
Tensione nominale U0	da 1,8kV a 20 kV
Tensione nominale U	da 3kV a 24 kV
Temperatura massima di esercizio	105°C
Temperatura massima di cc	250°C
Temperatura minima di esercizio	15°C
Temperatura minima di installazione e maneggio	0°C
Colore guaina	Rosso

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

8.2 QUADRI DI MEDIA TENSIONE

8.2.1 Struttura del quadro

Il quadro della, sarà formato da unità funzionali affiancabili tipo SM AirSeT o equivalente, ognuna costituita da diversi compartimenti, privi di gas SF6.

Il quadro sarà adatto per installazione all'interno in accordo alla normativa CEI EN 62271-200.

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

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

L'involucro metallico di ogni unità funzionali comprenderà:

- due aperture laterali in compartimento sbarre per il passaggio delle sbarre principali
- un pannello superiore di chiusura della compartimento sbarre smontabile dall'esterno fissato con viti
- due ganci di dimensioni adeguate per il sollevamento di ciascuna unità funzionale
- le pareti posteriore e laterali di ciascuna unità funzionale saranno fisse o imbullonate. In quest'ultimo caso dovranno essere smontabili solo dall'interno
- un pannello frontale di accesso alla compartimento apparecchiature
- Tale pannello, sarà interbloccato con le apparecchiature interne come previsto nella descrizione delle varie unità, ed avrà un oblò di ispezione dell'unità funzionale.

Il grado di protezione dell'involucro esterno sarà IP3X, il grado di protezione tra i compartimenti che compongono l'unità funzionale e le l'unità funzionali adiacenti sarà IP20 secondo le norme CEI EN 60529.

Il grado di protezione all'impatto meccanico sarà IK 08.

La continuità di servizio delle singole unità funzionali sarà secondo la seguente classificazione

Categoria LSC I	Categoria LSC2A
GAM2 – GBC A – GBC B – GBM	IM – IMB – NSM – QM – DMVLA – DMVLD – CM – CM2

Con le unità funzionali LSC2A si deve poter accedere alla zona cavi e/o alla zona interruttore mantenendo energizzate le sbarre omnibus e le altre unità funzionali.

Le unità funzionali saranno 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.

8.2.2 Compartimento apparecchiature M.T.

Il compartimento apparecchiature MT sarà sistemato nella parte inferiore frontale dell'unità con accessibilità tramite pannello asportabile.

Il compartimento, in base alle diverse funzioni, potrà contenere:

- Interruttore in vuoto tipo Evolis, montato su carrello, in esecuzione scollegabile, connesso al circuito principale con giunzioni flessibili imbullonate e completo di blocchi e accessori.
- IMS rotativo a tre posizioni (chiuso, aperto e messo a terra) dovrà avere mezzo di interruzione in vuoto e isolamento dielettrico garantito da aria secca (GWP=0) senza alcun utilizzo di gas SF6 o equivalenti
- Sezionatore rotativo a 3 posizioni (chiuso sulla linea, aperto e messo a terra) dovrà avere mezzo di isolamento dielettrico garantito da aria secca (GWP=0) senza alcun utilizzo di gas SF6 o equivalenti
- Fusibili di media tensione tipo FUSARC - CF.
- Terna di derivatori capacitivi, installati in corrispondenza dei terminali cavi.
- Attacchi per l'allacciamento dei cavi di potenza.

N° 3 sensori autoalimentati per il monitoraggio continuo della temperatura delle connessioni cavi, la connessione dei sensori sarà con collegamento wireless per non avere collegamenti e ridurre l'impatto nella zona MT.

N. I sensore ottico da connettere al relè VAMP o direttamente al relè Easergy P5, o equivalenti, per ridurre i tempi di eliminazione di un eventuale arco interno e preservare il quadro elettrico aumentando la sicurezza del personale.

- Trasformatori di misura amperometrici e voltmetriche tipo in resina epossidica.
- Canalina riporto circuiti ausiliari in eventuale cella B.T.

- Comando e leverismi dei sezionatori
- Sbarra di messa a terra

8.2.3 Compartimento sbarre

Il compartimento sbarre sarà ubicato nella parte superiore dell'unità funzionale e conterrà il sistema di sbarre principali in rame elettrolitico.

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

Al fine di garantire al personale le necessarie condizioni di sicurezza, il compartimento sbarre è segregato dal compartimento apparecchiature con grado di protezione IP20 (CEI EN 60529).

Ogni unità funzionale potrà contenere n. 1 sensore ottico da connettere al relè VAMP o direttamente al relè Easergy P5, o equivalenti, per ridurre i tempi di eliminazione di un eventuale arco interno e preservare il quadro elettrico aumentando la sicurezza del personale.

8.2.4 Cella di bassa tensione

L'accessoriamento di bassa tensione potrà essere contenuto nel pannello anteriore alto oppure nel cassonetto di bassa tensione, posizionati sulla parte superiore frontale dell'unità, il cassonetto verrà corredato di una portella incernierata, con chiavistelli o serratura a chiave. Dovranno 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.
- Relè di protezione tipo Easergy ecc (o equivalenti). Sbarre principali e connessioni

Le sbarre principali e le derivazioni saranno realizzate in rame elettrolitico rivestito con isolanti termorestringenti e dimensionate per sopportare le correnti di corto circuito dell'impianto.

8.2.5 Materiali isolanti

I criteri di progettazione delle parti isolanti garantiranno la resistenza alla polluzione ed all'invecchiamento. Tutti i materiali isolanti, impiegati nella costruzione del quadro, saranno autoestinguenti ed inoltre saranno scelti con particolare riguardo alle caratteristiche di resistenza alla scarica superficiale ed alla traccia.

8.2.6 Impianto di terra

L'impianto di terra principale di ciascun'unità sarà realizzato con piatto di rame di sezione non inferiore a 125 mm² al quale saranno 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 sarà 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.

8.2.7 Interblocchi

Le unità funzionali saranno 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 saranno previsti i seguenti interblocchi:

- 1) blocco a chiave tra l'interruttore e il sezionatore di linea, l'apertura del sezionatore di linea sarà subordinata all'apertura dell'interruttore
- 2) blocco meccanico tra sezionatore di linea e sezionatore di terra. La chiusura del sezionatore di terra sarà subordinata all'apertura del sezionatore di linea e viceversa
- 3) blocco meccanico tra il sezionatore di terra e il pannello asportabile di accesso, sarà possibile accedere al comparto MT solo a sezionatore di terra chiuso.

Le serrature di interblocco saranno a matrice non riproducibile in unica copia.

8.2.8 Verniciatura

Le coperture anteriori saranno opportunamente trattate e verniciate in modo da offrire un'ottima resistenza all'usura, le parti metalliche non verniciate saranno zincate a caldo.

Il ciclo di verniciatura sarà il seguente:

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

L'aspetto delle superfici risulterà semilucido, goffrato con un punto di colore BIANCO RAL 9003 (interno/esterno).

Lo spessore medio della finitura sarà di 50 µm.

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

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

8.2.9 Apparecchiature ausiliarie ed accessori

Le unità funzionali saranno complete di tutti gli apparecchi di comando e segnalazione indicati e necessari per renderlo pronto al funzionamento.

Sul fronte di ciascuna unità funzionale saranno presenti i seguenti cartelli:

- a) Targa indicante il nome del costruttore, il tipo dell'unità, l'anno di fabbricazione, la tensione nominale, la corrente nominale, corrente di breve durata nominale, numero di matricola, numero del manuale di manutenzione, classe di accessibilità, valore, tempo e identificazione dei lati protetti ad un eventuale arco interno.
- b) Schema sinottico
- c) Indicazioni del senso delle manovre
- d) Targa monitoria

8.2.10 Cavetteria e circuiti ausiliari

Tutti i circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in PVC non propagante l'incendio di sezione adeguata.

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

I conduttori dei circuiti ausiliari, in corrispondenza delle apparecchiature e delle morsettiere saranno opportunamente contrassegnati come da schema funzionale.

Tutti i conduttori dei circuiti ausiliari relativi all'apparecchiatura contenuta nell'unità saranno attestati a morsettiere componibili numerate.

Il supporto isolante dei morsetti sarà in materiale autoestinguente non igroscopico.

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

8.2.11 Isolatori

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

8.2.12 APPARECCHIATURE

Le apparecchiature principali montate nelle unità funzionali Schneider Electric tipo SM AirSeT o equivalenti saranno adeguate alle caratteristiche di progetto indicate nella specifica allegata e risponderanno alle seguenti prescrizioni.

8.2.13 Interruttore

Gli interruttori saranno del tipo Evolis della Schneider Electric, o equivalenti.

Gli interruttori tipo Evolis con isolamento in vuoto.

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

Gli interruttori saranno predisposti e dotati dei seguenti accessori:

- blocco a chiave
- comando manuale carica molle
- sganciatore di apertura
- contamanovre meccanico
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto - chiuso dell'interruttore

a richiesta potranno essere accessoriati anche con i seguenti accessori:

- comando a motore carica molle
- sganciatore di apertura a mancanza di tensione
- riarmo meccanico dello sganciatore di apertura a mancanza di tensione
- sganciatore di chiusura

Ogni anno si consiglia di effettuare dei cicli di apertura e chiusura dell'interruttore e un'ispezione visiva con nostri tecnici.

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

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

Il comando sarà 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 EN 62271-100.

8.2.14 Interruttore di manovra sezionatore (IMS)

Gli interruttori di manovra-sezionatore saranno conformi alla norma CEI EN 62271-103.

Gli interruttori di manovra-sezionatore saranno contenuti in un involucro "sigillato a vita", (CEI EN 62271-I) di resina epossidica, il mezzo di interruzione sarà il vuoto con isolamento dielettrico garantito da aria secca (GWP=0) senza alcun utilizzo di gas SF₆ o equivalenti.

Il sezionatore avrà tre posizioni, Chiuso sulla linea, - Aperto, - Messo a terra

Il potere di chiusura della messa a terra dell'IMS sarà uguale a 2.5 volte la corrente nominale ammissibile di breve durata.

I comandi dei sezionatori saranno posizionati sul fronte dell'unità funzionale. Gli apparecchi saranno azionabili mediante una leva asportabile e con sistema "anti-reflex" in modo da assicurare la sicurezza degli operatori. Le manovre si dovranno effettuare applicando all'estremità delle manovre un momento non superiore ai 200 Nm.

Sarà possibile accessoriare gli IMS con i seguenti accessori:

- blocchi a chiave
- contatti ausiliari per la segnalazione
- comando a motore carica molle
- sganciatore di apertura
- sganciatore di chiusura
- contamanovre meccanico

Sarà possibile, ove richiesto, poter motorizzare il comando del sezionatore mantenendo in servizio il sistema di sbarre omnibus orizzontali.

Il comando dell'IMS sarà in materiale composito per essere adatto ad utilizzo in ambienti inquinati e per ridurre la necessità di manutenzione.

Il comando senza riserva di energia garantirà 10000 manovre alla corrente nominale.

Nel caso di unità con fusibili o interruttore sarà previsto un secondo sezionatore di terra. La manovra dei due sezionatori sarà simultanea.

8.2.15 Sezionatore

I sezionatori saranno conformi alla norma CEI EN 62271-102.

I sezionatori saranno contenuti in un involucro "sigillato a vita", (CEI EN 62271-I) di resina epossidica con isolamento dielettrico garantito da aria secca (GWP=0) senza alcun utilizzo di gas SF₆ o equivalenti.

Il sezionatore avrà tre posizioni, Chiuso sulla linea, - Aperto, - Messo a terra

I comandi dei sezionatori saranno posizionati sul fronte dell'unità funzionale. Gli apparecchi saranno azionabili mediante una leva asportabile e con sistema “anti-reflex” in modo da assicurare la sicurezza degli operatori. Il comando del sezionatore sarà in materiale composito per essere adatto ad utilizzo in ambienti inquinati e per ridurre la necessità di manutenzione e garantirà 10.000 manovre alla corrente nominale.

8.2.16 Quadri comunicanti

I quadri di media tensione devono essere accessoriati con comunicazione seriale e per reti ethernet al fine di poter misurare, monitorare e gestire l'impianto da un sistema di supervisione superiore.

8.2.17 Monitoraggio termico

Il quadro di media tensione può essere accessoriato per realizzare il monitoraggio termico sulle connessioni cavi e così poter controllare in modo continuo eventuali derive termiche sulle connessioni cavi dovute ad errati serraggi dei cavi o per problematiche di altro genere.

Il monitoraggio termico può essere controllato:

- in locale “on demand” dal proprio smartphone/tablet con un'applicazione disponibile gratuitamente
- a distanza tramite un Energy Server con funzione di web server, data logger e gateway (controllo parametri ambientali e della cabina elettrica)
- a distanza tramite un sistema superiore
- a distanza tramite un team di tecnici dedicati in grado di informare il cliente sullo stato di salute delle proprie apparecchiature aiutando il cliente e/o manutentore ad intervenire nel più breve tempo possibile ed a rimettere in servizio la cabina elettrica con il rilascio di un report mensile di resoconto.

8.2.18 Mitigazione dell'arco

Il quadro di media tensione di Schneider Electric in aggiunta alla protezione arco interno può essere accessoriato con una protezione attiva su un eventuale arco interno.

Il rilevatore di arco elettrico permette di ottimizzare la sicurezza del personale riducendo al minimo i rischi di danni alle apparecchiature causati dai guasti dovuti all'innesco di archi elettrici.

Rilevando ed estinguendo molto rapidamente un arco, è possibile ridurre gli effetti termici di un arco interno e questo permette di aumentare ulteriormente la protezione del quadro di media tensione e di salvaguardare il più possibile anche il prodotto e la possibilità di continuità di servizio.

8.2.19 Trasformatori di corrente e di tensione

I trasformatori di corrente e di tensione della Schneider Electric o equivalenti, avranno caratteristiche elettriche, prestazioni e classe di precisione indicati nella specifica di progetto. I TA in particolare dovranno essere dimensionati per sopportare le correnti di corto circuito, (limite termico/dinamico) dell'impianto.

In base alla necessità impiantistica, i trasformatori di tensione possono essere del tipo “polo a terra” con inserzione “fase-terra” o poli isolati con inserzione ‘fase-fase’.

I trasformatori di corrente e di tensione di tipo convenzionale, avranno isolamento in resina epossidica, saranno adatti per installazione fissa all'interno delle unità saranno esenti da scariche parziali.

Trasformatori di misura di altri fornitori non saranno accettati.

8.2.20 CERTIFICATI E GARANZIA

8.2.21 Prove e certificati

Il quadro sarà sottoposto, presso la sede del costruttore, alle prove di accettazione e di collaudo previste dalle norme CEI/IEC.

Saranno inoltre 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

9 TRASFORMATORI DI DISTRIBUZIONE

9.1 IN GENERALE

Si dovrà verificare gli spazi dei locali a garanzia di una corretta installazione e la possibilità della movimentazione futura in uscita ed in ingresso.

Ogni trasformatore dovrà essere completo e pronto per il funzionamento.

9.2 NORMATIVA

I trasformatori saranno conformi alle norme:

- CEI 14-8
- VDE0532
- IEC 905 Loading guide for castresin transformers (Guida per la sovraccaricabilità dei trasformatori in resina)
- HD 464 of the European Committee for Electrical Standards CENELEC
- International IEC publication 76 e IEC726 in view of electrical design, measurement and tests
- DIN 42523 / HD538.I S2

9.3 CLASSI CLIMATICA, AMBIENTALE E COMPORTAMENTO AL FUOCO

I trasformatori trifasi saranno del tipo isolato in resina, classe di isolamento F/F, classe ambientale E2, classe climatica C2, comportamento al Fuoco FI, a raffreddamento naturale in aria AN per installazione all'interno.

9.4 NUCLEO E AVVOLGIMENTI

Il circuito del nucleo dovrà essere realizzato con lamierini magnetici a grani orientati laminati a freddo. Il taglio dei lamierini dovrà essere realizzato con il metodo "step-lap" in modo da ridurre sia le perdite a vuoto sia la rumorosità del trasformatore.

L'isolamento sarà realizzato in materiale autoestinguente e non propagante l'incendio, in classe F. Durante un'eventuale combustione dovrà essere impedita l'emissione di gas alogeni e fumi opachi. La resina impiegata sarà priva di additivi simili all'allumina.

Il trasformatore dovrà presentare un livello di scariche parziali inferiori o uguali a 5pC a due volte la tensione nominale e sarà sovraccaricabile secondo IEC905.

I collegamenti del lato BT dovranno essere saldati.

Sarà assicurata la completa assenza di manutenzione, solo in presenza di inquinamento atmosferico sarà necessaria una periodica pulizia dei depositi di polvere e dovrà essere possibile immagazzinare il trasformatore fino a -25°C.

9.5 VENTILATORI

Dovrà essere garantita la possibilità di montare successivamente ventilatori, per ottenere una sovraccaricabilità in servizio continuo fino al 40-50% in più della potenza nominale (compatibilmente con le dimensioni e forma delle aperture presenti nel locale).

9.6 CARATTERISTICHE E PRESTAZIONI

Sono richieste le seguenti caratteristiche e prestazioni:

POTENZA NOMINALE	1600 kVA
CLASSE AMBIENTALE	E2
CLASSE CLIMATICA	C2
CLASSE DI COMPORTAMENTO AL FUOCO	F1
INSTALLAZIONE	INTERNA
ALTITUDINE FINO A	1000 m
TEMPERATURA AMBIENTE	40 °C
SOVRATEMPERATURA ALTA TENSIONE	100 K
SOVRATEMPERATURA BASSA TENSIONE	100 K
CLASSE DI ISOLAMENTO ALTA TENSIONE	F
CLASSE DI ISOLAMENTO BASSA TENSIONE	F
FREQUENZA	50 Hz
TIPO DI FUNZIONAMENTO	DB (CONTINUO)
TIPO DI RAFFREDDAMENTO	AN (ARIA NATURALE)
PROTEZIONE	IP00
GRUPPO VETTORIALE	Dyn11

TENSIONE NOMINALE LATO ALTA TENSIONE	20 kV
REGOLAZIONE DELLA TENSIONE AT	+/-2*2,5 %
TENSIONE D'ISOLAMENTO A FREQUENZA INDUSTRIALE LATO AT	32 kV
TENSIONE NOMINALE LATO DI BASSA TENSIONE	400 V
TENSIONE DI ISOLAMENTO A FREQUENZA INDUSTRIALE LATO BT	3 kV ca
PERDITE A VUOTO	Regolamento UE 548/2014
PERDITE IN CORTO CIRCUITO A 75°	Regolamento UE 548/2014
PERDITE IN CORTO CIRCUITO A 120°	Regolamento UE 548/2014
TENSIONE DI CORTO CIRCUITO	6%
RUMOROSITA' IEC 551 (LWA)	Bassa

Tolleranze delle perdite a vuoto, in cortocircuito e della Vcc% secondo IEC 76/726

ATTACCHI AT E BT DALL'ALTO

Le prese di regolazione, derivate dall'avvolgimento di alta tensione, per adattare il trasformatore al valore reale della tensione di alimentazione, saranno realizzate con barrette da manovrare a trasformatore disinserito.

9.7 ACCESSORI

I trasformatori saranno muniti dei seguenti accessori:

- 4 rulli di scorrimento orientabili a 90°
- 4 golfari di sollevamento
- ganci di traino del carrello
- 2 morsetti di messa a terra
- targa delle caratteristiche
- barre di collegamento alta tensione con forature per il fissaggio cavi
- morsettiera di regolazione della tensione primaria
- terminali piatti lato bt
- morsettiera esterna per i sensori di temperatura
- certificato di collaudo
- disegno d'assieme
- libretto di istruzioni
- schema della morsettiera

Ogni trasformatore sarà equipaggiato con un sistema di protezione termica formato da:

3 sensori termometrici del tipo Pt100 nell'avvolgimento BT, inseriti in tubi di posizionamento e sostituibili

1 sensore termometrico del tipo Pt100 nel nucleo magnetico (solo per le esecuzioni per l'alimentazione di convertitori statici di corrente)

1 morsettiera esterna per il cablaggio dei suddetti sensori

1 relè di protezione digitale previsto con:

visualizzazione della temperatura per le tre fasi e il nucleo, quando sia previsto anche questo 4° sensore

- determinazione del “set point” di allarme e sgancio
- predisposizione per il controllo in automatico dei ventilatori di raffreddamento
- tensione di alimentazione universale AC/DC (24-240 V)
- protezione contro i disturbi elettromagnetici CEI-EN50081-2/50082-2

Il relè di protezione dovrà essere predisposto in opera sul QGBT.

9.8 COLLAUDI

Il certificato di collaudo dovrà contenere il risultato delle prove standard di accettazione previste dalle norme IEC726; CEI I4-8; VDE0532.

Le prove di tipo dovranno essere disponibili per la consultazione presso la sede del costruttore, prima dell'inizio della costruzione:

- Riscaldamento

- Tensione di isolamento ad impulso

- Rumorosità

- Misura delle scariche parziali

- Conformità del prodotto alla classificazione E2,C2,F1

Queste prove sono definite nel documento d'armonizzazione CENELEC HD464, nella norma IEC726 e nelle norme IEC da 76-1 a 76-5.

Ai fini del comportamento al fuoco, i trasformatori dovranno essere di classe FI, come definito nel documento HD464 SI e/o VDE0532.

A tal riguardo il costruttore dovrà conservare presso la sua sede un certificato di prova rilasciato da un laboratorio autorizzato relativo a un trasformatore di sua fabbricazione prodotto prima dell'inizio della costruzione dei trasformatori oggetto della presente specifica.

I trasformatori dovranno essere di classe ambientale C2 e di classe climatica E2, come definito nel documento HD464 SI e/o VDE0532.

La temperatura ambiente minima, alla quale potranno essere immagazzinati e a partire dalla quale potranno essere direttamente messi in servizio i trasformatori è di -25°C , il trasformatore deve sopportare consistente condensa o intenso inquinamento o a una combinazione di entrambi i fenomeni.

10 GRUPPO ELETTROGENO

Si prevede inoltre la fornitura e posa in opera di gruppo elettrogeno di emergenza a diesel GE aventi le seguenti caratteristiche tecniche principali:

- Frequenza Hz 50
- Tensione V 400
- Fattore di potenza $\cos \varphi$ 0.8
- Fasi 3+N
- Potenza nominale: 1150 kVA
- Serbatoio incorporato in basamento per autonomia di 16h con il 75% del carico
- Cofanatura insonorizzata per raggiungere i 70 dB(A), realizzata con pannelli modulari in acciaio zincato opportunamente trattati per resistere alla corrosione ed a condizioni ambientali aggressive, fissati e sigillati consentono di avere una completa tenuta
- Facile accessibilità al gruppo per interventi di manutenzione grazie a: larghe porte di accesso laterali complete di cerniere in acciaio inossidabile e maniglie con serratura.
- Pannelli modulari smontabili tramite apposite viti protette da tappi in materiale plastico
- Pannello comandi protetto da apposito sportello con oblò trasparente e chiusura a chiave
- Presa d'aria laterale opportunamente protetta e insonorizzata
- Ganci di sollevamento laterali a tre posizioni.
- L'attenuazione del rumore avviene grazie all'uso di idonei materiali insonorizzanti
- Marmitta residenziale ad alta attenuazione del rumore fornita montata e integrata nella cofanatura
- Serbatoio integrato nel basamento per autonomia a pieno carico pari a 8 ore.
- Quadro di gestione integrato completo di:
 - STRUMENTAZIONE DIGITALE (Display con risoluzione 320x240 pixels):
 - Rete: tensione - corrente - frequenza
 - Rete: kW - kVAr - Fattore di potenza $\cos \phi$
 - Tensioni generatore (3 fasi)
 - Frequenza generatore
 - Corrente generatore
 - Potenze generatore kVA - kW - kVAr - $\cos \phi$
 - Energia generatore kWh - kVAh

- Tensione batteria
- Conta-ore
- Giri motore r.p.m.
- Livello carburante (%) - Temperatura motore - Pressione dell'olio
- COMANDI
 - Modi di operare: Manuale singolo GE; Parallelo multiplo GE in isola; Automatico emergenza rete
 - Pulsante comando chiusura generatore
 - Pulsante comando chiusura rete
 - Pulsanti: start/stop, reset da guasto
 - Parallelo multiplo e operazioni di gestione di potenza
 - Sincronizzazione automatica e controllo di Potenza (con regolatore di velocità o ECU)
 - Controllo di tensione e del fattore di potenza (AVR)
 - Ingressi configurabili: I/O digitale (12/12), analogici (3)
 - Integrato PLC con funzioni programmabili
 - Storico eventi (500records)
 - Disponibile segnale per la partenza ed il blocco da remoto
 - Selettore di alimentazione (0/I)
 - Allarme acustico
 - Carica batterie automatico
 - 2xRS232/RS485/USB Porte di comunicazione
 - Porta di comunicazione ethernet con protocollo di comunicazione ModBus TCP/IP
 - Password settabile con vari livelli di accesso
- PROTEZIONE CON ALLARME E ARRESTO
 - Motore: basso livello carburante, bassa pressione olio, alta temperatura motore
 - Generatore: sovra\sotto tensione, sovraccarico, sovra\sotto frequenza, mancato avviamento, sovra\sotto tensione batteria
 - Altre: sovracorrenti, cortocircuito, inversione del flusso di potenza, guasto a terra, protezione differenziale integrata
 - Interruttore magnetotermico + differenziale motorizzato 4 poli

- ALTRE PROTEZIONI
 - Pulsante arresto di emergenza
 - Pannello protetto da apposito sportello con oblò trasparente e chiusura a chiave
- Resistenza anticondensa.

II SISTEMI DI COMUNICAZIONE

II.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il cablaggio dovrà essere conforme alle normative TIA/EIA 568B, ISO/IEC 11801 ed EN 50173; a tali normative si dovrà fare riferimento per quanto riguarda le norme di installazione, la topologia, i mezzi trasmissivi, le tecniche di identificazione dei cavi, la documentazione e le caratteristiche tecniche dei prodotti impiegati.

II.2 BRETELLE DI PERMUTAZIONE IN RAME

Le bretelle di permutazione e raccordo agli apparati attivi dovranno essere scelte di lunghezza adeguata per garantire un'organizzazione ordinata dell'armadio di permutazione e comunque avere lunghezza minima 1 m.

La bretella dovrà essere costituita da un cavo in rame a 4 coppie UTP con impedenza caratteristica 100 Ohm, in rame a filamenti (trefoli) 24-AWG e rispondente alla Categoria 6.

La guaina di protezione dovrà essere a bassa emissione di gas tossico-nocivi (LSZH).

La tecnologia utilizzata dal costruttore del sistema passivo deve permettere l'ottimizzazione dell'attestazione del cavo di patch sul plug, mantenendo separate le coppie fino al punto di attestazione e riducendo al minimo l'effetto della diafonia tra le coppie, così da rispettare, per i componenti in Categoria 6, le specifiche richieste dello standard EIA/TIA 568-B.2-1.

Inoltre, per ottimizzare le prestazioni di Channel, è necessario che la bretella sia realizzata con plug aventi i pin disposti su 2 file.

Le bretelle di permutazione dovranno essere testate da laboratori terze parti e rispondere alle IEC Patch Cord Standard 61935-2.

II.3 SISTEMI DI CANALIZZAZIONE

Per la posa dei cavi si dovranno sfruttare le canalizzazioni esistenti e, dove non presenti, ne dovranno essere realizzate di nuove in posizioni precise, nel pieno rispetto dei vincoli progettuali e architettonici degli edifici interessati.

Per quanto attiene le caratteristiche dei materiali da impiegare dovranno essere utilizzati prodotti di primarie case costruttrici con sistema di qualità certificato ISO 9000.

Tutti i materiali utilizzati dovranno essere dotati di marchio IMQ (Istituto Italiano Marchio di Qualità), di cui dovrà essere allegata certificazione nella documentazione tecnica, e comunque dovranno essere rispondenti per tipologia d'impiego alle Normative CEI.

Per la realizzazione di nuovi sistemi di canalizzazioni, potranno essere utilizzate diverse soluzioni a seconda dell'impiego:

- Canalizzazioni interrato attraverso la posa di corrugati di diametro 160 mm e resistenza allo schiacciamento di 450 N e pozzetti in cls di dimensioni interne 600x600 mm con coperchio in ghisa;
- Canalizzazioni interne ed esterne aeree attraverso l'installazione di canaline metalliche e tubazioni in PVC.

La posa in opera si deve intendere comprensiva di opere murarie di finitura e di ogni accorgimento in modo tale che l'opera di installazione sia fatta a regola d'arte.

11.4 MODALITÀ D'INSTALLAZIONE E CERTIFICAZIONE DEL CABLAGGIO

Le attività di installazione e posa in opera, identificazione degli elementi del sistema di cablaggio strutturato e certificazione dello stesso dovranno rispettare le seguenti specifiche:

L'installazione del sistema di cablaggio dovrà rispettare le norme d'installazione contenute negli standard di riferimento e le specifiche d'installazione del produttore.

Dovrà rispettare i parametri di installazione specifici di prodotto relativi a tensioni massime di tiro dei cavi UTP e dorsali ottiche, raggi di curvatura minimi, distanze di sguainatura e sbinatura dei cavi UTP, lunghezza scorte dei cavi UTP e dei cavi di dorsale.

Dovrà anche definire un idoneo sistema identificazione e registrazione di tutti i componenti che comprendono il sistema di cablaggio.

Ciascun elemento del cablaggio dovrà essere facilmente identificabile; si dovrà utilizzare un unico identificatore, sia per ogni cavo, sia per armadio, sia per locale tecnico, sia per punti di terminazione del cablaggio.

Al fine di verificare la corretta installazione delle componenti del cablaggio, di dorsale e orizzontale, e la rispondenza agli standard di riferimento TIA/EIA 568B e/o ISO/IEC 11801, il fornitore dovrà definire:

- i test di conformità da eseguire,
- le modalità di esecuzione degli stessi,
- la tipologia di strumenti utilizzata,
- la calibratura dello strumento secondo ISO 9001
- il livello di accuratezza delle misure, l'organizzazione e la presentazione dei risultati.

12 NORME DI RIFERIMENTO PER LE OPERE ELETTRICHE

12.1 GENERALITÀ

In qualsiasi ambito tecnico ed in particolare nel settore elettrico si impone, per realizzare impianti “a regola d’arte”, il rispetto delle normative di sicurezza che sono articolate in due tipologie di riferimento: le norme giuridiche e le norme tecniche.

La conoscenza delle norme e la distinzione tra norma giuridica e norma tecnica è pertanto il presupposto fondamentale per un approccio corretto alle problematiche degli impianti elettrici che devono essere realizzati conseguendo quel “livello di sicurezza accettabile” che non è mai assoluto, ma è, al progredire della tecnologia, determinato e regolato dal legislatore e dal Normatore.

12.2 NORME GIURIDICHE

Le norme giuridiche sono tutte le norme dalle quali scaturiscono le regole di comportamento dei soggetti. Sono di norma obbligatorie e sono emesse dagli Organi legislativi nazionali ed europei.

In relazione all'organo che le emette si dividono in:

- Nazionali, Regionali, ecc., rientrano in questa categoria Leggi, DPR, Decreti legislativi, Ordinanze;
- Extranazionali o Comunitarie, rientrano in questa categoria Risoluzioni, Direttive, Raccomandazioni.

12.3 NORME TECNICHE

In settori particolari, quale ad esempio la sicurezza, caratterizzati da complessità tecnica e dalla necessità di continuo aggiornamento, le norme giuridiche non entrano nel merito di requisiti tecnici di dettaglio, ma rinviano per questi alle norme tecniche.

La norma tecnica è definita a livello europeo (norma UNI CEI EN 45020) come il “documento, prodotto mediante consenso e approvato da un organismo riconosciuto, che fornisce, per usi comuni e ripetuti, regole, linee guida o caratteristiche, relative a determinate attività o ai loro risultati, al fine di ottenere il miglior ordine in un determinato contesto”.

La norma tecnica corrisponde alla migliore tecnologia disponibile e rappresenta la codificazione dei corrispondenti standard tecnici.

I campi di normazione sono i più disparati, in quanto spaziano dai materiali ai prodotti, dalle macchine ai

metodi generali.

Le norme tecniche non sono per loro natura obbligatorie: diventano obbligatorie nel momento in cui una legge o un'altra norma legislativa fa espresso riferimento ad esse.

La loro applicazione costituisce un metodo corretto per soddisfare norme di legge generiche, in quanto garantiscono un livello minimo di sicurezza per realizzare un impianto “a regola d’arte”.

Alla emanazione delle norme tecniche sono preposti appositi Enti di normazione.

Questi, per garantire la massima trasparenza e imparzialità, vedono la partecipazione di tutte le parti sociali interessate, quali i produttori, i consumatori, le autorità competenti.

In base all'ambito territoriale in cui operano, gli enti di normazione vengono distinti in internazionali, europei e nazionali; essi, per ragioni storiche, sono presenti con due organizzazioni diverse: una per il settore elettrico e una per tutti gli altri settori.

12.4 DISPOSIZIONI LEGISLATIVE NEL SETTORE ELETTRICO

I principali provvedimenti legislativi che riguardano la sicurezza per la prevenzione infortuni, inerenti al settore elettrico, sono:

- Legge 13/07/1966 n° 615: Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico e successivi regolamenti di esecuzione;
- Direttiva 2014/30/UE, Direttiva Europea sulla compatibilità elettromagnetica;
- Direttiva 2014/35/UE, Direttiva Bassa Tensione;
- DPR 24/07/1996 n° 503: Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici;
- UNI EN ISO 7001: Segnaletica di sicurezza;
- DPR 462/01 Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazione e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;
- Decreto 22/1/08 n. 37: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno di edifici;
- D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. - Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto 2007 n. 123 in materia di tutela della e sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D.M. 26/6/2015 Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.

- D.Lgs. 106/2017 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.

12.5 LA NORMATIVA TECNICA

L'Ente normatore nazionale per il settore elettrico ed elettronico è il CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano). Esso ha lo scopo di stabilire:

- i requisiti che devono avere i materiali, le macchine, le apparecchiature e gli impianti elettrici affinché corrispondano alla regola di buona elettrotecnica;
- il livello minimo di sicurezza per impianti e apparecchi per la loro conformità giuridica alla regola d'arte;
- i criteri con i quali detti requisiti debbono essere provati e controllati.

Si riportano a titolo esemplificativo alcune Norme:

- CEI 0-10 Guida alla manutenzione degli impianti elettrici
- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- CEI 17-43 Modalità di verifica tramite calcolo delle sovratemperature per le apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT)
- Guida CEI 17-97/I Apparecchiatura a bassa tensione – Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti – Parte I: Applicazione delle caratteristiche nominali di cortocircuito
- CEI 20-40 Guida all'uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- CEI 31-87 Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas
- CEI 31-88 Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di polveri
- CEI 44-5 Sicurezza del macchinario – Equipaggiamento elettrico delle macchine (Quadri bordo macchina)

-
- CEI 44-16 Sicurezza del macchinario - Sicurezza funzionale dei sistemi di comando e controllo elettrici, elettronici ed elettronici programmabili correlati alla sicurezza (Quadri bordo macchina)
 - CEI 64-2 Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione- Prescrizioni specifiche per la presenza di polveri infiammabili e sostanze esplosive
 - CEI 64-7 Impianti elettrici di illuminazione pubblica
 - CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
 - CEI 64-11 Impianti elettrici nei mobili
 - CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
 - CEI 64-15 Impianti elettrici negli edifici pregevoli per rilevanza storica e/o artistica
 - CEI 64-17 Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri
 - CEI 64-19 Guida agli impianti di illuminazione esterna (Vedasi anche CEI 64-8 Sez. 714)
 - CEI 64-21 Specifica tecnica relativa all'esecuzione di impianti adeguati all'utilizzo da parte di persone con disabilità o specifiche necessità negli ambienti residenziali
 - CEI 64-50 Edilizia residenziale - Guida per l'esecuzione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati
 - CEI 64-100 Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni. Parte 2: Unità immobiliari (appartamenti) Parte 3: Case unifamiliari, case a schiera ed in complessi immobiliari (residence)
 - CEI 78-17 Manutenzione delle cabine elettriche MT/MT e MT/BT dei clienti/utenti finali (per gli utenti con i requisiti semplificati è possibile applicare la CEI 0-15)
 - CEI 79-3 Sistemi di allarme. Prescrizioni particolari per gli impianti di allarme intrusione
 - CEI 79-83 Sistemi di videosorveglianza per applicazioni di sicurezza
 - CEI 79-89 Sistemi di videosorveglianza per applicazioni di sicurezza – Linee guida di applicazione
 - CEI 81-10 Protezione contro i fulmini.
 - CEI 81-10/1: Principi generali;
 - CEI 81-10/2: Valutazione del rischio;
 - CEI 81-10/3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
 - CEI 81-10/4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.
 - CEI 82-25 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione
 - CEI 82-84 Guida alla manutenzione dei sistemi fotovoltaici

- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1) Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- CEI 99-3 (CEI EN 50522) Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- CEI 100-7 Guida per l'applicazione delle norme sugli impianti segnali televisivi, sonori e servizi interattivi
- CEI 100-126 Impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi, sonori e servizi interattivi (sicurezza)
- CEI 103-1 Impianti telefonici interni
- CEI 306-2 Guida al cablaggio per le comunicazioni elettroniche negli edifici residenziali
- CEI 306-10 Sistemi di cablaggio strutturato – Guida alla realizzazione
- UNI 1838 Illuminazione di emergenza
- UNI 9494-2 Progettazione e installazione dei sistemi di evacuazione forzata di fumo e calore (SEFFC)
- UNI 9795 Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio.
- Progettazione, installazione ed esercizio
- UNI 11222 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo
- UNI 11224 Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendio
- UNI 12464-1 Luce e illuminazione dei posti di lavoro interni
- UNI 12464-2 Luce e illuminazione dei posti di lavoro esterni
- UNI 15232 Prestazione energetica degli edifici - Incidenza dell'automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici (vedere anche guida CEI 205-18)
- CEI EN 61439-1 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Regole generali
- CEI EN 61439-2 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza.
- CEI EN 61439-3 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere manovrati da persone comuni (DBO)
- CEI EN 61439-4 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 4: Prescrizioni particolari per apparecchiature in cantieri edili.
- CEI EN 61439-5 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 5: prescrizioni particolari per apparecchiature di distribuzione in reti pubbliche

- CEI EN 61439-6 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT)
Parte 6: Prescrizioni particolari per condotti sbarre
- CEI EN 61439-7 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT)
Parte 7: Prescrizioni per applicazioni particolari quali i campeggi, darsene, supermercati, per caricabatterie dei veicoli elettrici ecc...Successive numerazioni sono ad oggi in fase di redazione in ambito internazionale.
- CEI EN 62208 Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione. Prescrizioni generali.
- CEI EN 50274 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione – Protezione contro le scosse elettriche. Protezione dal contatto diretto accidentale con parti pericolose.

12.6 MARCATURA CE E MARCHI DI CONFORMITÀ

Il Decreto Legislativo 25 novembre 1996, n. 626 relativo all'attuazione della direttiva 93/68/CEE ha introdotto anche in Italia l'obbligo della marcatura CE del materiale elettrico destinato a essere utilizzato entro taluni limiti di tensione, generando talvolta confusione tra marcatura e marchiatura.

La marcatura CE è applicata dallo stesso costruttore (importatore o mandatario) che ha costruito e/o messo in commercio il materiale in Europa. L'apposizione della marcatura CE si effettua in alternativa, sul prodotto, sull'imballo, sulle avvertenze d'uso, sulla garanzia ecc. e deve essere visibile, leggibile e indelebile.

La marcatura CE è obbligatoria e indica espressamente la rispondenza di quel prodotto ai requisiti essenziali di tutte le direttive europee che lo riguardano e che costituiscono l'unico vincolo tecnico obbligatorio.

È lo stesso costruttore che stabilisce per il suo materiale l'applicabilità dell'una e/o dell'altra direttiva.

La marchiatura invece, può essere richiesta dal costruttore, per alcuni prodotti di grande serie, a specifici enti (in Italia all'Istituto per il Marchio di Qualità IMQ).

Il marchio IMQ è previsto per materiale elettrico destinato ad utenti non addestrati e, per fornire ad essi la massima garanzia, viene concesso a determinate condizioni, in particolare:

- riconoscimento dei sistemi di controllo e di qualità del costruttore;
- approvazione del prototipo con prove di tipo;
- controllo della rispondenza della produzione al prototipo, su campioni prelevati dal mercato.

L'aver sostenuto una serie di prove secondo la normativa europea presso un laboratorio riconosciuto per ottenere il marchio di qualità, abilita alla concessione del marchio presso un altro paese CEE senza la necessità di prove supplementari.

Il Marchio di qualità coesiste con la marcatura CE e nel caso quest'ultima preveda l'avvallo di enti terzi,

l'istituto del Marchio può rivestire tale funzione.

Il marchio attesta la conformità alle norme tecniche e si rivolge al mercato, mentre la marcatura CE attesta la conformità ai requisiti essenziali delle direttive europee e si rivolge prevalentemente all'autorità di controllo e/o giudiziaria.