



Società incaricata:

STUDIO SPS S.R.L.

via Roma, 9 - 20055 Vimodrone (MI)

www.studiosps.it - info@studiosps.it

PEC studiospsrsl@legalmail.it

tel. (+39) 02 2500 872



COMUNI DI CANEGRATE (MI)

ATO Città Metropolitana Milano

PROGETTO DEFINITIVO

**OPERE DI VOLANIZZAZIONE RETE
FOGNARIA VIA ADIGE**

Ing. Matteo Danielli



Ing. Enzo Calcaterra



R.14 – DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE
- OPERE ELETTRICHE

R.U.P.

Ing. Giovanni Vargiu - CAP Holding S.p.A.

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Sassari Sez. A
n. 1265

PROGETTISTI

Ing. Matteo Danielli – StudioSPS. S.r.l.

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano, sez. A
n.23228

Ing. Enzo Calcaterra – StudioSPS. S.r.l.

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano, sez. A
n.10503

015046_F_G_9440_3_23_PD_14

GIUGNO 2023

SOMMARIO

1. Premessa	2
2. Prescrizioni tecniche materiali e criteri generali per la realizzazione degli impianti elettrici	2
2.1 Quadri elettrici di media tensione.....	2
2.2 Trasformatori di potenza MT/BT	8
2.3 Quadri di distribuzione.....	11
2.4 Complessi di rifasamento in bassa tensione	28
2.5 Gruppi di continuità (UPS).....	31
1.1 Inverter	32
1.2 Soft-starter	33
1.3 Cavi elettrici	33
1.4 Condotti sbarre prefabbricati.....	37
1.5 Canali.....	38
1.6 Canali plastici	39
1.7 Tubazioni.....	40
1.8 Casette e scatole di derivazione	41
1.10 Collegamenti utilizzatori.....	43
1.11 Punti luce e comando	44
1.12 Apparecchi illuminanti	45
1.13 Pali di sostegno per corpi illuminanti in esterno	47
1.13.1 Prescrizioni generali	47
1.14 PLC e Impianto Automazione	47
1.15 Programmazione PLC e collaudo impianto automazione	48
1.16 Impianto Cablaggio strutturato.....	49
1.17 Sigillatura antifiamma	49
1.18 Oneri a carico dell'appaltatore.....	52
1.19 Elaborati costruttivi.....	52
1.20 Verifiche agli impianti realizzati.....	52

1. Premessa

Il presente capitolato tecnico definisce i requisiti minimi essenziali, le caratteristiche tecniche e le modalità di posa per la fornitura dei materiali e delle apparecchiature semilavorate (celle di media tensione e quadri elettrici) non definite in modo particolareggiato nel Computo Metrico. Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati saranno di ottima qualità adatti agli ambienti in cui devono essere installati e corrispondere perfettamente al servizio cui sono destinati ed alle prescrizioni che seguono.

I materiali che saranno oggetto della fornitura di cui trattasi, dovranno risultare di primaria casa costruttrice e provvisti di Marchio Italiano di Qualità.

I materiali che non compaiono nell'elenco e negli altri elaborati di progetto sono a scelta della ditta installatrice, però con il vincolo di sceglierli fra categorie dotate di idoneo marchio di qualità IMQ o certificazione (in pratica, per esempio, se su una rosa di materiali possibili solo uno è dotato di marchio la scelta sarà obbligata a quel materiale salvo diversa indicazione della D.L.).

2. Prescrizioni tecniche materiali e criteri generali per la realizzazione degli impianti elettrici

Gli impianti elettrici ed affini devono essere realizzati a "regola d'arte" ed in perfetta conformità delle Norme e delle Leggi che regolamentano tali costruzioni.

Di seguito vengono date alcune prescrizioni di carattere generale da tenere presente nella fornitura delle apparecchiature e nell'esecuzione degli impianti.

2.1 Quadri elettrici di media tensione

2.1.1 Normative e standard di riferimento

La progettazione, la costruzione e le verifiche delle apparecchiature devono essere conformi alle prescrizioni delle ultime edizioni delle Norme CEI e delle normative specifiche e standard di prodotto vigenti (norme IEC, norme CENELEC, eccetera).

Sarà inoltre fabbricato da costruttore con sistema di Garanzia di Qualità conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2008, certificato da Ente certificatore accreditato.

2.1.2 Note generali

Le presenti prescrizioni stabiliscono i requisiti minimi che devono essere soddisfatti dalle apparecchiature descritte.

I quadri elettrici di media tensione devono essere formati da scomparti prefabbricati modulari affiancati, isolati in aria. Salvo diverse indicazioni sugli elaborati di progetto, i quadri devono avere le seguenti caratteristiche:

- classificazione in funzione della continuità di servizio LSC2A;
- diaframmi interni isolanti (PI) oppure metallici (PM).

I quadri sono adatti per essere installati addossati a parete, con accessibilità alle apparecchiature interne esclusivamente dal fronte.

Gli scomparti devono essere costituiti da una robusta struttura autoportante in lamiera di acciaio presso-piegata, avente spessore minimo pari a 2 mm, facilmente accoppiabile e componibile con altre per ottenere la configurazione richiesta.

Ogni scomparto deve avere un pannello asportabile o portella frontale per accedere alle apparecchiature interne.

Gli scomparti saranno opportunamente segregati tra di loro per mezzo di lamiere, in modo che eventuali guasti non si propaghino da una scomparto all'altro.

Gli scomparti devono essere dotati, sul fondo e sul tetto, di lamiere asportabili per facilitare l'ingresso dei cavi esterni e l'ispezionabilità delle sbarre principali.

Le estremità laterali dei quadri devono avere pannelli di chiusura asportabili, per consentire un agevole ampliamento con l'aggiunta di ulteriori scomparti.

I pannelli di chiusura e le porte devono essere realizzati con lamiera di acciaio avente spessore minimo pari ad 1,5 mm.

Ogni scomparto ha una finestra per visualizzare lo stato del sezionatore di terra.

Gli scomparti ed i suoi componenti devono essere dimensionati per poter resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche derivanti dalle correnti di corto circuito previste, indicate negli altri elaborati di progetto.

Il grado di protezione minimo dell'involucro esterno sarà IP2XC. Il grado di protezione tra le celle che compongono l'unità e le celle di unità adiacenti sarà IP20.

Le unità 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.

Le caratteristiche estetiche e dimensionali dei quadri devono risultare omogenee nell'ambito di uno stesso progetto.

2.1.3 Sbarre e connessioni

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

Il sistema di sbarre deve essere trifase ed essere dimensionato per sopportare termicamente e dinamicamente le correnti di corto circuito specificate negli altri elaborati di progetto.

Le sbarre attraverseranno le unità senza interposizione di diaframmi intermedi, in modo da costituire un condotto continuo. Al fine di garantire al personale le necessarie condizioni di sicurezza, la cella sbarre è segregata dalle celle apparecchiature con grado di protezione IP20.

Le sbarre devono avere composizione prefabbricata modulare in modo da facilitare eventuali futuri ampliamenti.

La portata delle sbarre deve essere almeno uguale alla somma delle portate relative alle unità di arrivo funzionanti in parallelo e, comunque, non inferiore a 630 A.

La portata delle sbarre di derivazione non deve in nessun caso essere inferiore a quella dell'organo di interruzione e/o sezionamento dell'unità considerata.

2.1.4 Messa a terra

Ogni quadro deve essere percorso, per tutta la sua lunghezza, da una sbarra di terra in rame elettrolitico avente sezione minima pari a 120 mm².

A tale sbarra devono essere collegati, in modo da garantire una efficace e sicura continuità elettrica, tutti gli elementi di carpenteria ed i componenti principali del quadro.

Le porte, se dotate di apparecchiature elettriche, devono essere collegate alla struttura metallica mediante trecciole flessibili in rame aventi sezione minima pari a 16 mm².

Alle estremità della sbarre di terra deve essere prevista la possibilità di collegamento al dispersore di terra con conduttori aventi sezione fino a 120 mm².

2.1.5 Apparecchiature principali

Le apparecchiature montate nei quadri devono rispondere alle seguenti prescrizioni generali e presentare caratteristiche tecniche adeguate a quanto specificato negli altri elaborati di progetto.

Gli interruttori e le apparecchiature di manovra e sezionamento devono garantire un perfetto accoppiamento tra loro e la massima affidabilità degli interblocchi meccanici relativi.

Interruttori

Gli interruttori saranno in esafluoruro di zolfo (SF₆) con polo in pressione secondo il concetto di sistema sigillato "a vita" con pressione relativa del SF₆ di primo riempimento a 20 °C pari a 0,5 bar (sono comunque ammesse apparecchiature con altre tecniche di estinzione: sotto vuoto).

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

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

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

- blocco a chiave.

Il comando meccanico dell'interruttore sarà garantito per 10000 manovre.

La manutenzione ordinaria di lubrificazione del comando è consigliata dopo 5000 manovre o, comunque, ogni 5 anni.

Apparecchi con caratteristiche inferiori saranno considerati tecnologicamente inadeguati all'utilizzo. Il comando degli interruttori sarà del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di chiusura precaricate tramite motore e, in caso di emergenza, con manovra manuale.

Il comando sarà a sgancio libero assicurando riapertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura è dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura.

Le protezioni elettroniche associate agli interruttori di media tensione dovranno essere dotate di sistema data logger certificato CEI 0-16, al fine di non installare bobine di minima tensione.

Sezionatori e interruttori di manovra sezionatori (IMS)

I sezionatori e gli IMS devono essere, salvo diverse indicazioni, del tipo in esafluoruro di zolfo, ed avere le caratteristiche tecniche specificate negli elaborati di progetto. Devono, in ogni caso, essere adeguati alle caratteristiche delle utenze da manovrare ed alle correnti di guasto previste.

In tutti gli scomparti, esclusi quelli di salita, deve essere previsto un sezionatore contro-sbarre per il collegamento della linea o dei TV alle sbarre.

I sezionatori e gli IMS devono essere dotati dei dispositivi e accessori indicati negli altri elaborati di progetto.

Devono in ogni caso essere forniti i seguenti, anche se non espressamente richiesti:

- comando manuale sul fronte quadro;
- segnalazione meccanica di aperto-chiuso;
- blocco meccanico a chiave;
- contatti ausiliari NA ed NC.

I sezionatori e gli IMS devono garantire la segregazione tra celle contigue in entrambe le posizioni di aperto e chiuso.

Qualora la protezione dei trasformatori MT/BT sia prevista con fusibili sul lato MT, l'organo di sezionamento contro-sbarre deve essere costituito da un interruttore di manovra-sezionatore, coordinato con i fusibili, munito di dispositivo di sgancio azionato dal percussore dei fusibili stessi in accordo alla norma CEI 17-88 (CEI EN 62271-105, IMS combinato con fusibili).

Entrambe le apparecchiature avranno le seguenti caratteristiche:

- essere contenute in un involucro sigillato "a vita", di resina epossidica con pressione relativa del SF₆ di primo riempimento a 20 °C pari a 0,4 bar;
- tale involucro, dovrà possedere un punto a rottura prestabilito per far defluire verso l'esterno le eventuali sovrappressioni che si manifestassero all'interno dello stesso;
- le sovrappressioni saranno evacuate verso il retro del quadro senza provocare alcun pericolo per le persone;
- il sezionatore sarà a tre posizioni ed assumerà, secondo della manovra, il seguente stato: chiuso sulla linea, aperto o messo a terra;
- l'IMS sarà normalmente utilizzato nelle unità prive di interruttore mentre il sezionatore di manovra a vuoto sarà utilizzato sia da solo che in presenza di interruttore;
- il potere di chiusura della messa a terra dell'IMS sarà pari a 2,5 volte la corrente nominale ammissibile di breve durata;
- sarà possibile verificare visivamente la posizione dell'IMS o sezionatore a vuoto, tramite un apposito oblò e con indicazione sicura della posizione dell'apparecchio;
- all'occorrenza dovrà ricevere sia la motorizzazione che eventuali blocchi a chiave.

I comandi dei sezionatori saranno posizionati sul fronte dell'unità. Gli apparecchi saranno azionabili mediante una leva asportabile.

Entrambi gli apparecchi saranno predisposti per gli interblocchi descritti precedentemente. Nel caso di unità con fusibili od interruttore, sarà previsto un secondo sezionatore di terra.

La manovra dei due sezionatori sarà simultanea.

Telai portafusibili e fusibili

I telai portafusibili devono essere dimensionati per una tensione nominale pari a 24 kV ed una corrente nominale pari a 200 A. L'esecuzione deve essere adatta all'accoppiamento con gli apparecchi di sezionamento previsti negli scomparti interessati.

I fusibili devono essere del tipo a limitazione di corrente, con portata adeguata al carico da proteggere. Quelli previsti per la protezione dei trasformatori MT/BT devono essere dotati di dispositivo a percussore per l'indicazione di avvenuta fusione e per attuare l'apertura automatica dell'interruttore di manovra-sezionatore accoppiato.

I fusibili devono rispettare le norme DIN e IEC applicabili.

Trasformatori di corrente e di tensione

I trasformatori di corrente e di tensione devono essere del tipo con elementi attivi inglobati in resina epossidica esente da scariche parziali.

Le prestazioni, le classi di precisione e le altre caratteristiche tecniche devono essere conformi a quanto indicato negli altri elaborati di progetto. Devono in ogni caso essere adeguati alle caratteristiche dei carichi da alimentare e resistere alle correnti di guasto previste nell'impianto.

L'installazione è fissa all'interno degli scomparti.

Sezionatori di messa a terra

I sezionatori di messa a terra, dove richiesti, devono essere di costruzione compatta e robusta, con contatti mobili a lama e pinze autoestinguenti, adatti per sopportare le correnti di guasto previste.

L'esecuzione deve essere tripolare, con comando manuale di apertura e chiusura dal fronte del quadro.

I sezionatori di terra devono essere sempre dotati almeno dei seguenti dispositivi e accessori:

- comando manuale sul fronte quadro;
- segnalazione meccanica di aperto e chiuso;
- blocco meccanico a chiave;
- contatti ausiliari NA ed NC.

2.1.6 Caratteristiche tecniche quadri MT

Parametro	Valore
Applicazione	Standard IEC 62271-200
Grado di protezione	IP3X
Classificazione arco interno (IAC)	Non richiesto
Tensione nominale	24 kV
Tensione di servizio	23 kV
Tensione di prova a frequenza industriale	50 kV
Tensione di tenuta ad impulso (1,2/50 μ s onda)	125 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Corrente nominale delle sbarre principali	630 A
Corrente nominale di breve durata	16 kA
Durata	1 s
Corrente di cresta	40 kA
Illuminazione interna	Sì
Resistenza anticondensa autoregolabile	Sì, compartimento cavi
Sistema di lampade presenza tensione	Lampade fisse tipo VPIS
Tensione di controllo locale	230 V AC

Tensione motore carica molla per CB	230 V AC
Sezione dei circuiti di controllo	1 mm
Sezione dei circuiti dei TV	1,5 mm
Sezione dei circuiti dei TA	2,5 mm
Sezione dei circuiti di terra	2,5 mm
Sezione dei circuiti secondari di alimentazione	4 mm

2.1.7 Materiali isolanti

I materiali isolanti impiegati all'interno dei quadri elettrici devono essere di tipo autoestinguente, esenti emissioni tossiche, non igroscopici ed avere elevate caratteristiche di resistenza alle scariche superficiali ed all'invecchiamento.

In particolare, gli isolatori devono presentare lunghe linee di fuga per evitare problemi di scarica elettrica.

2.1.8 Targhe

Devono essere previste almeno le seguenti targhe di identificazione ed indicazione:

- targhette di identificazione utenza;
- targhette di identificazione delle singole apparecchiature;
- targhe con indicazione dei dati caratteristiche dei quadri, riportanti almeno:
 - nome del costruttore;
 - sigla di tipo e numero di serie;
 - valori nominali applicabili;
 - anno di costruzione;
- targhe di pericolo (ove necessarie);
- targhe con sequenze di manovra.

Le targhe con i dati caratteristici delle apparecchiature sono accettate nello standard del Costruttore.

2.1.9 Accessori

I quadri devono essere dotati almeno dei seguenti accessori:

- telaio di base per il fissaggio dei quadri a pavimento;
- golfari di sollevamento;
- lamiera asportabili di chiusura inferiori e superiori;
- lamiera di completamento laterali;
- serie di leve e di attrezzi speciali.

Devono comunque essere previsti tutti gli accessori necessari a rendere i quadri completi e pronti al funzionamento, anche se non espressamente menzionati negli elaborati di progetto.

2.1.10 Condizioni ambientali

I quadri di media tensione devono essere in grado di funzionare nelle seguenti condizioni:

Parametro	Valore
Installazione	All'interno
Ambiente	Normale
Temperatura ambiente massima	40°C

Temperatura ambiente minima	-5°C
Umidità relativa	95%
Altitudine	< 1000 m s.l.m.

2.1.11 Modalità di posa in opera

Gli scomparti di media tensione vanno installati secondo le istruzioni del Costruttore, sono installati addossati a parete è assicurata la completa accessibilità per le operazioni di manutenzione, ed è altresì assicurata la circolazione dell'aria.

Sono installati con opportuni elementi di base per la perfetta messa a livello.

Le altezze di installazione, rispetto al pavimento, delle apparecchiature all'interno dei quadri devono rispettare le seguenti indicazioni:

- strumenti di misura massimo 2 m;
- dispositivi di manovra tra 0,8 e 1,6 m;
- morsettiere minimo 30 cm.

L'installazione deve tener conto della presenza di altre apparecchiature, onde evitare reciproche influenze che possano determinare declassamenti di qualche apparecchiatura.

2.1.12 Verifiche e prove

Si elencano qui di seguito le prove da eseguire, con riferimento alle operazioni di verifica da eseguire in fabbrica:

- l'Appaltatore deve avvisare la Committente circa la data di effettuazione delle prove;
- la Committente si riserva il diritto di presenziare all'effettuazione delle prove.

L'Appaltatore deve comunque consegnare alla Committente i certificati di collaudo relativi alle prove effettuate.

2.1.13 Prove di tipo

L'Appaltatore deve fornire le certificazioni attestanti il superamento dalle apparecchiature delle prove di tipo previste dalle norme:

- prove di tensione ad impulso;
- prove di tensione a frequenza industriale;
- prove di riscaldamento;
- prove di corrente di breve durata;
- prove di funzionamento meccanico;
- verifica dei gradi di protezione delle persone contro l'avvicinamento a parti in tensione e parti in movimento.

2.1.14 Prove di accettazione

Il quadro dovrà essere sottoposto alle prove di accettazione e di collaudo previste dalle norme CEI/IEC, in particolare:

- prova di tensione a frequenza industriale;
- prova di tensione sui circuiti ausiliari e di comando;
- prove di funzionamento meccanico;
- prova dei dispositivi ausiliari.

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

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

- prova di isolamento.

2.2 Trasformatori di potenza MT/BT

2.2.1 Normative e standard di riferimento

La progettazione, la costruzione e le verifiche delle apparecchiature devono essere conformi alle prescrizioni delle ultime edizioni delle Norme CEI e delle normative specifiche e standard di prodotto vigenti (norme IEC, norme CENELEC, eccetera).

Quando possibile, le apparecchiature devono portare impresso il marchio di qualità IMQ, attestante la costruzione delle medesime secondo la regola dell'arte.

2.2.2 Prescrizioni tecniche, caratteristiche dei materiali e modalità di esecuzione

Le presenti prescrizioni stabiliscono i requisiti minimi che devono essere soddisfatti dalle apparecchiature descritte.

I trasformatori devono essere progettati e costruiti secondo la regola dell'arte, tenendo conto dei seguenti requisiti:

- sicurezza;
- affidabilità;
- continuità di servizio;
- elevata vita utile;
- economia di esercizio;
- ridotta manutenzione;
- ridotte dimensioni;
- bassa rumorosità.

I trasformatori devono essere, per quanto possibile, di tipo standard, con uso di componenti ed accessori di serie e normalizzati, tali da garantirne la reperibilità sul mercato per tutta la durata di vita prevista.

I trasformatori devono essere adatti per resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche conseguenti alle correnti di guasto previste.

Devono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per rendere la struttura dei trasformatori elastica, limitando quanto più possibile la trasmissione di vibrazioni e di rumorosità.

La potenza nominale deve essere garantita con raffreddamento a circolazione naturale di aria (AN).

2.2.3 Trasformatori in resina

Nucleo magnetico

Il nucleo magnetico dei trasformatori deve essere realizzato utilizzando lamierini a cristalli orientati ad alta permeabilità ed a basse perdite, con taglio a 45° in corrispondenza dei giunti.

Avvolgimenti e viti

Gli avvolgimenti BT devono essere costruiti con conduttori di rame elettrolitico o di alluminio, devono essere isolati in classe F e trattati con resina isolante.

Gli avvolgimenti MT devono essere costruiti con conduttori di rame elettrolitico o di alluminio, devono essere inglobati in resina isolante di tipo epossidico insensibile all'umidità ed alla polvere. Il sistema di inglobamento deve essere in classe F.

Terminali

I trasformatori devono essere dotati di n. 3 terminali sul lato MT e n. 4 terminali sul lato BT, contrassegnati secondo le normative vigenti.

I terminali devono essere adatti per il tipo di collegamento specificato negli altri elaborati di progetto: cavo o condotto sbarre.

Rumorosità

L'appaltatore deve indicare il livello di rumore indicato come livello di pressione sonora misurata in dB(A) in accordo a quanto stabilito dalle norme CEI 14-4/10 (CEI EN 60076-1).

Comportamento al fuoco, classe climatica ed ambientale

I trasformatori in resina devono essere conformi alle seguenti:

- classe di comportamento al fuoco F, corrispondente a:
 - infiammabilità ridotta;
 - auto-estinguenza;
 - emissione minima di sostanze tossiche e di fumi opachi;
 - prodotti della combustione praticamente esenti da composti alogeni;
 - limitato contributo di energia termica ad un incendio esterno;
- classe ambientale E2, corrispondente ad installazione in luoghi per cui il trasformatore è soggetto a consistente condensa o ad intenso inquinamento o ad una combinazione di entrambi i fenomeni;
- classe climatica C2, corrispondente ad installazione in luoghi per cui il trasformatore è soggetto a funzionare a temperature fino a -25 °C.

Accessori

I trasformatori devono essere forniti completi di tutto quanto necessario per renderli pronti al funzionamento, anche se non specificatamente richiesto nelle presenti prescrizioni o negli altri elaborati di progetto.

In ogni caso devono essere completi almeno dei seguenti dispositivi e accessori:

- ruote di scorrimento di tipo bidirezionale su carrello o dispositivo equivalente;
- piastre di acciaio rinforzate per martinetti idraulici di sollevamento del trasformatore;
- dispositivi per il bloccaggio del trasformatore alle rotaie od al pavimento;
- ganci per il traino del trasformatore nei due sensi ortogonali;
- golfari per il sollevamento del trasformatore e/o della sola parte estraibile;
- targa con i dati caratteristici del trasformatore, in conformità a quanto stabilito dalle norme, ubicata in posizione ben visibile dal fronte della cella relativa;
- n. 2 prese di messa a terra, con bullone di tipo anti-allentante, contrassegnate secondo le norme;
- variatore di tensione a vuoto sull'avvolgimento di media tensione, con prese $\pm 2 \times 2,5\%$;
- sensori PT100 negli avvolgimenti di ciascuna fase e nel nucleo magnetico;
- centralina termometrica a microprocessore munita di:
 - visualizzazione della temperatura nelle tre fasi e nel nucleo;
 - determinazione del set-point di allarme e di sgancio;
 - contatto ausiliario per l'azionamento degli eventuali ventilatori di raffreddamento;
 - uscita di segnale $4 \div 20$ mA per il riporto della temperatura media a distanza;
- cassetta stagna IP 55, completa di morsettiera per la raccolta di tutti i circuiti di protezione ed allarme, ubicata in posizione facilmente accessibile;
- supporti antivibranti;
- ventilatori assiali in grado di aumentare la potenza nominale della macchina fino al 25%;
- serie di attrezzi speciali per l'esercizio e la manutenzione.

2.2.4 Celle di rete metallica per trasformatori MT/BT

Vanno realizzate con telai metallici e rete di protezione tutto intorno ai trasformatori.

La rete metallica impiegata deve avere fori con diametro inferiore a 12 mm per garantire un grado di protezione minimo IP2X.

Deve essere possibile il controllo visivo del trasformatore installato all'interno.

L'altezza della rete non deve essere inferiore a 2,5 m dal pavimento finito.

Intorno ai trasformatori deve essere garantito uno spazio di lavoro di almeno 60 cm e deve in ogni caso essere garantita la distanza di sicurezza verso massa delle parti in tensione.

Le porte delle celle devono essere dotate di serratura con chiave interbloccata con quella del sezionatore di terra dello scomparto di media tensione posto a monte; deve essere possibile aprire le porte solo con il sezionatore di terra bloccato in posizione di chiuso e, viceversa, non può essere aperto il sezionatore di terra con portelle aperte.

A maggior tutela, sarà installato un micro di sicurezza che all'apertura della porta determini lo sgancio dell'interruttore di macchina lato MT.

Le celle devono sempre comprendere almeno i seguenti dispositivi ed accessori:

- guide per lo scorrimento del trasformatore (rotaie);
- sbarre di terra a cui saranno collegate elettricamente tutte le masse e le masse estranee;
- sistemi di ammarro per i cavi di media tensione;

2.2.5 Modalità di posa in opera

Le modalità di posa in opera devono seguire le indicazioni fornite dal Costruttore ed essere tali da soddisfare le seguenti esigenze:

- distanze di isolamento conformi alle Normative;
- messa a terra conforme alle Normative;
- limiti di distanza dalle pareti della cella di contenimento non inferiori a:
 - 20 cm per la classe di isolamento sino a 12 kV;
 - 30 cm per la classe di isolamento sino a 17,5 kV;
 - 40 cm per la classe di isolamento sino a 24 kV;
- completa accessibilità per cablaggio e manutenzione;
- evitare mutue influenze con altre apparecchiature, tali da poter provocare declassamenti delle prestazioni nominali.

2.2.6 Verifiche e prove

Si elencano qui di seguito le prove da eseguire, con riferimento alle operazioni di verifica da eseguire in fabbrica:

- l'Appaltatore deve avvisare la Committente circa la data di effettuazione delle prove;
- la Committente si riserva il diritto di presenziare all'effettuazione delle prove.

L'Appaltatore deve comunque consegnare alla Committente i certificati di collaudo relativi alle prove effettuate.

2.2.7 Prove di tipo

L'Appaltatore deve fornire le certificazioni attestanti il superamento, da parte di una macchina di uguale taglia e di uguale classe di isolamento, delle prove di tipo previste dalle norme:

- prova di riscaldamento;
- prova ad impulso atmosferico;
- prova di tenuta al corto circuito;
- misura del livello di rumore.

2.2.8 Prove di accettazione

Il trasformatore deve superare con esito positivo le seguenti prove di accettazione previste dalle norme:

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

Deve essere prodotto altresì il certificato relativo alle resine di inglobamento di ciascun avvolgimento, atto a valutare:

- il corretto rapporto di miscelazione resina/carica inerte e trattamento;
- la resistenza alle fessurazioni di ciascun avvolgimento inglobato.

Verifiche di corretta installazione

Vanno verificate, ad avvenuta installazione:

- la rispondenza dei dati di targa alle prescrizioni di progetto;
- la rispondenza delle modalità di installazione alle Norme CEI ed alle presenti prescrizioni;
- la rispondenza di tutti gli accessori alle prescrizioni di progetto.

2.2.9 Caratteristiche installative

Il trasformatore sarà inserito in apposito box, rispettando le distanze minime di isolamento previste dalla normativa, protetto da rete a maglia larga nella quale sarà inserita apposita porta per l'accesso al box stesso. La porta sarà dotata delle seguenti sicurezze:

- chiusura a chiave, la cui chiave sarà anellata con quella delle lame di messa a terra presenti sulla cella di media tensione posta a protezione del trasformatore. L'apertura della porta sarà possibile solo se si sarà preventivamente messo a terra il cavo di alimentazione del trasformatore;
- finecorsa di sicurezza atto a comandare l'apertura dell'interruttore MT posto a protezione del trasformatore nel caso venisse aperta la porta senza aver eseguito le manovre di messa in sicurezza previste.

Il box trasformatore sarà opportunamente ventilato o attraverso adeguate griglie di areazione naturale e/o attraverso impiego di un estrattore meccanico.

2.3 Quadri di distribuzione

2.3.1 Norme di riferimento

Il quadro sarà progettato, assemblato e collaudato in totale rispetto delle seguenti normative:

- IEC 529 (CEI 70-1);
- IEC 439/1 (CEI 17-13/1).

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

2.3.2 Dati elettrici

Parametro	Valore
Tensione nominale	690 V
Tensione di esercizio	400 V

Numero delle fasi	3F + N
Livello nominale di isolamento tensione di prova a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi	2,5 kV
Frequenza nominale	50/60 Hz
Corrente di c.to circuito simmetrico e comunque non inferiore al valore della corrente di c.to circuito simmetrico calcolata nel puto di installazione	Fino a 25 kA
Durata nominale del corto circuito	1"
Grado di protezione sul fronte	Fino ad IP 55
Grado di protezione a porta aperta	IP 20
Accessibilità quadro	Fronte
Forma di segregazione	2 per tutti i quadri e sotto-quadri di distribuzione

2.3.3 Targhe

Devono essere previste almeno le seguenti targhe di identificazione e indicazione:

- Targhe di identificazione utenza sul fronte delle rispettive celle;
- targhe di identificazione delle singole apparecchiature, sia interne che esterne, coerenti con gli schemi elettrici;
- targhe con indicazione dei dati caratteristici dei quadri e delle singole apparecchiature, riportanti almeno:
 - sigla del quadro;
 - nome del costruttore;
 - sigla di tipo (AS, ANS, ASD);
 - n. di serie od identificazione;
 - tensione esercizio in V;
 - corrente di c.to circuito simmetrico in kA;
 - grado di protezione IPXX;
 - anno di costruzione;
 - marcatura CE;
- targhe di pericolo (se necessarie);
- targhe con sequenze di manovra (se necessarie).

Le targhe di identificazione devono essere in trafolite con fondo nero e scritte in bianco.

2.3.4 Carpenteria

Il quadro deve essere realizzato con montanti in profilati di acciaio e pannelli di chiusura in lamiera ribordata avente una resistenza agli urti adeguata al luogo di installazione: il riferimento per questo valore è l'indice IK definito nella norma CEI EN 50102, che non dovrà essere inferiore ad IK07 per i contenitori installati in ambienti ove non sussistano condizioni di rischio di shock, ad IK08 ove i rischi comportino eventuali danni agli apparecchi e ad IK10 negli ambienti ove vi siano probabilità di urti importanti.

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

L'accesso al quadro deve essere reso possibile solamente a personale qualificato con l'uso di chiavi e non mediante attrezzi (chiave box quadra 7x7 od equivalente).

Le colonne del quadro saranno complete di golfari di sollevamento rimovibili una volta posato in cantiere.

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

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

Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide modulari o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno. Gli strumenti e lampade di segnalazione saranno montate sui pannelli frontali.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio. Tutte le parti metalliche del quadro saranno collegate a terra (in conformità a quanto prescritto dalla già citata norma CEI 17-13/1).

Per quanto riguarda la struttura verrà utilizzata viteria antiossidante con rondelle auto graffianti al momento dell'assemblaggio, per le piastre frontali sarà necessario assicurarsi che i sistemi di fissaggio comportino un'adeguata asportazione del rivestimento isolante.

Il quadro power center potrà essere dislocato su pavimento galleggiante: di conseguenza, sarà sollevato da terra mediante un basamento realizzato in profilati ad U di adeguata portata, piastra di base fissata a pavimento e regolazione del livello mediante barra filettata con dado e contro dado.

La struttura potrà essere richiesta in acciaio verniciato od in acciaio inox AISI 304 secondo le indicazioni della Committente o della Direzione Lavori.

2.3.5 Verniciatura

Per garantire un'efficace tenuta alla corrosione ed una buona tenuta della tinta nel tempo, la struttura ed i pannelli laterali dovranno essere opportunamente trattati e verniciati. Questo è ottenuto da un trattamento chimico per fosfatazione delle lamiere seguito da una protezione per cataforesi.

Le lamiere trattate saranno poi verniciate con polvere termoindurente a base di resine epossidiche mescolate con resine poliesteri con spessore medio di 60 µm.

2.3.6 Montaggio e cablaggio apparecchiature

La disposizione delle apparecchiature elettriche, all'interno di ogni scomparto, dovrà essere come rappresentato nello schema elettrico.

I sistemi sbarre, i supporti sbarre, gli adattatori porta apparecchi, la tipologia, il montaggio e tutti i collegamenti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni del costruttore di tali sistemi ed al quale dovranno essere richieste le certificazioni delle prove di tipo. I quadri con corrente presunta di cortocircuito nominale oltre 10 kA o protetti da dispositivo che non limita il valore di picco della corrente a meno di 15 kA in corrispondenza del suo potere d'interruzione nominale, dovranno essere costruiti in conformità alle prescrizioni del quadro tipo da cui deriva. Il dimensionamento della sezione delle sbarre dovrà essere eseguito in accordo alle tabelle della portata di corrente dei sistemi sbarre dei quadri (DIN 43671) applicando il coefficiente di riduzione relativo ad una temperatura ambiente pari a 40°C.

Il dimensionamento della sezione di tutti i conduttori di cablaggio dei circuiti di potenza dovrà essere eseguito in accordo alle tabelle CEI-UNEL 35024/1 considerando una posa in canale chiuso ed applicando i coefficienti di riduzione relativi ad una temperatura pari a 40°C ed al numero di circuiti presenti nella stessa canaletta porta-cavi.

Dovrà essere verificato che le sezioni così calcolate risultino protette dai dispositivi di sovracorrente a monte in conformità alle norme CEI 64-8/4 e, comunque, le sezioni dei conduttori di cablaggio non dovranno essere inferiori a:

- 2,5 mm² per i cablaggi dei circuiti di potenza;
- 1,5 mm² per i cablaggi dei circuiti ausiliari;
- 1 mm² per i cablaggi di circuiti relativi ad apparecchiature elettroniche (moduli di comando elettronici, eccetera).

Ciascun interruttore generale (di quadro e/o di scomparto) deve essere posizionato, all'interno del proprio scomparto, nella parte superiore e sul lato opposto alle cerniere.

Al di sopra di detti interruttori non devono essere montati altri componenti elettrici al fine di consentire l'allacciamento del cavo di alimentazione con le modalità sopra descritte.

Dall'interruttore generale del quadro e dagli interruttori generali di ciascun scomparto si dipartiranno dei cavi e/o bandelle flessibili (L1.. - L2.. - L3.. - N..) di sezione tale da portare, nelle condizioni di posa sopra menzionate, la corrente nominale dell'interruttore da cui si derivano. Questi cavi e/o bandelle si attesteranno al primo sistema sbarre porta-apparecchi dello scomparto.

L'alimentazione degli altri gruppi di sistemi sbarre e per gli eventuali altri scomparti dovrà essere eseguita derivandosi dal sistema sbarre sopra menzionato tramite appositi adattatori di derivazione per montaggio su sbarre.

Non è ammesso derivarsi dai morsetti degli interruttori di cui sopra con più di due conduttori per fase, sempre che i suoi terminali siano predisposti per accettare due cavi in parallelo.

Le eventuali apparecchiature i cui morsetti di entrata non accettino la sezione risultante dalla verifica del prodotto $I^2 \cdot t$ di cui sopra, dovranno essere obbligatoriamente montate sul sistema di sbarre porta apparecchi (o sul sistema ripartitore di potenza).

I trasformatori di potenza uguale o superiore a 400 V·A dovranno essere montati nella parte alta degli scomparti. Al di sopra dei trasformatori non dovranno essere montate apparecchiature che potrebbero essere influenzate negativamente dal calore prodotto dagli stessi.

Le apparecchiature all'interno di ciascun scomparto del quadro dovranno essere montate in modo che, in caso di guasto, risulti agevole la sostituzione delle apparecchiature senza dover effettuare lo smontaggio degli elementi non interessati. In particolare, non dovranno essere a ridosso delle canaline o di altre apparecchiature.

La distanza tra ciascuna canaletta e i terminali delle apparecchiature dovrà essere almeno di 5 cm per permettere una facile connessione dei conduttori.

Quando non sia possibile rispettare la distanza sopra indicata, le morsettiere e le apparecchiature ausiliarie potranno essere montate su guida DIN, rialzata di almeno 5 cm, oltre l'ingombro in altezza delle canalette fissate sulla piastra di montaggio.

Per tutti i quadri, in ciascun scomparto, i portafusibili dei circuiti ausiliari dovranno essere tra loro raggruppati ed a monte saranno collegati tramite apposite barrette isolate a pettine. I conduttori di tutte le bobine e delle lampade di segnalazione, faranno capo ad una o più barrette secondo necessità (ad esempio, sistema di barrette Legrand art. 04880, 04882, 04884, 04886 e 04888).

Il tratto di conduttore di collegamento da valle dei trasformatori fino a monte degli interruttori magnetotermici (lato 24 V) dovrà essere il più corto possibile (10 cm) e cablato separatamente senza passare dalla canaletta con gli altri conduttori. La sezione di questo conduttore come pure la sezione dei conduttori da valle degli interruttori magnetotermici fino alle barrette isolate a pettine ed alle barrette dei comuni delle bobine e delle lampade di segnalazione, se non diversamente specificata nello schema elettrico, dovrà essere almeno 6 mm². La sezione delle barrette dei comuni non dovrà essere inferiore a 10 mm².

Le apparecchiature ausiliarie dovranno essere montate in modo da formare gruppi omogenei per tipo e valore di tensione applicata ai loro circuiti. In particolare, le apparecchiature ausiliarie inserite anche in circuiti a tensione superiore a 24 V dovranno essere raggruppate e distinte da tutte le altre.

I vari circuiti saranno assiemati entro canalette in PVC del tipo non propagante l'incendio ed il loro ingombro non dovrà superare il 50% dello spazio disponibile nella canaletta. Il fissaggio delle canalette sulle piastre del quadro dovrà essere realizzato mediante rivetti in materiale plastico.

Il fissaggio delle canalette sulla faccia interna della portella, per il cablaggio delle apparecchiature montate sulla portella, dovrà essere eseguito su profilati ad omega da attestare al predisposto profilato forato nel perimetro interno della portella o, in casi particolari di carpenterie, mediante appositi sostegni tipo Legrand art. 36642 o sistemi similari. Non sono ammessi fissaggi mediante incollaggio della canaletta sulla portella né fissaggio della stessa con rivettature che perforino la portella.

Sui profilati di cui sopra verranno montati anche i morsetti porta-diodo per la prova delle relative lampade.

Dovranno essere usati conduttori in rame isolato del tipo non propagante l'incendio, provati in accordo alle norme CEI 20-22/1. La tensione nominale di esercizio dei conduttori di cablaggio, sia dei circuiti di potenza che dei circuiti ausiliari, non dovrà essere inferiore a 450/750 V.

Sul fronte della porta di ciascun scomparto, devono essere montate, suddividendole per gruppi omogenei, le apparecchiature di comando e controllo quali selettori, pulsanti, indicatori luminosi, apparecchiature di regolazione, orologi, strumenti di misura, eccetera. Tutte le

apparecchiature montate sul fronte quadro dovranno essere del tipo per montaggio da incasso, salvo diversamente indicato negli schemi elettrici.

Per ogni quadro dovrà essere accertato che la temperatura dell'aria all'interno dell'involucro (pari alla somma della temperatura dell'aria ambiente all'esterno dell'involucro e della sovratemperatura dell'aria all'interno dell'involucro dovuta alla potenza dissipata delle apparecchiature installate) non superi le massime temperature di funzionamento ammesse per ciascuna apparecchiatura installata.

Nei quadri dove sono installate apparecchiature elettroniche (quali, ad esempio, gli avviatori) la temperatura dell'aria all'interno dell'involucro non deve superare i 40°C e, comunque, non deve essere superiore a quella massima ammessa dall'apparecchiatura scelta.

Nel caso non sia possibile garantire il rispetto delle massime temperature ammesse di funzionamento, dovranno essere presi tutti quei provvedimenti necessari a limitare le sovratemperature all'interno degli involucri (quali, ad esempio, l'utilizzo di griglie di aerazione e/o ventilatori di estrazione aria).

2.3.7 Collegamento di potenza

Le sbarre ed i conduttori saranno dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di cortocircuito richiesti.

Le sbarre orizzontali saranno in rame elettrolitico di sezione rettangolare piene, saranno fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine in grado di ricevere un massimo di 2 sbarre per fase e saranno disposte in modo da permettere eventuali modifiche future. Potranno essere utilizzate sbarre di spessore pari a 5 o 10 mm, il numero e la sezione dovranno essere adeguati alla I_n richiesta.

L'interasse tra le fasi e la distanza tra i supporti sbarre sono regolamentate in base alle prove effettuate presso laboratori qualificati. I collegamenti tra sistemi sbarre orizzontali e verticali saranno realizzati mediante connettori standard. Le sbarre principali saranno predisposte per essere suddivise, in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro, e consentiranno ampliamenti su entrambi i lati. Nel caso di installazione di sbarre di piatto, quest'ultime saranno declassate del 20% rispetto alla loro portata nominale.

Dovranno essere previste delle protezioni interne, aventi grado di protezione 2X od XXB atte ad evitare contatti diretti con il sistema sbarre principale. Sono eventualmente ammesse sbarre pre-isolate.

2.3.8 Derivazioni

Per correnti da 100 a 630 A gli interruttori saranno alimentati direttamente dalle sbarre principali mediante bandella flessibile dimensionata in base alla corrente nominale dell'interruttore stesso. Tutti i cavi di potenza, superiori a 25 mm², entranti o uscenti dal quadro non avranno interposizione di morsettiere ma 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 saranno identificate con opportuni contrassegni autoadesivi a seconda della fase di appartenenza così come le corde saranno equipaggiate con anellini terminali colorati.

Tutti i conduttori sia di potenza inferiori ai 25 mm² che ausiliari si attesteranno a delle morsettiere componibili su guida posizionate in risalita cavi laterale o nella parte posteriore del quadro, con diaframmi che separino le diverse tipologie di cavi in partenza. Quest'ultime, in generale, saranno:

- morsettiere di potenza;
- morsettiere per segnali digitali;
- morsettiere per segnali analogici.

I morsetti saranno del tipo a molla ad innesto rapido.

2.3.9 Dispositivi di manovra e protezione

Sarà garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che saranno pertanto concentrate sul fronte dello scomparto. All'interno sarà possibile una 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 saranno contraddistinti da targhette di identificazione conformi a quanto indicato dagli schemi.

Sarà 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.

2.3.10 Conduttore di protezione

Sarà in barra di rame dimensionata per sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche dovute alle correnti di guasto. Per un calcolo preciso della sezione adatta è necessario fare riferimento al paragrafo 7.4.3.1.7 della già citata norma CEI 17-13/1.

2.3.11 Collegamenti ausiliari

Saranno in conduttore flessibile tipo FS17 con le seguenti sezioni minime:

- 1,5 mm² per i TA;
- 1 mm² per i circuiti di comando;
- 0,5 mm² per i circuiti di segnalazione.

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

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

La tensione ausiliaria (24 V), per il comando e segnalazione dei circuiti ausiliari e per l'alimentazione della regolazione automatica, dovrà essere ottenuta a mezzo di idonei trasformatori monofasi di comando e sicurezza costruiti in conformità alle norme CEI 96-2. Tali trasformatori dovranno avere adeguata potenza ed essere in grado di erogare una potenza di breve durata superiore alla contemporaneità del carico inserito (spunto bobine) tale da garantire una caduta di tensione non superiore al 5% della tensione secondaria.

Per ragioni di sicurezza, al fine di evitare avviamenti accidentali o l'impedimento all'arresto delle macchine a causa di possibili guasti a terra nei circuiti ausiliari, conformemente alle norme CEI 44-5, i trasformatori adibiti al comando dei circuiti ausiliari dovranno avere un polo lato 24 V linea comune connesso al conduttore di protezione.

Al fine di evitare possibili errori di connessione, si dovrà collegare al conduttore "PE" la barretta o barrette della morsettiera modulare protetta che raccolgono tutti i conduttori comuni lato 24 V (tale conduttore, di colore giallo/verde, deve essere ben visibile). A queste barrette, connesse al conduttore di protezione, saranno collegati direttamente, senza nessun dispositivo di comando o sezionamento, un terminale di tutte le bobine.

Tutti i dispositivi di comando, arresto e sicurezza che fanno operare le bobine devono essere inseriti fra l'altro terminale delle bobine e l'altra fase del circuito di comando (quella non connessa al conduttore di protezione come da norme CEI 44-5).

Nella morsettiera modulare protetta di cui sopra dovrà essere utilizzata come barretta comune quella più vicina al lato uscita conduttori.

Circuito colore

Il colore dell'isolante dei conduttori dovrà essere:

- nero per i circuiti di potenza (400 V) e per la fase di eventuale circuiti ausiliari a 230 V;
- blu chiaro per il conduttore di neutro;
- grigio per i circuiti secondari dei trasformatori di corrente (TA);
- giallo-verde per il conduttore di protezione "PE";
- rosso per i circuiti ausiliari (solo 24 V alternata);
- marrone per i circuiti ausiliari di comando a tensione superiore a 24 V;

- arancio per i circuiti (con massima tensione pari a 24 V) resi disponibili per segnalazioni a distanza o per interconnessione con altri quadri o scomparti, che rimangono in tensione anche dopo l'apertura dell'interruttore generale del quadro e/o dello scomparto. Questi circuiti faranno capo a morsetti di tipo estraibile.

2.3.12 Accessori di cablaggio

La circolazione dei cavi di potenza e/o ausiliari dovrà avvenire all'interno di apposite canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

L'accesso alle condutture sarà possibile anche dal fronte del quadro mediante l'asportazione delle lamiere di copertura delle apparecchiature.

2.3.13 Collegamenti alle linee esterne/morsettiere

In ogni caso, le linee si attesteranno alla morsettiere in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione. Le morsettiere non sosterranno 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, è sconsigliabile il collegamento diretto sui contatti degli interruttori in modo da evitare eventuali sollecitazioni meccaniche.

L'uscita/ingresso dei cavi sarà generalmente dal basso.

La sezione nominale del morsetto dovrà essere di almeno una taglia superiore alla sezione del cavo da collegare.

Inoltre, i gruppi di morsetti dovranno essere tra loro distanziati secondo il servizio e tensione come di seguito specificato:

- morsetti di interconnessione con le apparecchiature di potenza in campo a 230/400 V (cablaggio nero e blu chiaro);
- morsetti di interconnessione tra gli scomparti;
- morsetti di interconnessione con le apparecchiature ausiliarie in campo a 24 V (cablaggio rosso);
- morsetti di interconnessione con i quadri di interfaccia dei roof-top (cablaggio rosso);
- morsetti di interconnessione con le periferiche del sistema di gestione centralizzato per la segnalazione di stato (cablaggio rosso);
- morsetti di interconnessione con le periferiche del sistema di gestione centralizzato per i circuiti di comando (cablaggio rosso);
- morsetti di interconnessione con le apparecchiature di regolazione automatica in campo massimo 24 V (cablaggio bianco);
- morsetti di tipo estraibile (cablaggio arancio).

Se non diversamente specificato negli schemi elettrici e/o disegni, le morsettiere dovranno essere nella parte bassa dello stesso scomparto dove sono montate le apparecchiature di pertinenza, avendo cura di posizionarle ad una altezza non inferiore a 200 mm dalla piastra di fondo dello scomparto.

La distanza tra le canalette e i terminali delle morsettiere dovrà essere pari ad almeno 5 cm per permettere una facile connessione dei conduttori.

Quando non sia possibile rispettare la distanza sopra indicata, le morsettiere potranno essere montate su guida DIN, rialzata di almeno 5 cm, oltre l'ingombro in altezza delle canalette fissate sulla piastra di montaggio.

Quando è richiesto un grado di protezione specificato del quadro pari ad almeno IP44, la connessione dei cavi delle utenze in campo alle morsettiere di ogni scomparto del quadro dovrà essere eseguita con l'utilizzo di appositi raccordi pressa-cavo (uno per ogni cavo multipolare) da installarsi nella piastra di fondo dello scomparto tra la morsettiere e la barra di terra che risulta montata alla base del quadro il più possibile vicino alla portella.

L'installazione dei raccordi pressa-cavo dovrà essere concordata con l'installatore degli impianti elettrici in base al numero, sezione dei cavi e tipo di pressa-cavo.

2.3.14 Alimentazione

Per i sistemi di distribuzione TT o TN-S e dovrà essere predisposta una linea in cavo avente, generalmente, le seguenti caratteristiche:

- temperatura di funzionamento pari a 90°C;
- temperatura in cortocircuito pari a 250°C;
- non propagante la fiamma;
- non propagante l'incendio;
- ridotta emissione di gas corrosivi;
- tensione d'isolamento pari a 0,6/1 kV;
- anima in rame rosso ricotto flessibile;
- isolante in gomma HEPR ad alto modulo;
- guaina in PVC speciale di qualità RZ e di colore grigio;
- sigla FG16OR16;
- formazione 3 P+N+PE (un cavo multipolare o cavi unipolari).

Il cavo dovrà essere protetto da un interruttore automatico magnetotermico quadripolare opportunamente coordinato al fine della protezione contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti.

La taratura della soglia magnetica dell'interruttore dovrà essere almeno $10 \cdot I_n$, definendo I_n la corrente nominale della protezione. La taglia dell'interruttore sarà sovradimensionata almeno del 25% rispetto al carico previsto per consentire di supplire ad eventuali aumenti di potenza futuri. La protezione contro i contatti indiretti potrà essere garantita mediante l'installazione di un relè differenziale regolabile in tempo e corrente che agisca sull'interruttore automatico, determinandone l'apertura a fronte di un guasto a terra.

Nel caso l'entità del carico lo consenta, si potrà utilizzare un interruttore magnetotermico differenziale di tipo modulare, con corrente differenziale pari a 0,5 A, tipo AC selettivo SI.

Il potere di interruzione della protezione dovrà essere, in ogni caso, sufficiente ad interrompere la corrente di cortocircuito trifase simmetrico prevista nel punto d'installazione.

La tensione di rete da garantire all'ingresso della sezione di potenza dovrà essere:

- sorgente da quadro principale o secondario;
- tensione pari a 230/400 V;
- frequenza nominale pari a 50 Hz.

Sarà prevista l'installazione di un alimentatore stabilizzato 220 V AC/24 V DC, protetto a valle con un interruttore magnetotermico 1P+N opportunamente coordinato.

La protezione a monte sarà garantita dall'interruttore generale della sezione di controllo.

La potenza dovrà essere commisurata al carico previsto con un margine del 20%.

2.3.15 Barra di terra

Nella sezione di potenza sarà alloggiata una barra di terra di "protezione", opportunamente dimensionata ed atta a ricevere le linee di protezione previste in uscita dal quadro.

Alla barra di "protezione" saranno collegati tutti i conduttori di protezione PE uscenti dal quadro che andranno a collegarsi agli utilizzatori di potenza.

La barra sarà a sua volta collegata alla terra di protezione di stabilimento mediante un cavo isolato in PVC giallo-verde opportunamente dimensionato. Normalmente si ritiene certamente adeguata una sezione di (rif. par. 8.2.2 CEI EN 60204-1):

- $SPE = S_{FASE}$ per $S_{FASE} \leq 16 \text{ mm}^2$;
- $SPE = S_{FASE}/2$ per $S_{FASE} > 16 \text{ mm}^2$ con un minimo di 16 mm^2 .

Nella sezione di controllo, ove presente, sarà alloggiata una barra di terra "funzionale", installata su isolatori, alla quale saranno collegati tutti gli schermi dei cavi in partenza e le terre di riferimento del sistema di controllo interno al quadro o verso il campo.

Generalmente, la barra di terra "funzionale" sarà collegata alla terra di stabilimento mediante un collegamento interno al quadro con la barra di "protezione" di sezione minima pari a 16 mm².

Componentistica

2.3.16 Interruttori automatici

Gli interruttori di protezione automatici previsti avranno le seguenti caratteristiche:

- tensione d'impiego U_e pari a 230/400 V;
- tipo modulare per $I_n \leq 100$ A con taratura fissa e curve d'intervento tipo C/D;
- tipo scatolato per $I_n > 100$ A con taratura regolabile e curve d'intervento regolabili;
- gli interruttori generali di bassa tensione ed i congiuntori dovranno essere di tipo motorizzato ed in esecuzione estraibile;
- potere d'interruzione almeno pari al valore della corrente di cortocircuito prevista nel punto d'installazione e, comunque, non inferiore a 10 kA (6 kA per sistemi TT fino a 6 kW);
- contatti ausiliari per segnalazione di interruttore scattato se richiesto.

2.3.17 Interruttori differenziali

Gli interruttori differenziali dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- essere del tipo con toroide incorporato. Il dispositivo di sgancio dell'interruttore non dovrà essere azionato da relè esterni all'interruttore;
- essere adatti al tipo di utenza da proteggere;
- essere protetti contro gli scatti intempestivi dovuti a sovratensioni transitorie;
- essere corredati del pulsante di test ed essere cablati e montati in maniera da permettere di effettuare la prova periodica di controllo dell'intervento senza pericolo per l'operatore (protezione dai contatti accidentali);
- tensione d'impiego U_e pari a 230/400 V;
- per I_{dn} pari a 30 mA, intervento istantaneo Classe A "SI";
- per I_{dn} pari a 300 mA, intervento istantaneo Classe A "SI";
- per I_{dn} superiori a 300 mA, regolabili in tempo e corrente;
- contatti ausiliari per segnalazione di interruttore scattato.

In generale saranno installate protezioni differenziali con I_{dn} pari a 30 mA per le linee di alimentazione di prese fisse e dispositivi portatili, mentre si utilizzeranno protezioni differenziali con I_{dn} pari a 300 mA per le linee di alimentazione di dispositivi mobili che vengono utilizzati in modo fisso (non sono spostati durante il loro funzionamento).

2.3.18 Interruttori magnetotermici-differenziali

Gli interruttori di protezione magnetotermici-differenziali saranno del tipo modulare aventi le seguenti caratteristiche:

- tensione d'impiego U_e pari a 230/400 V;
- corrente con $I_n \leq 63$ A, taratura fissa e curve d'intervento tipo B/C/D;
- potere d'interruzione almeno pari al valore della corrente di cortocircuito prevista nel punto d'installazione e comunque non inferiore a 10 kA;

- per I_{dn} pari a 30 mA, intervento istantaneo Classe A "SI";
- per I_{dn} pari a 300 mA, intervento selettivo Classe A "SI";
- per I_{dn} superiori a 300 mA, regolabili in tempo e corrente;
- contatti ausiliari per segnalazione di interruttore scattato.

2.3.19 Interruttori salvamotori

Gli interruttori di protezione motori saranno del tipo magnetotermico con curva d'intervento adatta a partenze di motori aventi le seguenti caratteristiche:

- tensione d'impiego U_e pari a 230/400 V;
- calibro scelto in funzione dell'assorbimento del motore con taratura regolabile;
- potere d'interruzione almeno pari al valore della corrente di cortocircuito prevista nel punto d'installazione e, comunque, non inferiore a 20 kA;
- contatti ausiliari per segnalazione di interruttore scattato.

2.3.20 Contattori

I contattori per avviamento motori avranno le seguenti caratteristiche:

- tensione d'impiego U_e pari a 230/400 V;
- tensione bobina di comando pari a 24 V AC;
- categoria d'impiego AC3;
- coordinamento di tipo 1;
- contatti ausiliari per segnalazione di stato.

2.3.21 Interruttori salvamotori contattori

Per potenze generalmente fino a 15 kW si dovranno utilizzare protezioni motori del tipo integrato magnetotermico +contattore con curva d'intervento adatta a partenze di motori aventi le seguenti caratteristiche:

- tensione d'impiego U_e pari a 230/400 V;
- calibro scelto in funzione dell'assorbimento del motore con taratura regolabile;
- potere d'interruzione almeno pari al valore della corrente di cortocircuito prevista nel punto d'installazione e, comunque, non inferiore a 20 kA.

2.3.22 Strumenti di misura

Gli strumenti di misura, per installazione a fronte quadro, saranno del tipo digitale a multifunzione, in grado di visualizzare le tipiche grandezze elettriche (V, I, P, cosφ) e potranno essere con porta di comunicazione MODBUS.

2.3.23 Fusibili

I fusibili saranno del tipo cilindrico completi di base con grandezze:

- 5x20 fino a 10 A;
- 10,3x38 fino a 32 A;
- 14x51 fino a 100 A;
- categoria d'impiego AC20;
- tensione nominale U_n pari a 500 V;
- potere d'interruzione $I_{cs} \geq 50/100$ kA.

2.3.24 Scaricatori

Dovranno essere installati gli SPD, descritti nella norma CEI 81-10/4 (CEI EN 62305-4) come "Sistema coordinato di protezione interna". Esso viene realizzato con scaricatori per corrente da fulmine (SPD tipo 1) a monte dell'impianto e limitatori di sovratensione (SPD tipo 2) nella distribuzione elettrica.

Questo tipo di installazione serve per poter scaricare a terra, a monte dell'impianto, correnti impulsive da scariche dirette (impulsi di corrente con forma d'onda 10/350 μ s). Il secondo intervento consiste nella limitazione delle sovratensioni residue (impulsi con forma d'onda 8/20 μ s) a livello dei quadri di distribuzione in modo tale che le apparecchiature elettroniche non subiscano danneggiamenti.

Si prevederanno normalmente scaricatori di sovratensioni aventi le seguenti caratteristiche:

- SPD da installare sul "power center":
 - scaricatore combinato modulare per reti TN-S (esecuzione "4+0");
 - SPD secondo CEI EN 61643-11, class. CEI 37-8 tipo 1;
 - tensione nominale U_n 230/400 V AC;
 - tensione massima continuativa U_c 255 V AC;
 - corrente impulsiva di fulmine (10/350 μ s) [L1+L2+L3+N-PE] I_{imp} 100 kA;
 - livello di protezione [L-N] $U_p \leq 1,5$ kV;
- SPD da installare sui "sotto-quadri":
 - limitatore di sovratensione modulare per reti TN-S (esecuzione "3+1");
 - SPD secondo CEI EN 61643-11, class. CEI 37-8 tipo 2;
 - tensione nominale U_n 230/400 V AC;
 - tensione massima continuativa [L-N] U_c 275 V AC;
 - corrente impulsiva nominale di scarica (8/20 μ s) I_n 20 kA;
 - corrente impulsiva massima di scarica (8/20 μ s) I_{max} 40 kA;
 - livello di protezione [L-N] $U_p \leq 1,25$ kV.

Le lunghezze dei collegamenti dall'SPD ai conduttori attivi BT e dall'SPD alla barra di equipotenzialità devono essere le più brevi possibili per limitare il valore delle rispettive autoinduttanze. Le cadute di tensione induttive ΔU (1 kV/m, rif. norma CEI 81-8) su tali collegamenti, infatti, alterano il livello di protezione U_p dell'SPD e ne possono vanificare l'effetto protettivo.

Le soluzioni per limitare il valore della caduta di tensione ΔU sono sostanzialmente tre:

- cordatura dei conduttori. A parità di altre condizioni, il valore di ΔU per conduttori cordati è circa un terzo di quello relativo a conduttori non cordati;
- cavo unipolare schermato collegato a terra ad entrambe le estremità. Trasformando l'accoppiamento induttivo in resistivo la caduta di tensione sul collegamento diventa pari alla caduta di tensione ohmica della corrente di scarica I sulla resistenza R_s dello schermo del cavo, diminuendo notevolmente il valore di ΔU ;
- collegamento "entra-esci". La lunghezza dei collegamenti è praticamente nulla e, di conseguenza, la caduta ΔU si può ritenere trascurabile.

In pratica è consigliabile utilizzare il collegamento "entra-esci" e, dove le sezioni dei cavi non lo permettono, mantenere la lunghezza dei collegamenti contenuta a massimo 25 cm da scaricatore a conduttori attivi e massimo 25 cm da scaricatore a barra equipotenziale, per un totale massimo pari a 50 cm da conduttori attivi a barra equipotenziale.

Si noti, inoltre, come sia molto importante mantenere il percorso del cavo di collegamento dallo scaricatore alla barra equipotenziale separato dai cavi in uscita dal quadro elettrico (cavi

protetti) per evitare accoppiamenti induttivi che vanificano completamente l'efficacia dello scaricatore.

2.3.25 Pulsaneria

I pulsanti, i selettori e le lampade di segnalazione avranno le seguenti caratteristiche:

- diametro pari a 22 mm;
- grado di protezione minimo pari ad IP54;
- installazione a fronte quadro;
- porta-lampade a 24 V.

2.3.26 Lampade a LED

Normalmente sul fronte quadro, se richiesto, sono riportate le seguenti segnalazioni per le partenze motori (rif. punti 10.2, 10.3, e 10.4 CEI EN 60204-1):

- lampada di segnalazione verde per motori in marcia;
- lampada di segnalazione gialla per intervento protezione;
- selettore di selezione funzionamento automatico/manuale.

2.3.27 Trasformatori

Per i circuiti ausiliari si andrà a realizzare un sistema di alimentazione del tipo FELV secondo la norma CEI 64-8/4. I circuiti ausiliari sono previsti per una tensione di funzionamento pari a 24 V AC.

Si installerà almeno un trasformatore avente le seguenti caratteristiche:

- potenza nominale dimensionata con un margine del 20%;
- tensione primaria 230/400 V;
- tensione secondaria 24 V;
- grado di protezione morsettiera IP2X;
- schermo di separazione avvolgimento primario/secondario.

2.3.28 Identificazioni

Tutte le apparecchiature sul quadro saranno identificate con apposite targhette in conformità a quanto riportato sugli schemi.

Il fornitore dei quadri dovrà contrassegnare, con le stesse sigle adottate nello schema elettrico, tutte le apparecchiature e tutti i terminali dei conduttori ad ogni estremità che si attesta alla morsettiera ed ai morsetti terminali delle apparecchiature.

L'identificazione dei conduttori dovrà essere eseguita usando il "Sistema TRASP" della Grafoplast o prodotto similare della Legrand o della Weidmüller e - più precisamente - dovrà essere effettuata, utilizzando l'apposito tubetto a due cavità, una per il passaggio del conduttore e l'altra per la siglatura.

All'interno del quadro le apparecchiature dovranno essere identificate mediante sigle atte ad una loro immediata individuazione e rispondenti alla stessa siglatura adottata nello schema elettrico.

L'identificazione delle apparecchiature elettriche dovrà essere eseguita usando il "Sistema TRASP" della Grafoplast o prodotto similare della Legrand e, più precisamente, dovrà essere eseguita utilizzando l'apposita targhetta adesiva con una cavità atta a contenere la siglatura per l'identificazione delle apparecchiature elettriche.

L'identificazione dei conduttori e delle apparecchiature del sistema di gestione centralizzato e della regolazione automatica dovrà essere rispondente alla siglatura adottata negli schemi elettrici del fornitore del sistema e della regolazione. In mancanza di questa identificazione, dovrà essere adottata l'identificazione alfanumerica dei circuiti di comando e controllo.

L'identificazione adottata è composta da una sigla alfanumerica in cui le lettere indicano la tipologia dell'apparecchiatura, il primo numero a seguire indica la pagina dello schema ed il

secondo numero indica la posizione di riferimento sulla pagina. Il significato della seconda lettera nella codifica dei materiali sarà il seguente (rif. Tabella D1 CEI 44-6, EN 60 204-1):

- A - complessi unità
- AD - amplificatori a transistor
- AJ - amplificatori circuiti integrati
- AM - amplificatori magnetici
- AP - circuiti stampati (schede)
- AR - racks
- AS - avviatori motori
- B - trasduttori di una grandezza non elettrica o viceversa
- BB - apparecchi telefonici
- BF - cellule fotoelettriche
- BL - trasduttori di livello
- BM - microfoni (*)
- BP - trasduttori di pressione
- BQ - trasduttori di posizione
- BR - trasduttori di rotazione (tachimetriche)
- BS - altoparlanti (*)
- BT - trasduttori di temperatura
- BV - trasduttori di velocità
- C - condensatori
- D - operatori binari, dispositivo di temporizzazione, dispositivi di memorizzazione
- E - materiali diversi
- EC - condizionatori (*)
- EE - elettrodomestici in genere
- EH - dispositivi di riscaldamento (scaldiglie)
- EL - lampade di illuminazione (apparecchi di illuminazione)
- EV - ventilatori
- F - dispositivi di protezione
- FA - protezioni magnetiche
- FF - relè di frequenza (*)
- FR - protezioni termiche
- FU - fusibili
- FV - relè tensione
- G - generatori alimentatori
- GB - batterie di accumulatori
- GC - commutatrici (*)
- GD - generatori corrente continua
- GF - convertitori di frequenza
- GS - generatori corrente alternata
- H - dispositivi di sezionamento
- HA - segnalazioni acustiche
- HL - segnalazioni luminose
- HS - segnalazioni di allarme
- K - relè, contattori
- KA - relè ausiliari
- KI - relè bistabili
- KM - contattori
- KP - relè polarizzati
- KR - relè reed
- KT - relè temporizzatori
- KV - relè statici
- L - induttori
- M - motori
- MD - motori in corrente continua (*)
- MS - motori in corrente alternata (*)
- N - circuiti integrati analogici
- P - strumenti di misura, dispositivo di prova
- PA - amperometri

PC	- conta-impulsi
PF	- frequenzimetri (*)
PJ	- contatori di energia (wattmetri)
PN	- tachimetri (*)
PS	- registratori
PT	- conta-ore, orologi
PV	- voltmetri
Q	- apparecchi di manovra per circuiti di potenza
QF	- interruttori automatici
QM	- interruttori di potenza (protezione motore)
QS	- sezionatori
QU	- sezionatori con fusibili (*)
R	- resistori
RM	- resistori di avviamento
RP	- potenziometri
RR	- resistori (*)
RS	- shunt (derivatori)
RV	- reostati
S	- apparecchi di comando o controllo
SA	- selettori
SB	- pulsanti
SC	- commutatori (*)
SH	- pulsanti luminosi (*)
SL	- livellostati
SP	- predispositori (*)
SQ	- fine corsa di prossimità
SR	- fine corsa rotativi
SS	- interruttori e deviatori per uso civile (*)
SV	- commutatori voltmetrici
T	- trasformatori
TA	- trasformatori amperometrici
TC	- trasformatori circuiti di comando
TM	- trasformatori di potenza
TS	- stabilizzatori magnetici
TV	- trasformatori voltmetrici
U	- modulatori, convertitori
UA	- convertitori di corrente (*)
UD	- convertitori digitali/analogici (*)
UF	- convertitori di frequenza (*)
UJ	- convertitori di potenza (*)
UN	- convertitori analogico/digitali (*)
UV	- convertitori di tensione
V	- tubi elettronici semiconduttori
VC	- raddrizzatori circuiti di comando
VD	- diodi (*)
VN	- transistori (*)
VT	- tristori (*)
VZ	- zener (*)
W	- vie di trasmissione, guide d'onda, antenne
WA	- antenne
WB	- sbarre distributrici
WC	- cavi (*)
X	- morsetti, prese, spine
XC	- connettori (*)
XJ	- spinotti di prova
XP	- spine
XS	- prese
XT	- morsetti
Y	- apparecchi meccanici, azionati elettricamente

- YA - apparecchi elettromagnetici
- YB - freni elettromagnetici
- YC - frizioni elettromagnetiche
- YV - elettrovalvole
- Z - trasformatori adattatori di impedenza, equalizzatori, limitatori di banda

dove le voci contraddistinte con (*) non sono codificate nella Tabella 1D della CEI 44-6, EN 60 204-1, ma sono una combinazione suggerita dal linguaggio mnemonico internazionale

Le targhette d'identificazione delle apparecchiature elettriche dovranno risultare facilmente leggibili all'operatore e per quelle apparecchiature che possono essere sezionabili, come ad esempio i relè ausiliari ad innesto su zoccolo, detta siglatura dovrà essere doppia, una sulla parte fissa (zoccolo) ed una sulla parte estraibile (relè).

Sul fronte del quadro le apparecchiature di manovra e segnalazione dovranno essere corredate di targhette che indichino sia la sigla dell'apparecchio che la descrizione della funzione.

Inoltre, una seconda targhetta descriverà l'apparecchiatura in campo controllata.

Le targhette di cui sopra saranno costituite o da PVC pantografato o da portatarga composta da binario in PVC da fissare sulla porta e targa in PVC plottata o pantografata.

Le targhette di cui sopra saranno fissate mediante appositi rivetti in materiale plastico a testa chiusa.

2.3.29 Accessori

Il quadro sarà dotato inoltre dei seguenti accessori:

- cavallotti in treccia di rame per messa a terra portine e pannelli interni, qualora non fosse garantita l'equipotenzialità tra le parti metalliche;
- tasca interna porta documenti.

Ciascun contatto ausiliario di segnalazione stato, scattato, eccetera deve far capo a terminali con attacco a vite predisposti sull'apparecchio. Nell'eventualità che tali terminali non siano predisposti, i conduttori del blocchetto di contatti ausiliari dovranno far capo a dei morsetti componibili da assemblare sulla stessa guida di montaggio dell'interruttore stesso.

Il progettista/costruttore dei quadri elettrici, sotto la propria responsabilità, dovrà verificare e certificare, con documentazione e tabelle delle case costruttrici delle apparecchiature elettriche, che la combinazione ed il coordinamento delle apparecchiature impiegate, scelte tra le marche in elenco, garantiscano quanto segue:

- gli interruttori magnetotermici e/o magnetotermici differenziali di tipo scatolato dovranno avere un potere di interruzione nominale di servizio (I_{cs}), alla tensione di 400/415 V in c.a. 50/60 Hz, superiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione del quadro e comunque non inferiore a 15 kA;
- gli interruttori magnetotermici e/o magnetotermici differenziali di tipo modulare dovranno avere un potere di interruzione nominale di servizio (I_{cs}), alla tensione di 230/400 V in c.a. 50/60 Hz, superiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione del quadro e comunque non inferiore a 6 kA;
- l'installazione degli interruttori automatici di tipo modulare sono ammessi anche in quadri dove la corrente di cortocircuito presunta è superiore al potere di interruzione dell'interruttore a condizione che a monte, nello stesso quadro, sia installato un dispositivo di protezione (interruttore magnetotermico o magnetotermico differenziale) avente il necessario potere di interruzione e tra loro coordinati in modo che l'energia specifica passante (I^2-t) lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette;

- il coordinamento (filiazione) tra i due dispositivi dovrà essere documentato da tabelle riportate nei cataloghi ufficiali dei costruttori;
- gli interruttori di manovra-sezionatori dovranno avere una tenuta al cortocircuito ed un potere di chiusura nominale superiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione del quadro;
- gli interruttori di manovra-sezionatori dovranno essere coordinati con gli interruttori magnetotermici a monte in maniera da garantire l'associazione;
- con correnti di guasto fino alla corrente di cortocircuito presunta nel punto d'installazione del quadro dovrà intervenire solamente la protezione da sovracorrente del circuito guasto;
- coordinamento di tipo 2 (rif. CEI 17-50, IEC 947-4/1) tra le protezioni da sovracorrente (interruttori magnetotermici e/o fusibili) con i contattori e/o relè termici;
- coordinamento tra interruttori magnetotermici ed interruttori differenziali. In particolare, per l'interruttore differenziale si dovrà verificare che la propria tenuta al corto circuito risulti superiore al valore massimo della corrente di passaggio (valore istantaneo della corrente di corto circuito limitata), che l'interruttore magnetotermico e/o fusibili a monte dell'interruttore differenziale lasci/lascino passare corrente durante il cortocircuito, in maniera tale da assicurare la protezione contro il danneggiamento dell'interruttore differenziale. La corrente nominale di ciascun interruttore differenziale dovrà essere scelta in maniera tale che il valore della corrente d'intervento istantanea del dispositivo magnetico di sgancio dell'interruttore magnetotermico di protezione non risulti superiore a 6 volte la corrente nominale dell'interruttore differenziale e, comunque, essa non dovrà essere inferiore a 40 A. La verifica del coordinamento dovrà essere certificata dal fornitore delle apparecchiature in conformità a quanto richiesto dalle norme CEI 23-18 (rif. Appendice A).

Le apparecchiature soggette a verifica di coordinamento potranno essere della stessa marca o di marca diversa. Comunque, in tutti i casi, se il coordinamento tra le apparecchiature richiesto nei punti precedenti non risulta dai relativi cataloghi tecnici, dovranno essere consegnati - assieme agli elaborati di progetto - i certificati delle case costruttrici delle apparecchiature, che ne attestino il coordinamento.

Particolare cura dovrà essere posta nella scelta dei relè ausiliari e/o temporizzatori del tipo per innesto su zoccolo, tenendo presente che dovranno essere impiegati zoccoli con diverso orientamento degli innesti per le diverse tensioni di esercizio delle bobine onde evitare errori nelle alimentazioni delle stesse. Gli zoccoli devono essere del tipo con contatti NA-NC di ciascun scambio posizionati sullo stesso lato.

Inoltre, non è ammesso utilizzare valori di tensioni diverse sui contatti dello stesso relè o temporizzatore di questo tipo.

I suddetti relè, dovranno essere provvisti di pulsante di prova (non sono ammessi sistemi di prova diversi dal pulsante a ritorno automatico), di apposito segnalatore che ne indichi lo stato (banderuola) e dovranno avere i contatti adatti per correnti forti (10 A).

L'utilizzo dei relè ausiliari su zoccolo o contattori ausiliari è indicato nello schema elettrico.

Nell'eventualità che i contatti dei relè ausiliari su zoccolo non siano sufficienti, si dovrà utilizzare un contattore ausiliario con un numero sufficiente di contatti del tipo con bobina a basso assorbimento (massimo 40 V·A).

Per le eventuali interfacce con le periferiche del sistema di gestione centralizzato e per il riporto degli allarmi cumulativi a distanza, devono essere utilizzati appositi moduli relè interfaccia

costituiti ciascuno da un relè estraibile montato su apposito zoccolo (un solo relè per ogni modulo).

I suddetti moduli relè ed i rispettivi zoccoli devono avere, tra i terminali della bobina ed i terminali dei contatti, una rigidità dielettrica non inferiore a 4000 V. Se non diversamente richiesto negli schemi elettrici, questi relè dovranno essere dotati di un contatto di scambio che abbia portata nominale di almeno 10 A e che sia adatto a correnti di spunto di almeno 20 A.

Ciascun zoccolo porta-relè deve essere dotato di LED di segnalazione (un LED per ogni relè).

Questi zoccoli porta-relè devono essere adatti al montaggio su guida DIN. All'interno dello scomparto contenente la logica di controllo, questi dovranno essere raggruppati e posizionati in prossimità dei cavi dei segnali di stato e comando in arrivo dagli scomparti e/o quadri di potenza e suddivisi per servizio (stato, comando).

I moduli relè di interfaccia tra i vari quadri saranno montati in prossimità delle morsettiere di uscita ma separati da queste. I moduli relè, a servizio dei sistemi di allarme, saranno montati in apposite cassette con coperchio trasparente (salvo diversa indicazione riportata negli schemi elettrici) da montare in testa al quadro di pertinenza o, comunque, in sua vicinanza. In entrambi i casi, un cartello monitore avvertirà che su detti relè permane tensione anche ad interruttore generale di quadro e/o di scomparto aperto.

I diodi previsti nello schema elettrico per il prova-lampade dovranno essere del tipo a blocchetto porta-diodo ad innesto frontale su morsetto componibile su guida (un diodo per ogni morsetto), al fine di una facile sostituzione in caso di guasto.

I morsetti componibili porta-diodo dovranno essere raggruppati e montati sulle guide omega sul predisposto profilato forato nel perimetro interno della portella.

2.3.30 Collaudi

Il collaudo dovrà essere verbalizzato in modo completo specificando per iscritto la procedura seguita e tutte le prove effettuate.

Controllo visivo

- Verifica della disposizione della apparecchiature;
- verifica delle targhette di identificazione delle apparecchiature;
- verifica della verniciatura;
- verifica del grado di protezione.

Prova di continuità del circuito equipotenziale di protezione (rif. p.to 19.2 CEI EN 60204-1)

Quando l'impianto sarà terminato ed i collegamenti elettrici completati (inclusi quelli di alimentazione di potenza), la continuità del circuito equipotenziale di protezione potrà essere verificata mediante una prova di impedenza d'anello in conformità con la IEC 60364-6-61.

Per impianti poco estesi in cui l'anello di guasto non superi i 30 m circa e qualora l'impianto non possa essere collegato all'alimentazione di potenza per la prova dell'impedenza d'anello, potrà essere appropriato il seguente metodo: la continuità del circuito equipotenziale di protezione dovrà essere verificata facendo passare una corrente di almeno 10 A a 50 Hz derivata da una sorgente PELV. Le prove dovranno essere effettuate tra il morsetto PE ed i relativi punti che fanno parte del circuito equipotenziale di protezione.

La tensione misurata tra il morsetto PE e i punti in prova non dovrà superare i valori riportati nella seguente tabella:

Sezione minima effettiva del conduttore di protezione [mm ²]	Caduta di tensione massima misurata (valore riferito alla parte in prova per una corrente pari a 10 A) [V]
1,0	3,3
1,5	2,6
2,5	1,9
4,0	1,4
≥ 6,0	1,0

Prova di resistenza d'isolamento (rif. p.to 19.3 CEI EN 60204-1)

La resistenza di isolamento misurata a 500 V DC tra i conduttori del circuito di potenza ed il circuito equipotenziale di protezione non dovrà essere inferiore ad 1 MΩ. La prova potrà essere effettuata su singole sezioni dell'installazione elettrica completa.

Prova di tensione (rif. p.to 19.4 CEI EN 60204-1)

L'equipaggiamento elettrico dovrà sopportare una tensione di prova per un periodo di almeno 1 s tra i conduttori di tutti i circuiti, esclusi quelli destinati a funzionare alle tensioni PELV o inferiori, ed il circuito equipotenziale di protezione. La tensione di prova dovrà:

- avere un valore doppio della tensione di alimentazione nominale dell'equipaggiamento o pari a 1000 V, scegliendo il valore più elevato;
- essere ad una frequenza di 50/60 Hz;
- essere fornita da un trasformatore di potenza nominale minima di 500 V·A.

I componenti che non presenteranno le caratteristiche nominali tali da superare questa prova dovranno essere scollegati durante la prova.

Controllo corrispondenza con gli schemi ed identificazione cavi e morsetti

Prova funzionale ingressi/uscite digitali e logiche comando motori

Dovrà essere effettuata una prova funzionale che verifichi la corrispondenza del funzionamento delle logiche programmabili con quanto previsto dagli schemi funzionali. La prova simulerà gli ingressi al PLC nei vari casi ipotizzabili e verificherà corrispondentemente gli stati delle uscite.

Prova funzionale delle protezioni differenziali

La prova funzionale delle protezioni differenziali consiste nell'invio di una corrente di prova differenziale sul circuito a valle dell'apparecchio da testare di valore pari alla soglia di taratura con il rilevamento contestuale del tempo d'intervento.

Prova funzionale segnali analogici

La prova funzionale della parte analogica sarà effettuata testando i singoli loop che dovranno essere alimentati simulando i sensori od i trasmettitori a campo. La prova verificherà in particolare:

- tensioni di alimentazione;
- azioni e parametri dei loop di regolazione;
- correttezza della conversione digitale dei segnali analogici convertiti.

2.4 Complessi di rifasamento in bassa tensione

2.4.1 Normative e standard di riferimento

La progettazione, la costruzione e le verifiche delle apparecchiature devono essere conformi alle prescrizioni delle ultime edizioni delle Norme CEI e delle normative specifiche e standard di prodotto vigenti (norme IEC, norme CENELEC, eccetera).

Quando possibile, le apparecchiature devono portare impresso il marchio di qualità IMQ, attestante la costruzione delle medesime secondo la regola dell'arte.

2.4.2 Prescrizioni tecniche, caratteristiche dei materiali e modalità di esecuzione

Le presenti prescrizioni stabiliscono i requisiti minimi che devono essere soddisfatti dalle apparecchiature descritte.

I complessi per il rifasamento sono inseriti in appositi armadi di tipo prefabbricato in lamiera di acciaio verniciata, adatti per installazione all'interno, con grado di protezione non inferiore a IP3X.

Per le caratteristiche costruttive dell'armadio, dei cablaggi interni e dei componenti si deve fare riferimento a quanto prescritto per i quadri elettrici di bassa tensione.

I complessi di rifasamento devono essere dimensionati per garantire un fattore di potenza non inferiore a 0,95 in ritardo, in tutte le condizioni di carico.

La disposizione delle apparecchiature deve essere scelta in modo che:

- il calore dei componenti sia smaltito senza danneggiare altri adiacenti;
- vi sia possibilità di ispezione visiva degli apparecchi di manovra;
- siano facilmente accessibili i componenti interni, quali relè, sganciatori, fusibili, indicatori luminosi, eccetera.

Devono essere previsti dispositivi che limitino le correnti di inserzione dei condensatori ai valori massimi definiti nelle relative norme di riferimento. Per la determinazione di tali dispositivi si deve tener conto:

- delle condizioni più gravose di esercizio;
- di eventuali ampliamenti;
- di altri complessi eventualmente collegati in parallelo.

I complessi di rifasamento devono essere adatti per la corrente di corto circuito prevista nel punto di installazione.

2.4.3 Armoniche o risonanza

Le componenti armoniche presenti in rete o generate da dispositivi inseriti nel progetto non devono causare riduzioni della vita media dei condensatori o causare anomalie nel funzionamento dei complessi di rifasamento.

In particolare, i complessi di rifasamento devono essere adatti a coesistere con gruppi statici di continuità inseriti nel sistema elettrico. Come caratteristica minima, devono essere indicati per reti con contenuto armonico in corrente THDI non inferiore al 50%.

2.4.4 Complessi di rifasamento ad inserzione fissa

I complessi ad inserzione fissa devono essere ad inserimento manuale e sono costituiti da:
un organo di protezione in ingresso;
eventuale reattanza limitatrice della corrente di inserzione;

- batteria di condensatori;
- dispositivo di scarica;
- lampade di segnalazione presenza tensione.

2.4.5 Complessi di rifasamento ad inserzione automatica

Devono essere costituiti da più unità o batterie di condensatori, inseribili o disinseribili tramite regolatore automatico in funzione della potenza reattiva assorbita dal sistema, dovranno essere dotati di un adeguato numero di gradini al fine di soddisfare la richiesta di rifasamento necessaria, il numero dei gradini non dovrà essere inferiore a 15.

I sistemi di rifasamento automatico dovranno essere completi di:

- organo di protezione in ingresso;
- batterie di condensatori, per costituire i vari gradini di inserzione (almeno 15) aventi Un 500V, THDIr 20%, THDIc 70%;
- sezionatore, fusibile e contattore per ciascun gradino;
- regolatore automatico;
- dispositivi per il controllo automatico e per il comando dei gradini;
- sistema di ventilazione interno;
- induttanze di blocco di determinate armoniche (se richiesto dalle caratteristiche circuitali).

Deve essere possibile inserire il primo gradino in modo autonomo dal processo automatico selezionato dal regolatore automatico tramite un selettore automatico/manuale.

2.4.6 Regolatore automatico

Il regolatore automatico, del tipo a microprocessore, deve essere completo di:

- circuiti amperometrico e voltmetrico;
- moltiplicatore corrente-tensione;
- regolatore di sensibilità;

- amplificatore di segnale;
- dispositivo elettronico per la gestione delle batterie di condensatori;
- comando automatico/manuale ed inserzione/disinserzione dei condensatori.

Le caratteristiche principali del regolatore devono essere:

- tensione di alimentazione $400\text{ V} \pm 10\%$;
- corrente secondaria TA 5 A;
- regolazione fattore di potenza da 0,9 ritardo a 0,9 anticipo;
- campo di regolazione C/K da 1 a 5;
- tempo di risposta 20 s circa;
- temperatura di funzionamento compresa tra -10 °C e $+50\text{ °C}$.

Il regolatore deve prevedere, su display, le misure di:

- tensione;
- corrente;
- potenza attiva e reattiva;
- fattore di potenza;
- percentuale delle armoniche;
- temperatura interna.

Il regolatore deve prevedere, su display, allarmi per:

- fattore di potenza minimo;
- tensione minima e massima;
- armoniche;
- temperatura.

Deve essere previsto un contatto pulito in morsettiera per cumulativo allarmi ed uno per segnalazione di alto contenuto armonico. Quest'ultimo contatto dovrà comandare l'apertura dell'interruttore di protezione linea quadro di rifasamento.

2.4.7 Caratteristiche delle batterie di condensatori

Le batterie di condensatori devono avere le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale pari a 500 V;
- tensione di esercizio pari a 400 V
- frequenza nominale pari a 50 Hz
- tensione di prova tra i terminali a 50 Hz per 2 s a $2,15 \cdot V_n$;
- tensione di prova tra i terminali e la cassa per 10 s a 3 kV;
- massima corrente ammessa pari a $2 \cdot I_n$;
- tolleranza sulla capacità da -5 a +10%
- categoria di temperatura -25/C.

La potenza della batteria è riferita alla tensione nominale.

I condensatori devono essere costruiti con dielettrico auto-rigenerabile (tipo polipropilene metallizzato rinforzato, polipropilene con carta bimetallizzata od altro equivalente).

Le perdite devono essere inferiori a 0,4 W/kVAR.

I condensatori devono essere dotati di resistenze di scarica e dispositivo antiscoppio.

2.4.8 Condizioni ambientali

I gruppi di rifasamento devono essere in grado di funzionare nelle seguenti condizioni:

- installazione all'interno;

- ambiente normale;
- temperatura ambiente massima pari a 40°C;
- temperatura ambiente minima pari a -5°C;
- umidità relativa pari al 50% a 40°C.

2.4.9 Modalità di posa in opera

I complessi di rifasamento vanno installati secondo le istruzioni del costruttore e sono installati addossati a parete. È assicurata la completa accessibilità per le operazioni di manutenzione ed è altresì assicurata la circolazione dell'aria.

Le apparecchiature devono essere installate in modo tale da evitare reciproche influenze con altre apparecchiature che possano determinare declassamenti.

L'ingresso dei cavi è previsto dal basso: il sezionatore generale del quadro dovrà, quindi, essere alloggiato nella parte inferiore del pannello.

2.5 Gruppi di continuità (UPS)

Qualora fosse richiesta la fornitura di gruppi di continuità a servizio delle apparecchiature fornite, questi dovranno essere conformi alla presente specifica.

2.5.1 UPS CABINE DI TRASFORMAZIONE

Gli UPS installati all'interno delle cabine di trasformazione MT/BT dovranno rispondere ai requisiti per l'alimentazione e la protezione delle bobine di sgancio e relè di protezione delle cabine di trasformazione MT/BT conformi alla normativa CEI-016.

Dovranno avere una potenza di 3kVA e garantire la continuità per un periodo di 60 minuti, mantenendo una riserva di carica, avvio da batteria, utile al riarmo del sistema di protezione interfaccia (SPI) e successiva chiusura dell'interruttore generale e del sistema di protezione generale (SPG) (compreso eventuale datalogger) e i circuiti di comando del dispositivo generale.

2.5.2 Caratteristiche generali

Il gruppo sarà costruito con tecnologia a doppia conversione con completa separazione in ingresso ed uscita e rigenerazione di potenza, tempo di trasferimento su batteria nullo e grande stabilità della tensione e della frequenza in uscita. Si dovrà utilizzare, per il raddrizzatore, un controllo vettoriale del PFC (correzione del fattore di potenza) con riduzione della distorsione della corrente in ingresso per garantire che l'alimentazione a monte sia pressoché pulita, evitando quindi l'inquinamento agli altri carichi collegati a monte dell'alimentazione del sistema di distribuzione, e tale da garantire le seguenti prestazioni:

- rendimento AC/AC al 100% del carico applicato superiore al 94%;
- rendimento AC/AC al 50% del carico applicato superiore al 93%;
- fattore di potenza in ingresso al 100% del carico applicato pari al 0,99;
- fattore di potenza in ingresso al 50% del carico applicato pari al 0,99;
- distorsione di corrente in ingresso al 100% del carico applicato (THDi) inferiore al 3%;
- distorsione di corrente in ingresso al 50% del carico applicato (THDi) inferiore al 5%.

La macchina, a pieno carico, potrà lavorare con un'ampia gamma di tolleranza di tensione e frequenze in ingresso, rispettivamente da 305 a 477 V e da 40 a 70 Hz.

La macchina dovrà consentire un avviamento ("power walk-in") graduale attraverso la taratura del tempo di inserzione da 5 a 30 s.

Il sistema dovrà essere progettato per proteggere la vita della batteria, avendo un residuo della corrente alternata minore del 5% ed un residuo di tensione alternata inferiore all'1%: queste caratteristiche consentono, infatti, una maggiore durata della batteria.

La macchina verificherà se la sequenza delle fasi in ingresso dell'alimentazione in CA sono invertite: in questo caso, l'UPS non si avvierà e verrà segnalato un allarme sul display LCD.

L'avanzata tecnologia di controllo del convertitore a IGBT fornirà la più alta qualità della potenza di uscita, assicurando forme d'onda perfettamente sinusoidali per la protezione dei carichi collegati, consentendo le seguenti prestazioni :

- distorsione della tensione d'uscita al 100% del carico applicato lineare (THDv) inferiore al 3%;
- distorsione della tensione d'uscita al 100% del carico applicato non lineare (THDv) inferiore al 5%.

Il convertitore sarà in grado di operare in svariate condizioni di utilizzo alimentando carichi non lineari con fattore di cresta 3:1 e carichi completamente sbilanciati. Il controllo dell'inverter permetterà all'UPS di essere impiegato nella più vasta gamma di applicazioni richieste, inclusi carichi capacitivi a cosφ pari a 0,9.

La macchina sarà equipaggiata con i seguenti sistemi di comunicazione:

- scheda relè;
- SNMP;
- scheda MODBUS, JBUS o PROFIBUS.

Le batterie normalmente saranno inserite in armadio separato, saranno al piombo ermetico FIAMM ed avranno una vita attesa pari a 10 anni.

1.1 Inverter

I convertitori di frequenza (inverter) utilizzati per la variazione della velocità dei motori asincroni presenti sull'impianto dovranno rispettare le seguenti caratteristiche generali:

- Dovranno essere tipo Danfoss VLT AQUA Drive FC 202;
- dovranno essere scelti in base alla corrente motore data al massimo carico del sistema;
- la corrente di uscita nominale dovrà essere pari o superiore alla corrente motore necessaria;
- ogni unità dovrà essere dotata di un filtro RFI conforme alla norma EN 55011-1 A;
- in ogni caso, il grado di filtraggio degli inverter dovrà essere tale da garantire il non superamento di un contenuto armonico in corrente pari al 20% reiettato in rete, installando eventualmente opportuni filtri passivi all'ingresso del quadro;
- il cavo di collegamento tra l'inverter ed il motore normalmente non potrà superare lunghezze pari a 150 m, sarà del tipo schermato e si attesterà direttamente sulla morsettiera dell'inverter senza interruzioni. Per linee di lunghezza maggiore, al fine di ridurre l'effetto capacitivo del cavo, si utilizzeranno cavi non schermati. In questo caso, si dovrà prevedere una apposita induttanza installata a valle dell'inverter in serie al cavo (l'induttanza ha lo scopo di limitare l'effetto capacitivo del cavo e di limitare in picchi di corrente prodotti dall'inverter);
- il grado di protezione richiesto sarà almeno IP20, se installato all'interno di un quadro elettrico, ed IP65, se installato a vista;
- saranno dotati di unità display e tastierino per la programmazione locale e la visualizzazione dei parametri;
- saranno dotati di scheda per comunicazione esterna PROFIBUS DP od Ethernet a seconda delle esigenze impiantistiche;
- l'installazione all'interno del quadro elettrico dovrà tenere conto della corretta dissipazione del calore per mantenere l'unità entro i limiti di temperatura consentiti dal Costruttore.

- Se presenti più inverter da installare in esterno quadro dovranno essere installati in serie (O in batteria) su supporto metallico. Il dimensionamento del supporto sarà a carico dell'installatore che al termine di lavori dovrà corredare la DI.CO. con il calcolo attestante l'idoneità dello staffaggio;

1.2 Soft-starter

Gli avviatori (soft-starter) utilizzati per il controllo della corrente di avviamento dei motori asincroni presenti sull'impianto dovranno rispettare le seguenti caratteristiche generali:

- dovranno essere scelti in base alla corrente motore data al massimo carico del sistema;
- la corrente di uscita nominale dovrà essere pari o superiore alla corrente motore necessaria;
- dovranno essere marca ABB mod. PSE o similare e dovranno garantire il controllo di coppia per un controllo eccellente di pompe e altre applicazioni. La protezione termica elettronica integrata, il bypass interno e le funzioni avanzate di controllo (limite di corrente, kick-start, eccetera) e di protezione (rotore bloccato, basso carico, eccetera) consentono di avere una soluzione di avviamento molto efficiente;
- il grado di protezione richiesto sarà almeno IP20, se installato all'interno di un quadro elettrico, ed IP54, se installato a vista;
- saranno dotati di unità display e tastierino per la programmazione locale e la visualizzazione dei parametri;
- saranno dotati di uscita analogica e/o modulo FIELDBUS opzionale per il trasferimento dei dati e la comunicazione con i principali protocolli.

L'installazione all'interno del quadro elettrico dovrà tenere conto della corretta dissipazione del calore per mantenere l'unità entro i limiti di temperatura consentiti dal Costruttore. Ove previsto l'utilizzo degli avviatori in questione, è possibile omettere il teleruttore di linea in quanto tale funzione è integrata nel dispositivo stesso.

1.3 Cavi elettrici

1.3.1 Norme di riferimento

Sono le seguenti:

- CEI 11-17 (impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo);
- CEI 16-1 (individuazione dei conduttori isolati);
- CEI 16-4 (individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori);
- CEI 20-22 (prova dei cavi non propaganti l'incendio);
- CEI 20-24 (giunzioni e terminazioni per cavi di energia);
- CEI 20-27 (cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione);
- CEI 20-33 (giunzioni e terminazioni per cavi di energia a tensione U_0/U non superiore a 600/1000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua);
- CEI 20-35 (prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco. Parte 1 e 2: prove di non propagazione della fiamma);
- CEI 20-36 (prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici);
- CEI 20-37 (cavi elettrici. Prove sui gas emessi durante la combustione);

- CEI 20-38 (cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi);
- CEI 20-45 (cavi resistenti al fuoco);
- CEI 64-8 (impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata).
- CPR UE 305/11 (Normativa Europea Prodotti da Costruzione).

1.3.2 Caratteristiche generali

I cavi elettrici devono:

- essere in rame;
- essere di primaria marca e, dove applicabile, dotati di marchio IMQ;
- rispondere alle norme tecniche e costruttive stabilite dal CEI ed alle norme dimensionali e di codice colori stabilite dalle tabelle CEI-UNEL.

La scelta delle sezioni dei conduttori deve basarsi sulle seguenti considerazioni:

- 1,5 mm² per i circuiti luce ed ausiliari;
- il valore massimo di corrente transitante nei conduttori deve essere pari al 70% della loro portata stabilita secondo le tabelle CEI UNEL per le condizioni di posa stabilite;
- la massima caduta di tensione ammessa ai morsetti di utenze motore è pari al 4% nel funzionamento continuo a pieno carico ed al 15% in fase di avviamento;
- deve essere verificata la protezione delle condutture contro sovraccarichi e cortocircuiti.

La sezione minima dei conduttori, salvo prescrizioni particolari deve essere:

- 0,75 mm² per i circuiti di segnalazione ed assimilabili;
- 1,5 mm² per i circuiti luce ed ausiliari;
- 2,5 mm² per i circuiti FM.

Il colore dell'isolamento dei conduttori con materiale termoplastico deve essere definito a seconda del servizio e del tipo di impianto.

Le colorazioni dei cavi di energia, in accordo con la tabella UNEL 00722, devono essere:

- fase L1 nero;
- fase L2 grigio;
- fase L3 marrone;
- neutro N azzurro;
- terra PE giallo verde.

Non è ammesso l'uso dei colori azzurro e giallo-verde per nessun altro servizio, nemmeno per gli impianti ausiliari.

1.3.3 Modalità di posa in opera

I cavi possono essere installati:

- in tubazioni interrate di grande diametro. In tal caso, l'ingresso deve essere sigillato con riempitivi;
- in cunicolo di piccole dimensioni. In tal caso, i cavi devono essere posati sul fondo del cunicolo e la sua imboccatura deve essere chiusa con sabbia od altro materiale equivalente;
- su passerelle orizzontali. In tal caso, i cavi devono essere posati in modo ordinato;

- su passerelle o scale porta-cavi verticali. In tal caso, i cavi devono essere fissati alle passerelle o scale con collari atti a sostenerne il peso;
- entro tubazioni. In tal caso, le sezioni interne dei tubi devono essere tali da assicurare un comodo infilaggio e sfilaggio dei conduttori e consentire il successivo infilaggio di una quantità di conduttori pari ad 1/3 di quella già in opera, senza dover sfilare questi ultimi.

Il raggio di curvatura dei cavi deve tenere conto di quanto specificato dai costruttori.

Per quanto riguarda la spaziatura:

- i cavi di comando o segnalazione a tensione di rete o, in generale, quando non esistono né problemi di riscaldamento né problemi di interferenze elettromagnetiche possono essere posati senza alcuna spaziatura;
- i cavi appartenenti a sistemi diversi di tensione possono transitare nella stessa condotta qualora siano tutti isolati per la tensione maggiore. È, comunque, preferibile mantenerli separati per facilitare le operazioni di manutenzione e ridurre ulteriormente i rischi in caso di guasto;
- i cavi di comando possono essere posati senza spaziatura rispetto al cavo di potenza del relativo utente. L'eventuale spaziatura richiesta tra cavi di potenza non tiene conto della presenza dei cavi di comando;
- i cavi di potenza colleganti utenze che funzionino una come riserva dell'altra o di altre utenze possono essere posati senza alcuna spaziatura.

Nell'infilare i conduttori entro le relative tubazioni è necessario fare attenzione ad evitare torsioni e/o eliche che ne impedirebbero lo sfilamento.

Sono ammesse giunzioni di conduttori solamente nelle cassette e nei quadri e con appositi morsetti di sezione adeguata. Non sono accettate giunzioni nelle passerelle porta-cavi.

È ammesso derogare a queste prescrizioni soltanto per le linee dorsali, limitatamente ai casi in cui il loro sviluppo superi i 50 m: in tal caso, è consentita la giunzione nella cassetta prossima ai 50 m.

La sezione dei conduttori delle linee principali e dorsali deve rimanere invariata per tutta la loro lunghezza.

In corrispondenza dei punti luce, i conduttori devono terminare su blocchetti con morsetti a vite. I cavi devono essere siglati ed identificati con fascette segna-cavo come segue:

- su entrambe le estremità;
- in corrispondenza di ogni cassetta di derivazione.

Su tali fascette deve essere precisato il numero di identificazione della linea e la sigla del quadro che la alimenta.

Devono essere siglati anche tutti i conduttori degli impianti ausiliari in conformità agli schemi funzionali costruttivi.

Per ogni linea di potenza facente capo a morsetti entro quadri elettrici o cassette, la siglatura deve essere eseguita come segue:

- siglatura della linea sul morsetto e sul conduttore;
- siglatura della fase (L1, L2, L3 od N), sul singolo conduttore e sul morsetto.

La metodologia di siglatura della linea è effettuata indicando il nome del quadro di provenienza e sigla della linea. Ad esempio, Q1-L10 indica la linea proveniente dal quadro Q1 ed avente sigla L10.

Per la siglatura, utilizzare segna-cavi in plastica trasparente marca Weidmüller tipo WKM o similare che saranno collocati su entrambi i capi della linea (sul quadro da un lato e sull'utenza dall'altro).

Ogni qualvolta venga attraversato con il cavo/i una compartimentazione REI della struttura, dovrà essere ripristinato il compartimento andando a sigillare il foro di transito con sacchetti,

schiume o malte intumescenti certificate per lo stesso grado REI attraversato e - in ogni caso - non inferiore a REI 120.

Qualora le sezioni dei cavi in posa siano importanti (ovvero, pari o superiori a 150 mm²) o - addirittura - sia necessario impiegare più cavi per fase per le elevate correnti trasportate, la posa delle linee su canale o passerella dovranno seguire il principio della trasposizione per minimizzare lo squilibrio tra le correnti circolanti nei cavi dovute alla disuguaglianza tra le mutue induttanze delle tre fasi.

1.3.4 Prescrizioni generali

Sono di seguito riportate le indicazioni circa le tipologie di cavi utilizzati nella distribuzione. La definizione del tipo di cavo è contenuta sui disegni di progetto e sulle tabelle cavi allegate.

Cavi non propaganti la fiamma

Il comportamento di questi cavi è tale che, se presi singolarmente, non propagano la fiamma e si auto-estinguono in breve tempo.

Sono conformi alle norme CEI 20-20 e 20-35.

Tipologie ammesse:

- H07V-K 450/750 V;
- HORN-F 450/750 V.

Cavi non propaganti l'incendio e la fiamma

Il loro comportamento è tale che, anche se installati in fasci, non propagano l'incendio e si auto-estinguono a distanza limitata. Durante la combustione, emettono fumi opachi e contenuta quantità di gas tossici e/o corrosivi.

Sono conformi alle norme CEI 20-22 II, 20-35 e 20-37 I.

Tipologie ammesse:

- FS17 450/750 V;
- FROR 450/750 V;
- U/R/ FG16OR16 0,6/1 kV;
- FG16(O)R 0,6/1 kV.

Cavi non propaganti l'incendio e la fiamma ed a ridottissima emissione di fumi e gas

Sono cavi che non propagano l'incendio, che - durante la combustione - emettono ridottissime quantità di gas tossici e/o corrosivi e di fumi opachi e che - in caso di incendio - non emettono gas corrosivi.

Sono conformi alle norme CEI 20-22 II, 20-35, 20-37 I/II/III e 20-38.

Tipologie ammesse:

- FG9 450/750 V;
- F/RG7M1 0,6/1 kV;
- F/RG7OM1 0,6/1 kV.

Cavi resistenti al fuoco

Sono cavi che, in caso di combustione, assicurano per un determinato tempo il loro normale funzionamento. Inoltre, durante la combustione, emettono ridottissime quantità di gas tossici e fumi opachi e, in caso di incendio, non emettono gas corrosivi.

Sono conformi alle norme CEI 20-22 III, 20-35, 20-36, 20-37 I/II/III, 20-38 e 20-45.

Tipologie ammesse:

- FTG10 OM1 0,6/1 kV.

Cavi per circuiti di segnale

In generale, i cavi utilizzati per i circuiti di segnale, posati in canaline e tubazioni separate da quelli di potenza, saranno di tipo schermato sia per i segnali di tipo digitale che per quelli di tipo analogico.

Tipologie ammesse:

- FROH2R 450/750 V per la posa all'interno;

- FG16OH2R16 0,6/1 kV per la posa all'interno ed all'esterno.

1.3.5 Linee elettriche

La distribuzione elettrica all'interno dei locali centrali deve essere realizzata con passerelle porta-cavi in acciaio zincato, installate a parete od a soffitto.

Tutte le passerelle porta-cavi, se a vista, saranno con coperchio di chiusura.

All'interno delle passerelle porta-cavi, sono posti i cavi multipolari con sezione fino a 25 mm² ed i cavi unipolari aventi sezioni superiori.

Per cavi di modeste dimensioni, le calate alle macchine possono essere realizzate con tubi in PVC rigido serie pesante. In questo caso, il cavo esce dalla canalina mediante pressa-cavo, entra nel tubo ed esce in corrispondenza dell'utenza da collegarsi. Le parti terminali delle tubazioni devono essere rivestite con anello in plastica in modo da non danneggiare il cavo. Immediatamente prima di ogni motore od utenza, deve essere installato un interruttore in cassetta stagna, atto ad interrompere tutti i conduttori di alimentazione ad esclusione del conduttore di protezione. Quanto detto vale anche per le macchine con proprio quadro bordo macchina a meno che tali interruttori generali non siano già predisposti dal Costruttore sulla macchina stessa. Il raccordo tra interruttori e morsettiera della macchina è eseguito con guaina metallica flessibile rivestita in PVC con raccordi a vite da ambo i lati.

Nelle passerelle porta-cavi di distribuzione e nelle tubazioni, deve essere posto il conduttore di protezione, in conformità a quanto richiesto dalle norme CEI.

Le cassette di derivazione o rompi-tratta sono in esecuzione stagna IP55, in resina e dotate di raccordi per l'ingresso delle tubazioni.

1.4 Condotti sbarre prefabbricati

1.4.1 Normative e standard di riferimento

La progettazione, la costruzione e le verifiche delle apparecchiature devono essere conformi alle prescrizioni delle ultime edizioni delle Norme CEI e delle normative specifiche e standard di prodotto vigenti (norme IEC, norme CENELEC, eccetera).

Quando possibile, le apparecchiature devono portare impresso il marchio di qualità IMQ, attestante la costruzione delle medesime secondo la regola dell'arte.

1.4.2 Prescrizioni tecniche, caratteristiche dei materiali e modalità di esecuzione

Le presenti prescrizioni stabiliscono i requisiti minimi che devono essere soddisfatti dalle apparecchiature descritte.

I condotti sbarre prefabbricati si suddividono in linea generale nelle seguenti categorie:

- Blindosbarre di tipo compatto per alte correnti nella distribuzione principale o per il collegamento tra trasformatore e quadro generale di bassa tensione (fino a circa 5000 A);
- Blindoluce.

Il materiale delle barre conduttrici può essere:

- alluminio stagnato galvanicamente o lega di alluminio zincata, ramata od argentata per le Blindosbarre;
- rame elettrolitico di purezza 99,9% per le Blindoluce.

Il conduttore di protezione è costituito dall'involucro metallico del sistema oppure da conduttore di rame all'interno dell'involucro con sezione pari all'incirca metà della sezione del conduttore di fase.

In generale, la costruzione dei condotti sbarre deve presentare elevate caratteristiche meccaniche.

1.4.3 Blindosbarre di tipo compatto per alte correnti

Le blindosbarre di tipo compatto per alte correnti (fino a circa 5000 A) hanno involucro costituito da strutture portanti in acciaio zincato con spessore minimo di 1,5 mm e lamiera di acciaio zincata con profilati di irrigidimento, con grado di protezione pari ad IP55.

Il conduttore di protezione è costituito dall'involucro oppure da alluminio o rame: in questo caso, la sezione del conduttore di protezione sarà equivalente alla metà della sezione del conduttore di fase.

Deve essere possibile lo smontaggio di elementi intermedi senza dover rimuovere quelli contigui.

Le barre conduttrici sono in alluminio, devono essere isolate singolarmente con triplice strato di nastro di poliestere con classe di isolamento F e devono essere sostenute e bloccate in posizione da appositi isolatori che costituiscono un corpo omogeneo e compatto con l'involucro.

La tensione di funzionamento, alla frequenza di 50 Hz, è pari od inferiore a 600 V.

1.4.4 Blindoluce

Le Blindoluce sono condotti utilizzati per l'alimentazione dei circuiti luce realizzati da un profilato chiuso e nervato, in acciaio zincato a caldo (con verniciatura RAL a richiesta) che svolge anche la funzione di conduttore di protezione.

Gli elementi sono dotati di 2, 4 o 6 conduttori in rame rigido con purezza non inferiore al 99,9%.

Le finestrelle di derivazione hanno interasse costante e pari ad 1 m.

Il grado di protezione è pari ad IP55.

1.4.5 Modalità di posa in opera

La sospensione delle Blindosbarre di tipo compatto deve avvenire almeno ogni 2 m.

Le Blindoluce devono essere sospese con staffe con interasse massimo pari a 3 m mentre, per interassi superiori, devono essere utilizzati appositi profilati di irrigidimento.

Per tutte le Blindosbarre devono essere adottati opportuni giunti di espansione atti a garantire l'assorbimento delle eventuali dilatazioni lineari.

1.5 Canali

1.5.1 Caratteristiche dei materiali

Le passerelle, conformi alle norme CEI 23-31, possono essere di tipo in lamiera forata o piena, zincata e/o verniciata e ribordata o piana, in acciaio zincato inox a filo od in acciaio inox piena, secondo quanto indicato negli altri elaborati di progetto.

Tutti i pezzi speciali (curve, incroci, derivazioni, riduzioni, setti separatori, eccetera) devono essere di tipo prefabbricato con le stesse caratteristiche delle scale porta-cavi.

Particolare attenzione deve essere posta nella realizzazione della curvatura delle passerelle, che non deve comunque mai avere raggio inferiore a 10 volte il diametro della sezione del cavo maggiore.

1.5.2 Modalità di posa

Le passerelle devono essere posate in posizione tale da assicurare comunque la sfilabilità dei cavi e l'accessibilità agli stessi e tale da evitare che la prossimità di altri componenti impiantistici possa portare ad un declassamento delle caratteristiche nominali.

Le passerelle devono essere dotate di coperchio nei seguenti casi:

- in caso di installazione in verticale a vista per ingresso dei cavi ai quadri;
- in tutti gli altri casi indicati sugli elaborati di progetto.

Le passerelle devono essere adatte per fissaggio a parete o soffitto a mezzo di staffe in acciaio zincato e/o verniciato comprese nella fornitura.

Dove si rendano necessarie più passerelle, nella loro posa in opera si deve rispondere a particolari requisiti tecnici, quali la distanza tra loro (tra due canalette sovrapposte non deve essere inferiore a 200 mm), la possibilità di posa di nuovi conduttori ed il collegamento alla rete di terra. In particolare, dovrà essere garantita l'equipotenzialità della canalina adibita ai circuiti di segnale mediante la posa al suo interno di un cavo tipo FS17 g/v della sezione minima pari a 35 mm² crimpato a passi non superiori a 25 mm alla canalina stessa.

Il cavo sarà connesso a terra nei collettori previsti all'interno dei quadri elettrici.

È ammesso il taglio a misura degli elementi rettilinei con ripristino della zincatura a freddo o verniciatura sulle superfici del taglio.

Gli eventuali spigoli vivi delle passerelle devono essere smussati o protetti in modo da evitare di danneggiare le guaine dei cavi, in particolare durante la posa.

Devono essere evitati cambi di direzione ad angolo retto.

I collegamenti tra i vari elementi devono essere realizzati con giunti fissati con viti e non saranno accettate saldature.

Le mensole di supporto devono essere fissate ad una distanza massima pari a 2 m una dall'altra. Il collegamento tra mensole e passerelle deve essere realizzato con viti (non sono accettate saldature).

Devono essere adottati opportuni accorgimenti atti a garantire l'assorbimento di eventuali dilatazioni.

Per le scale porta-cavi, le mensole di fissaggio e sostegno delle scale devono essere di tipo prefabbricato in lamiera zincata avente spessore minimo pari a 2 mm. Le scale devono essere fissate alle mensole per mezzo di elementi di fissaggio prefabbricati.

Per quanto concerne problemi di compatibilità elettromagnetica, è importante rispettare quanto previsto dalla normativa CEI EN 50174-2 che disciplina le distanze da mantenere tra cavi di diversa natura posati su diversi involucri. In particolare, la distanza da mantenere tra i cavi di energia e quelli di segnale deve essere almeno pari a 20 cm (rif. Tabella 1 CEI EN 50174-2).

1.5.3 Prescrizioni generali

Le passerelle per i circuiti di potenza devono essere dimensionate per contenere i cavi possibilmente su un solo strato. È accettato, anche se non preferito, il doppio strato.

In caso di unica passerella utilizzata per servizi diversi, si devono interporre setti separatori in lamiera di acciaio zincata e/o verniciata aventi dimensioni tali da garantire la segregazione delle linee in più scomparti separati (energia, telefono, ausiliari, eccetera) anche in corrispondenza di cambiamenti di direzione ed all'imbocco delle cassette di derivazione e delle scatole porta-frutti.

Le cassette di derivazione devono essere fissate preferibilmente all'ala della passerella e, in caso di installazione su materiale combustibile (come, ad esempio, legno), devono essere in alluminio o comunque in materiale metallico.

Deve essere garantita la continuità elettrica delle passerelle in acciaio.

1.6 Canali plastici

1.6.1 Caratteristiche dei materiali

I canali in plastica sono costruiti in materiale plastico rigido avente:

- reazione al fuoco classe 1 (rif. DM del 26/06/1984);
- auto-estinguenza V1 (rif. UL94);
- resistenza agli urti e rispondenza alle norme CEI 23-19 o 23-32 (a seconda dell'impiego).

Sono previsti principalmente per:

- posa in vista a battiscopa, completi di coperchio e possono essere utilizzati come canali attrezzati con scatole porta-frutti componibili;
- posa in vista a parete e/o soffitto, completi di coperchio e possono essere utilizzati per distribuzione sia principale che secondaria in particolari applicazioni ed ambienti.

Particolare attenzione deve essere posta nella realizzazione della curvatura delle passerelle, che non deve comunque mai avere raggio inferiore a 10 volte il diametro della sezione del cavo maggiore.

1.6.2 Modalità di posa

I canali in plastica devono essere posati in posizione tale da assicurare comunque la sfilabilità dei cavi e l'accessibilità agli stessi e tale da evitare che la prossimità di altri componenti impiantistici possa portare ad un declassamento delle caratteristiche nominali. Devono essere dotate di coperchio amovibile e di separatore al loro interno.

Il cambio di direzione deve essere realizzato utilizzando gli opportuni pezzi speciali previsti dal Costruttore. Per le derivazioni, si utilizzeranno le cassette di derivazione previste dal Costruttore.

1.6.3 Prescrizioni generali

Il fissaggio a parete deve essere realizzato utilizzando opportuni tappi ad espansione e dovrà essere sicuro e tale da evitare cedimenti nel tempo.

1.7 Tubazioni

1.7.1 Caratteristiche dei materiali

Le tubazioni protettive possono essere:

- in materiale plastico rigido di tipo pesante a norma CEI 23-8 con Marchio Italiano di Qualità (rif. Tabella UNEL 37118/72) per la distribuzione nei sottofondi od a parete e dove indicato specificatamente negli elaborati di progetto. Devono essere del tipo auto-estinguente ed a ridotta emissione di gas tossici;
- in materiale plastico flessibile di tipo pesante a norma CEI 23-14 con Marchio Italiano di Qualità (rif. Tabella UNEL 37121/70) per gli usi indicati specificatamente negli elaborati di progetto. In taluni casi, devono essere rinforzate con spirale interna in acciaio (ad esempio, per distribuzione in vista sotto pavimento sopraelevato);
- in materiale plastico corrugato a doppia parete per cavidotti interrati a norma CEI 23-39 (CEI EN 50086-1) e CEI 23-46 (CEI EN 50086-2-4) ed avente resistenza alla compressione pari o superiore a 750 N (schiacciamento 5%);
- in acciaio con o senza saldature per gli impianti in esecuzione normale (tipo Conduit) a norma UNI 8863. In tutti i casi in cui gli impianti debbano essere a tenuta perfettamente stagna ed avere elevate caratteristiche meccaniche, si devono impiegare tubi in acciaio zincato a fuoco internamente ed esternamente secondo le prescrizioni contenute nella norma UNI 5745. La filettatura deve essere conforme alla norma UNI-ISO 7/1;
- tubazioni senza saldatura per impianti in esecuzione AD-PE a norma UNI 8863 (serie pesante), dotate di superficie interna liscia e filettatura a norma UNI 6125.

I tubi, di qualunque materiale, devono essere espressamente prodotti per impianti elettrici e - quindi - devono risultare privi di sbavature alle estremità e di asperità taglienti lungo le loro generatrici sia interne che esterne.

In ogni caso, prima del montaggio, le tubazioni devono essere soffiate con aria compressa e/o spazzolate.

1.7.2 Modalità di posa

È prescritta in modo tassativo e rigoroso l'assoluta sfilabilità dei conduttori in qualunque momento. Se necessario, si devono installare cassette rompi-tratta per soddisfare questo requisito (almeno una ogni 15 m ed in corrispondenza di ogni brusco cambio di direzione).

Le curve devono essere eseguite con largo raggio, in relazione al diametro dei conduttori, con apposite macchine o molle piega-tubi. In casi particolari, possono essere utilizzate curve in fusione di lega leggera, completate con viti di chiusura o, nel caso di tubazioni in PVC, mediante curve prefabbricate. In ogni caso, non è ammesso l'impiego di derivazioni a "T".

I tubi devono essere posati, per quanto possibile, con percorso regolare e senza accavallamenti.

Negli impianti a vista, le giunzioni tra tubazioni e l'ingresso dei tubi nelle cassette devono avvenire attraverso appositi raccordi.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione delle costruzioni, devono essere usati particolari accorgimenti, quali tubi flessibili e/o doppi manicotti.

I tubi metallici devono essere fissati mantenendo un certo distanziamento dalle strutture, in modo che possano essere effettuate agevolmente le operazioni di riverniciatura per manutenzione e sia assicurata una sufficiente circolazione di aria.

In tutti i casi in cui vengano impiegati tubi metallici, deve essere garantita la continuità elettrica tra loro e con le cassette metalliche. Qualora quest'ultime fossero in materiale plastico, deve essere realizzato un collegamento tra i tubi ed il morsetto interno di terra.

Nel caso sia richiesta la costruzione di cavidotti nel terreno, è necessario procedere come segue:

- le tubazioni in acciaio zincato senza saldature devono essere spalmate con emulsioni bituminose;
- le tubazioni in PVC devono essere annegate in gettate di calcestruzzo;
- la profondità di posa è funzione della relazione ai carichi transitanti in superficie ma possibilmente non inferiore a 500 mm dalla generatrice superiore dei cavidotti
- la posa delle tubazioni deve essere effettuata su uno strato di calcestruzzo magro avente spessore pari a circa 100 mm e rinforzando il loro intorno sempre mediante impiego di calcestruzzo;
- le giunzioni devono essere sigillate con apposito collante onde garantire la ermeticità dalla tenuta seguendo rigorosamente le prescrizioni indicate dalle relative case Costruttrici.

1.7.3 Prescrizioni generali

L'inserimento dei cavi deve essere successivo alla installazione delle tubazioni ed autorizzato da apposita dichiarazione scritta della D.L.

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

L'impiego di tubi porta-cavo flessibili è in generale consentito per i tratti terminali dei circuiti, quali quelli compresi tra cassette di dorsale ed utenze finali.

Salvo prescrizioni particolari, il diametro esterno minimo delle tubazioni deve essere pari a 16 mm. I diametri indicati nei documenti di progetto con un solo numero si riferiscono al diametro esterno. Il diametro interno delle tubazioni deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esse contenuti.

È fatto divieto transitare con tubi protettivi in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura e/o di

distribuzione del gas e di ammararsi a tubazioni, canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche (tranne dove espressamente indicato).

Le tubazioni previste vuote devono comunque essere dotate di fili-pilota in materiale non soggetto a ruggine.

Le tubazioni di riserva devono essere chiuse con tappi filettati e lasciate tappate anche dopo la fine dei lavori.

1.8 Casette e scatole di derivazione

1.8.1 Caratteristiche dei materiali

Le cassette e le scatole di derivazione possono essere di vario tipo a seconda dell'impianto previsto (incassato, a vista o stagno). Devono, comunque, essere largamente dimensionate in modo da renderne facile e sicura la manutenzione ed essere munite di fratture prestabilite per il passaggio di tubazioni e/o canali. Quelle da incasso devono essere in resina con coperchio in plastica fissato con viti.

Tutte le cassette per gli impianti in vista od entro cunicolo devono essere metalliche e con grado di protezione IP adeguato alla loro ubicazione, imbocchi ad invito per le tubazioni, passacavi e/o pressa-cavi.

Le cassette in lega leggera devono avere imbocchi filettati a norma UNI-ISO 7/1 oppure 6125 AD-PE per connessioni a tubi in acciaio zincato.

Le cassette metalliche devono, infine, avere un morsetto per la loro messa a terra.

1.8.2 Modalità di posa

Le cassette e le scatole di derivazione devono essere di tipo modulare, con altezza e metodo di fissaggio uniformi.

Nella posa deve in ogni caso essere allineato il filo inferiore di tutte le cassette installate nel medesimo ambiente.

Devono avere idonei raccordi di giunzione alle tubazioni e idonee guarnizioni, onde ottenere il grado di protezione richiesto.

Particolare cura deve essere posta all'ingresso ed all'uscita delle tubazioni, in modo da evitare strozzature e consentire un agevole inserimento dei conduttori.

Le cassette e le scatole di derivazione devono essere munite di morsettiere di derivazione in materiale ceramico a norma CEI 20-36 (nei casi in cui siano interessati circuiti con cavi resistenti al fuoco secondo) od auto-estinguenti (nei rimanenti casi).

1.8.3 Prescrizioni generali

Non è ammesso collegare o far transitare nella stessa cassetta conduttori anche della stessa tensione ma appartenenti ad impianti o servizi diversi (FM, ausiliari).

È tassativamente proibito l'impiego di morsetti di tipo auto-spellante.

I morsetti di terra e di neutro devono essere contraddistinti con apposite targhette.

1.9 Mensole di sostegno

1.9.1 Caratteristiche dei materiali

Tutte le mensole per sostegno di conduttori, tubi protettivi, passerelle, scale porta-cavi, condotti sbarre, apparecchiature, eccetera devono essere in acciaio zincato a caldo a norma CEI 7-6, in acciaio zincato e verniciato, od in acciaio inox AISI 304 ove espressamente indicato.

1.9.2 Modalità di posa

Tranne casi assolutamente particolari, tutto quanto viene fissato a dette mensole deve essere smontabile; pertanto, non sono ammesse saldature od altri sistemi di fissaggio permanente. In particolare, passerelle ed apparecchiature devono essere fissate con vite e dado.

Qualora fosse indispensabile effettuare saldature, queste devono essere ricoperte con due mani di vernice antiruggine.

Le dimensioni delle mensole devono essere tali da garantire un fissaggio robusto e sicuro.

Le mensole devono essere installate in quantità tale da assicurare un perfetto ancoraggio delle passerelle, delle tubazioni e dei condotti sbarre.

In ogni caso, tra una mensola e la successiva non deve mai esserci una distanza superiore a 2 m per le passerelle e le sbarre blindate e ad 1 m per le tubazioni protettive.

Le mensole possono essere fissate con chiodi sparati o tasselli metallici ad espansione in corrispondenza del cemento armato, essere murate nelle strutture in laterizio o saldate od avvitate a profilati di strutture in ferro.

Per il sostegno di passerelle e/o scale porta-cavi in aree all'esterno, vanno impiegati supporti che non deteriorino le impermeabilizzazioni.

Nei casi in cui non sia possibile il fissaggio a pareti e/o strutture predisposte in accordo con l'impresa adibita all'esecuzione delle opere civili, è richiesto l'impiego di supporti prefabbricati con base appoggiata ai pavimenti di copertura tramite materiale elastico.

1.9.3 Prescrizioni generali

Gli staffaggi per esecuzioni all'esterno saranno in acciaio zincato e dovranno essere lavorati agli utensili prima della zincatura. Gli staffaggi per gli ambienti interni saranno in acciaio spazzolato e verniciato con due mani di antiruggine prima dello strato di finitura finale. Le operazioni di verniciatura dovranno essere effettuate a terra e su tutti i lati, ovvero prima della loro messa in opera.

Dopo eventuali asportazioni della zincatura per lavorazioni eseguite in cantiere, su parte pre-assemblate e zincatura si dovrà ripristinare l'escoriazione tramite verniciatura utilizzando vernici a forte concentrazione di zinco organico.

1.10 Collegamenti utilizzatori

1.10.1 Caratteristiche dei materiali

Negli impianti a vista il collegamento tra tubazioni metalliche o cassette e motori od altre apparecchiature è eseguito utilizzando cavo a doppio isolamento con ingresso sigillato con pressa-cavo.

Dove espressamente richiesto, per motivi di protezione meccanica, si utilizzerà guaina metallica flessibile rivestita in plastica, collegata mediante appositi raccordi sia lato tubazioni o cassette che lato apparecchiature.

Il tipo di guaina da impiegare e dei relativi raccordi dipende dal tipo di impianto (normale, stagno od antideflagrante) e sarà indicato negli altri elaborati di progetto.

Ogni utenza/motore collegato sarà equipaggiato di tag riportante la stessa sigla indicata sui disegni di progetto. La targhettatura dovrà essere realizzata con etichette in plastica trasparente marca Weidmüller tipo WKM o similare.

Il cavo di collegamento sarà dotato di fascetta riportante la sigla con il nome del quadro di provenienza e sigla della linea indicata sugli schemi di progetto e sulle tabelle cavi.

1.10.2 Modalità di posa in opera

Nella stessa tubazione non devono essere installati conduttori riguardanti servizi diversi, anche se previsti per la medesima tensione di esercizio (ritorni pulsanti luminosi, rivelazione fumi con sonde di temperatura, eccetera).

I collegamenti devono essere eseguiti a perfetta regola d'arte.

Per le utenze a motore, il collegamento terminale deve transitare da un interruttore antinfortunistico opportunamente dimensionato.

I collegamenti agli utilizzatori devono comprendere:

- spezzone di cavo dal punto di consegna dell'energia elettrica fino ai morsetti della macchina;
- tubazioni di collegamento per il cavo precedente;
- formazione dei terminali o di spina di portata adeguata;
- connessioni alla morsettiera;
- accessori necessari al collegamento;
- prove di funzionamento.

1.10.3 Collegamento elettrico sensori di livello e strumenti di misura analogici

Tutti sensori di livello (galleggianti, aste) dovranno essere raccordati alla distribuzione principale mediante cassette di derivazione.

Devono avere idonei raccordi di giunzione alle tubazioni e idonee guarnizioni, onde ottenere il grado di protezione richiesto.

Particolare cura deve essere posta all'ingresso ed all'uscita delle tubazioni, in modo da evitare strozzature e consentire un agevole inserimento dei conduttori.

All'interno della cassetta di derivazione deve essere predisposta adeguata morsettiera numerata (da riportare all'interno degli schemi elettrici) per il collegamento dei segnali provenienti dalla strumentazione di controllo;

1.10.4 Sezionatore antinfortunistico locale

Sui motori che risultano fuori dalla vista del quadro elettrico che li alimenta, sarà installato un sezionatore antinfortunistico del tipo onnipolare dotato di contatto di segnalazione stato installato a parete o su strutture di fissaggio predisposte (quali, ad esempio, colonnine in acciaio inox) e protetti con apposita tettoia anti pioggia.

Il dispositivo dovrà essere in materiale termoisolante, con prova filo incandescente a 960°C, resistente agli agenti chimici, all'umidità ed ai raggi UV, lucchettabile in posizione di aperto ed avere un grado di protezione minimo almeno pari ad IP67.

In particolar modo per tutte le utenze per le quali si prevede la necessità in caso di guasto di una rapida sostituzione (ove indicato per pompe, mixer) è previsto l'impiego di decontattori tipo marechal electric, i quali sono idonei la sezionamento e comando sotto carico.

I sezionatori o decontattori dovranno essere omipolari e dotati di contatto ausiliario per la segnalazione di stato sezionato.

Per i carichi ove è previsto e relativa taglia fare riferimento agli elaborati di progetto.

Nei pressi del sezionatore/decontattore dovrà essere realizzata una cassetta di derivazione per collegamento ausiliari motore.

All'interno della cassetta di derivazione deve essere predisposta adeguata morsettiera numerata (da riportare all'interno degli schemi elettrici) per il collegamento dei segnali di pastiglia termica e/o umidità motore, ove prevista;

1.10.4.1 Modalità di posa in opera

Per il fissaggio dei sezionatori decontattori dovranno essere utilizzati gli accessori disponibili (Flange, scatole, impugnature).

Le scatole contenenti le alimentazioni devono essere con altezza e metodo di fissaggio uniformi.

Nella posa deve in ogni caso essere allineato il filo inferiore di tutte le cassette installate nel medesimo ambiente.

Devono avere idonei raccordi di giunzione alle tubazioni e idonee guarnizioni, onde ottenere il grado di protezione richiesto.

Particolare cura deve essere posta all'ingresso ed all'uscita delle tubazioni, in modo da evitare strozzature e consentire un agevole inserimento dei conduttori.

I sezionatori/decontattori dovranno essere installati ove possibili a parete o su strutture di fissaggio predisposte (quali, ad esempio, colonnine in acciaio inox, QUEST'ULTIMI ESCLUSI DALLA FORNITURA ELETTRICA).

Per i carichi ove è previsto e relativa taglia fare riferimento agli elaborati di progetto.

1.10.5 Protezione apparecchiature esterne

Tutte le apparecchiature installate all'esterno (gruppi prese, sezionatori antinfortunistici, sonde, trasmettitori, convertitori, eccetera) dovranno avere - oltre ad un grado di protezione adeguato all'ambiente esterno - anche un tetto di protezione dalle intemperie in acciaio inox di dimensioni idonee all'apparecchiatura da proteggere.

1.11 Punti luce e comando

1.11.1 Caratteristiche dei materiali

Punti luce

Il punto luce comprende:

- la tubazione (in vista o da incasso) a partire dalla cassetta di dorsale;
- il cavo (del tipo indicato, FS17-FROR);
- la scatola terminale (se richiesta).

Punti di comando

Gli interruttori devono avere portata nominale minima, in corrente alternata, pari a 10 A con isolamento pari a 250 V, devono essere conformi alle prescrizioni della norma CEI 23-9 ed essere adatti a sopportare le sovracorrenti di chiusura e di apertura sui carichi induttivi (lampade a fluorescenza). Nella scelta degli interruttori si deve, inoltre, tenere conto del declassamento dovuto al tipo di carico alimentato.

Gli apparecchi da incasso devono essere fissati con viti su scatole in materiale isolante incassate, rettangolari o quadrate.

Più apparecchi vicini, anche se appartenenti a circuiti diversi, devono essere installati su di un unico supporto.

Il conduttore di terra deve essere portato anche ai supporti ed alle protezioni metalliche degli organi di comando (placche, cestelli, eccetera) ad esclusione degli apparecchi certificati in classe II (doppio isolamento) od in classe III (bassissima tensione di sicurezza).

Prese di corrente

Tutte le prese di corrente devono portare impresso il marchio di qualità IMQ, attestante la costruzione delle medesime secondo la regola dell'arte.

Per il tipo da incasso vale quanto segue:

- norme specifiche di riferimento CEI 23-5 (presa a spina per usi domestici e similari);
- ogni presa deve essere di tipo monofase bipasso da 10/16 A con poli (od alveoli) allineati, più polo di terra centrale oppure tipo Schuko (tipo UNEL) con poli di terra laterali. La portata nominale di corrente è riferita ad una tensione pari a 250 V.

Per il tipo sporgente per uso industriale, interbloccato, vale quanto segue:

- norme specifiche di riferimento CEI 23-12 (prese a spina per usi industriali);
- ogni presa deve essere di tipo bipolare o tripolare più polo di terra, con portate nominali di corrente riferite a tensioni pari a 230 V (colore blu), 400 V (colore rosso) o 24 V (colore viola) secondo quanto specificato negli altri elaborati di progetto;
- ogni presa deve essere completa di interruttore di blocco, atto a permettere l'inserimento/disinserimento della spina solo a circuito aperto;
- la protezione può essere costituita da interruttore magnetotermico o da fusibili.

1.11.2 Modalità di posa

Punti luce

I punti luce devono essere realizzati in maniera diversa a seconda del tipo di apparecchio illuminante utilizzato, in conformità a quanto indicato negli altri elaborati di progetto.

Tutti i punti luce hanno origine da una cassetta di dorsale e terminano ai morsetti dell'apparecchio.

Ad eccezione di quelli per apparecchi montati su canali o passerelle, tutti i punti luce devono comprendere una scatola terminale, da incasso o sporgente, installata in prossimità dell'apparecchio.

Negli impianti totalmente in vista, le scatole terminali saranno fissate alla struttura dell'edificio.

Punti di comando

Gli apparecchi da incasso devono essere fissati con viti su scatole in materiale isolante incassate, rettangolari o quadrate.

Più apparecchi vicini, anche se appartenenti a circuiti diversi, devono essere installati su un unico supporto.

Il conduttore di terra deve essere portato anche ai supporti ed alle protezioni metalliche degli organi di comando (placche, cestelli, eccetera) ad esclusione degli apparecchi certificati in classe II (doppio isolamento) od in classe III (bassissima tensione di sicurezza).

Prese di corrente

L'altezza di installazione delle prese deve essere pari o superiore a 175 mm dal piano del pavimento finito (tradizionale o sopraelevato).

Le prese del tipo da incasso ed eventuali interruttori associati devono essere installate entro "scatole frutto" in materiale termoplastico di tipo incassato dotate di mostrina di copertura.

Per le prese per uso industriale, interbloccate, la presa, l'interruttore di blocco e l'organo di protezione devono essere installati entro scatole in metallo verniciato. Tale sistema deve garantire, nella sua globalità, un grado di protezione minimo IP65.

1.12 Apparecchi illuminanti

1.12.1 Caratteristiche dei materiali

Tutti gli apparecchi illuminanti devono essere forniti completi di lampade, reattori elettronici, fusibile di protezione, portalampade, morsetti arrivo linea ed accessori.

I fusibili devono essere sul conduttore di fase.

Le lampade fluorescenti devono essere ad alta efficienza luminosa, avere temperatura di colore pari a 4000°K (tonalità bianco extra) e resa cromatica R_a pari o superiore ad 80.

Ogni reattore deve essere mono-lampada e, quando richiesto nelle voci di computo, fissato alla base dell'apparecchio. Se specificatamente richiesto, i reattori devono essere di tipo elettronico ad alta frequenza HF (con frequenze pari o superiori a 25 kHz).

Le parti metalliche degli apparecchi illuminanti devono essere verniciate a forno, previa pulitura, decapaggio e trattamento antiruggine.

All'armatura deve essere collegato il conduttore di terra.

I componenti degli apparecchi illuminanti devono disporre del Marchio Italiano di Qualità IMQ se richiesto. L'Appaltatore è tenuto a fornire, su richiesta della D.L., le necessarie certificazioni di qualità e/o descrizioni tecniche degli apparecchi illuminanti proposti e dei relativi accessori.

Per tutti i tipi di apparecchi illuminanti proposti, l'Appaltatore deve presentare opportuna campionatura alla D.L. per approvazione.

Gli apparecchi, le lampade ed i componenti devono rispondere ai requisiti ed alle prescrizioni stabilite dalle norme CEI applicabili. Per quanto concerne gli alimentatori, dovrà essere rispettata la Direttiva 2000/55/CE del 18/09/2000 circa i requisiti di efficienza energetica degli alimentatori per lampade fluorescenti.

1.12.2 Modalità di posa in opera

Per la posa in opera degli apparecchi illuminanti, risultano a carico dell'Appaltatore i materiali e le opere accessorie necessarie alla corretta installazione di quanto specificato nel seguito.

In particolare, a puro titolo indicativo, si ricordano:

- staffaggi e strutture varie di supporto;
- materiali di consumo;
- pulizia accurata degli schermi e dei riflettori prima della messa in servizio.

1.12.3 Prescrizioni generali

Nella fornitura in opera degli apparecchi illuminanti si considerano sempre inclusi:

- gli oneri derivanti dalla installazione;
- le connessioni elettriche;
- la messa a punto dell'apparecchio completo.

Le principali norme che si applicano al presente paragrafo sono le CEI 34-21, 34-22 e 34-23 circa gli apparecchi illuminanti e, nella fattispecie, la parte prima ("Prescrizioni generali e prove"), seconda ("Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza") e terza ("Prescrizioni particolari. Apparecchi fissi per uso generale").

1.12.4 Prescrizioni particolari

Per la descrizione particolareggiata degli apparecchi in progetto si rimanda alle voci dell'elenco prezzi unitari.

1.12.5 Armature stradali esterne

Le armature dovranno essere di tipo stradale a LED e costituite da corpo in lega d'alluminio pressofuso verniciato, carenatura superiore in polipropilene rinforzato, riflettore in lamiera di alluminio ossidato e brillantato, coppa in policarbonato e portalampada del tipo a monoblocco con attacco a vite, completo di accessorio per installazione su testa-palo con diametro pari a 60 mm.

I corpi illuminanti dovranno essere con vetro piatto in modo da avere 0 cd oltre l'orizzonte in conformità alle più recenti norme in materia di inquinamento luminoso ed efficienza energetica.

1.12.6 Proiettori

I proiettori dovranno essere di tipo LED asimmetrico costituito da corpo in fusione di lega di alluminio ad elevata resistenza meccanica, parabola in alluminio, schermo protettivo in vetro temperato ed essere completi di l'elettronica. L'esecuzione dovrà assicurare un grado di protezione meccanica pari ad IP55 e classe di isolamento pari ad I ed essere completa di staffa di sostegno.

1.13 Pali di sostegno per corpi illuminanti in esterno

1.13.1 Prescrizioni generali

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

È previsto l'impiego di pali d'acciaio di qualità pari o superiore ad Fe360 grado B (rif. CNR-UNI 7070/82), a sezione circolare e forma conica (A2, rif. UNI-EN 40/2) e saldati longitudinalmente (rif. CNR-UNI 10011/85).

1.13.2 Modalità di posa in opera

In corrispondenza del punto di incastro del palo nel blocco di fondazione, dovrà essere riportato un collare di rinforzo di lunghezza pari a 40 cm, di spessore identico a quello del palo stesso e saldato alle due estremità a filo continuo.

Per il fissaggio dei bracci o dei codoli, dovranno essere previste sulla sommità dei pali due serie di tre fori cadauna, sfalsati tra di loro di 120° e con dadi riportati in acciaio inox M10x1 saldati prima della zincatura. Le due serie di fori dovranno essere poste rispettivamente a 5 ed a 35 cm dalla sommità del palo. Il bloccaggio dei bracci o dei codoli per apparecchi a cima palo, dovrà avvenire tramite grani in acciaio inox M10x1 temprati ad induzione. Sia i dadi che i grani suddetti dovranno essere in acciaio inox tipo X12 Cr13 (rif. UNI 6900/71).

Nei pali dovranno essere praticate numero due aperture delle seguenti dimensioni:

- un foro ad asola per il passaggio dei conduttori, di dimensioni pari a 150 x 50 mm e posizionato con il bordo inferiore a 500 mm dal previsto livello del suolo;
- una finestrella d'ispezione di dimensioni pari a 200 x 75 mm.

Tale finestrella dovrà essere posizionata con l'asse orizzontale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale del braccio o dell'apparecchio di illuminazione a cima-palo e collocata dalla parte, opposta al senso di transito del traffico veicolare, con il bordo inferiore ad almeno 600 mm al di sopra del livello del suolo. La chiusura della finestrella d'ispezione dovrà avvenire mediante un portello realizzato in lamiera zincata a filo palo con bloccaggio mediante chiave triangolare oppure, solamente qualora sussistano difficoltà di collocazione della morsettiera e previo benestare della D.L., con portello in rilievo adatto al contenimento di detta morsettiera (sempre dotato di bloccaggio mediante chiave triangolare). Il portello Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali, sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto finestrella d'ispezione dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico, che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettiera di connessione in classe II.

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

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

1.14 PLC e Impianto Automazione

L'impianto di automazione dovrà essere realizzato conformemente agli standard in essere presso gli impianti di proprietà della committenza.

Per tali ragioni il sistema di automazione dovrà essere basato sull'impiego di PLC marca SIEMENS serie S7 1500.

I PLC Saranno dimensionati con un numero di I/O tali da avere un margine di riserva pari al 20%.

Gli ingressi digitali saranno del tipo a contatto pulito alla tensione 24Vdc.

Le uscite digitali del tipo a 24Vdc con relè d'interfaccia agganciabili su barra DIN con led di attivazione.

Le schede di ingresso/uscita digitale saranno equipaggiate con moduli dotati 16 DI/DO, i quali saranno installati sulle apposite basi di fissaggio.

Gli ingressi analogici potranno essere diversi a seconda degli ingressi prelevati dai sensori installati in campo: normalmente con segnale 4-20 mA, 0-10 Vdc..

Le uscite analogiche potranno essere diverse a seconda delle utenze da gestire con tali segnali: normalmente con segnale 4-20 mA, 0-10 Vdc.

Il PLC sarà inserito nella rete ethernet, nella quale comunicherà attraverso il protocollo Modbus TCP-IP con eventuali moduli I/O periferici e tutti i componenti connessi a tale rete, quali ad esempio:

INVERTER;

INTERFACCE HART per strumenti di misura se previsti;

Quadri macchine di processo (grigliatura, soffianti, disidratazione, filtri e impianto UV);

Sistema di telecontrollo aziendale;

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.

Le funzioni di controllo e di informazione dovranno essere distribuite tra tutte le stazioni indipendenti

direttamente connessi ad una rete avente una velocità di 100 Megabit.

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 apparecchiature diverse e le CPU.

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

Input Digitali:

o Input Digitali Standard

o Impulsi

Input analogici:

o Termocoppie

o Milliampere DC

o Volt DC

Output digitali:

o Uscite a transistor

Interfacce seriali:

o Modbus RTU

o Modbus TCP/IP

o Ethernet

1.15 Programmazione PLC e collaudo impianto automazione

Nell'appalto è inclusa la prestazione tecnica necessaria all'avviamento programmazione e collaudo dell'impianto di automazione previsto.

Nel caso di modifiche/integrazioni ad impianti esistenti la programmazione comprende la modifica ed integrazione, ove necessario, delle logiche esistenti.

La programmazione del PLC e sistema di supervisione dovrà essere editata come da specifica seguente:

- Programmazione e scrittura del software di automazione per il funzionamento delle utenze di impianto secondo le logiche funzionali disposte dalla Committente e delle Direzione sulla base di tabelle compilate a cura dell'appaltatore, indicante la descrizione dei dispositivi, gli indirizzi ad essi associati e le associazioni allarmi-attuazioni, compreso l'avviamento funzionale dell'impianto;

La prestazione include:

- l'acquisizione di tutti i segnali analogici e digitali provenienti dalle utenze elettriche e strumentali in campo e la loro elaborazione ai fini dell'utilizzo per quanto previsto nelle logiche funzionali;

- la realizzazione di pagine grafiche in numero non inferiore ad una per comparto per la rappresentazione degli stati dei motori, e la visualizzazione dei valori misurati dagli strumenti ove previsti oltre a pagine generali per allarmi;
- Integrazione scada (super flash/ sofrel s4w) per supervisione impianti esistente e caricamento mappe grafiche su touch screen esistente;
- impostazione valori di set-point;
- programmazione degli inverter per la modulazione di frequenza secondo le logiche funzionali consegnate;
- programmazione per la segnalazione ed il comando da remoto tramite il telecomando centrale;
- caricamento del software sul PLC c/o in cantiere e le prove di funzionamento per singola macchina o comparti con simulazione delle condizioni reali al fine di verificare il corretto funzionamento secondo le logiche funzionali stabilite, si ritengono incluse le eventuali modifiche che si rendessero necessarie per adeguare il funzionamento delle macchine secondo logiche di dettaglio;
- Realizzazione di interfacciamento segnali/programmazione verso i controllori installati nei quadri trattamento reflui (esistenti e di nuova fornitura) come da specifiche indicate negli elaborati di progetto;
- collaudo funzionale, compresa la fornitura di tutto il materiale di prova e la strumentazione per l'esecuzione delle prove, di rilascio del programma sorgente senza password con i commenti di ciascun blocco funzione.

Tali operazioni dovranno essere effettuate in collaborazione con tecnico specializzato della ditta fornitrice e con i tecnici della Committenza.

A collaudo concluso dovrà essere rilasciato un report attestante:

- Test sulla logica eseguiti;
- Configurazione parametri inverter (un modulo per ogni inverter);
- Configurazione parametri strumenti di misura analogici;
- Aggiornamento elenco utenze di progetto con potenze e correnti realmente assorbite dalle utenze;

1.16 Impianto Cablaggio strutturato

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

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.

Tutte le dorsali dovranno essere realizzate mediante fibra ottica, multimodale 50/125 µm conformi agli standard ISO/CENELEC o ITU-T G651 (MM).

1.17 Sigillatura antifiamma

Sulle pareti EI non devono essere incassati impianti in quanto annullano la resistenza al fuoco della parete stessa.

Gli attraversamenti delle pareti EI con tubazioni o canali deve essere fatta in modo da ripristinare le condizioni iniziali di resistenza al fuoco del compartimento antincendio con le modalità degli esempi sottostanti.

In particolare, al fine di favorire eventuali operazioni di modifica od ampliamento degli impianti, si consiglia di sigillare i passaggi delle canalette porta-cavi con appositi sacchetti asportabili come nella figura sottostante.

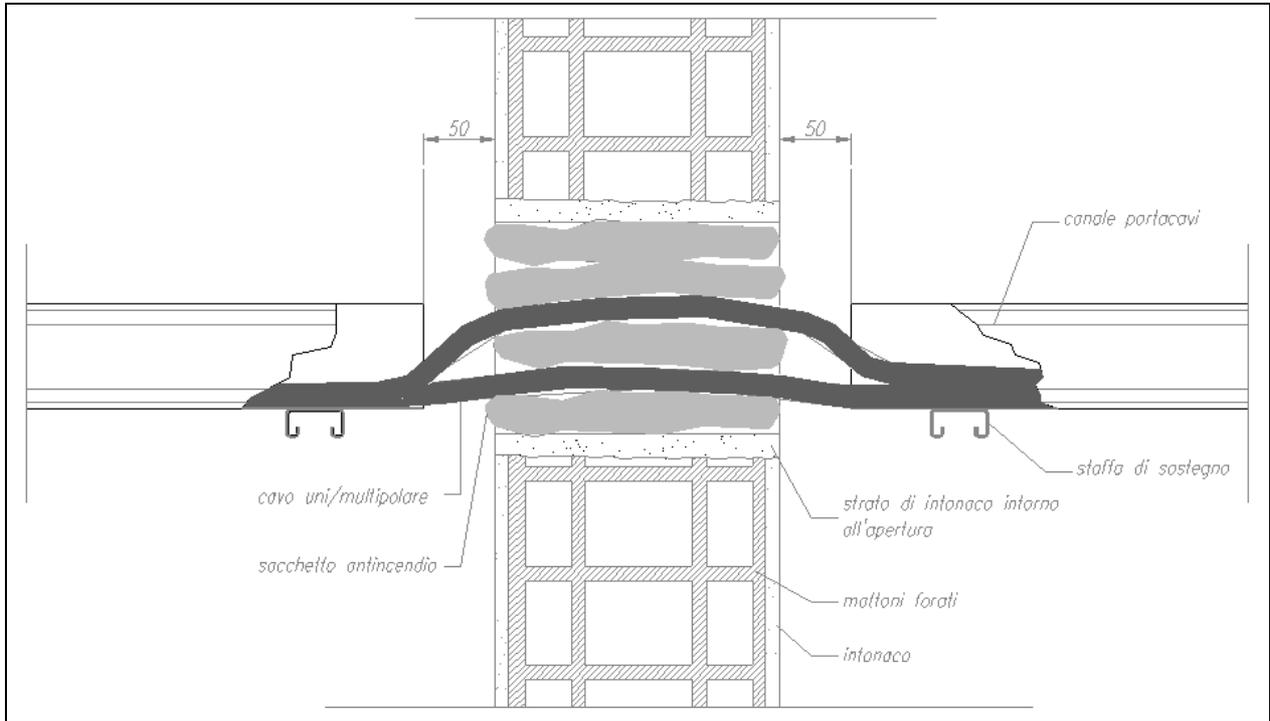


Figura 1 - Tipico sigillature antincendio passaggio cavi nelle pareti EI (1 di 2).

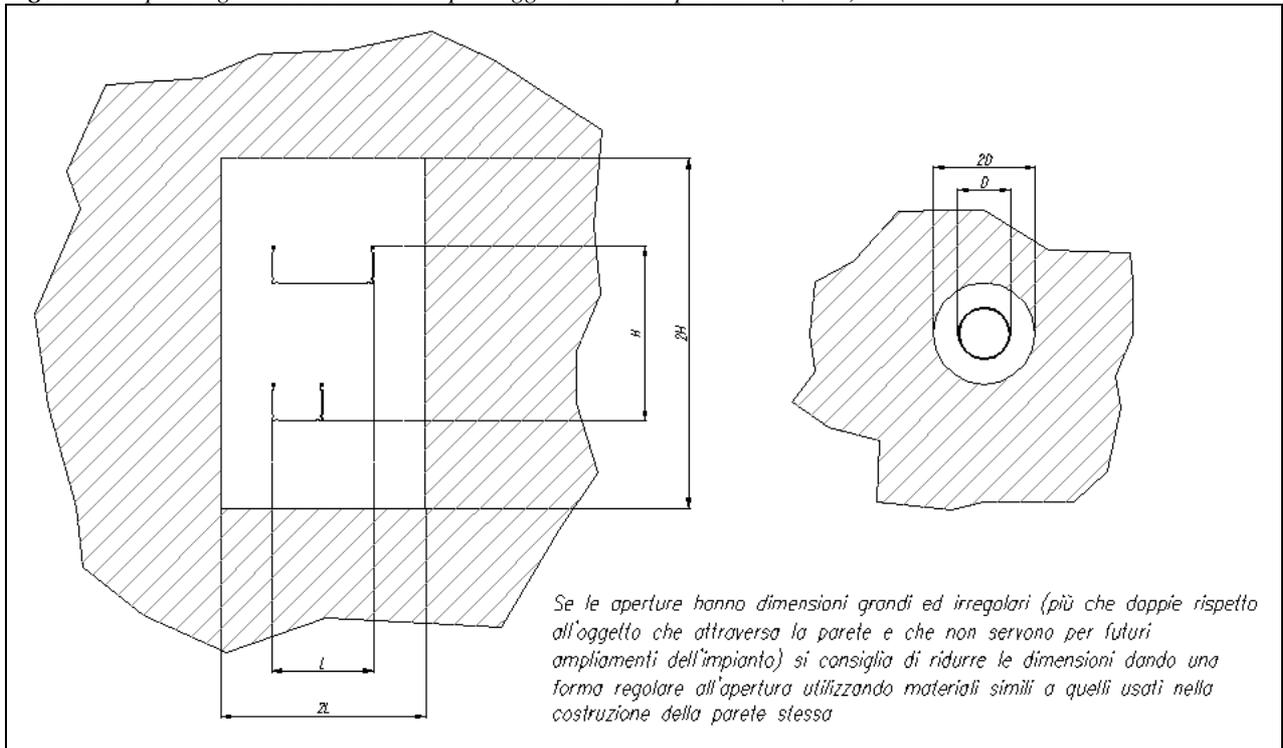


Figura 2 - Tipico sigillature antincendio passaggio cavi nelle pareti EI (2 di 2).

Il ripristino della resistenza al fuoco di una parete del compartimento antincendio attraversata da un tubo protettivo è possibile in due diverse modalità:

- otturazione del foro nel muro (vedi figura seguente). Non è necessario otturare il tubo protettivo se è conforme alla norma CEI 23-25 o 23-39, ha diametro interno pari 30 mm e grado di protezione pari o superiore ad IP33 (inclusa la sua estremità se penetra in un ambiente chiuso);

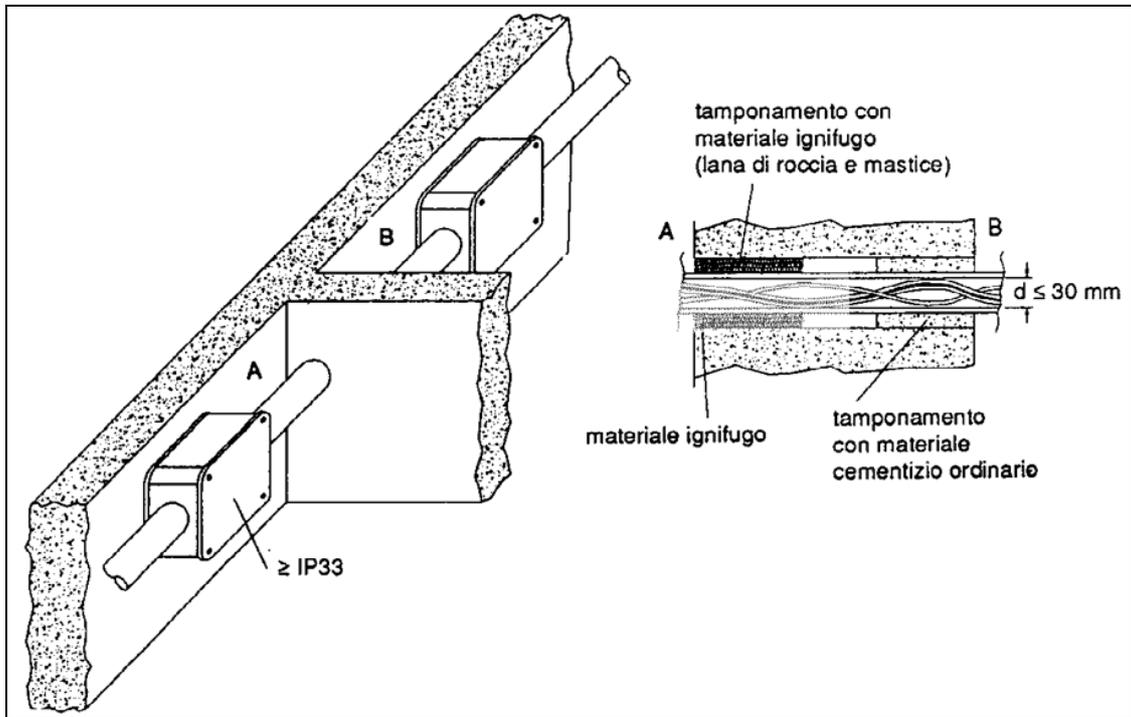


Figura 3 - Otturazione del foro nel muro.

- otturazione del foro nel muro e dell'interno del tubo con mastice ignifugo quando non risponde ai requisiti di cui sopra (vedi figura seguente).

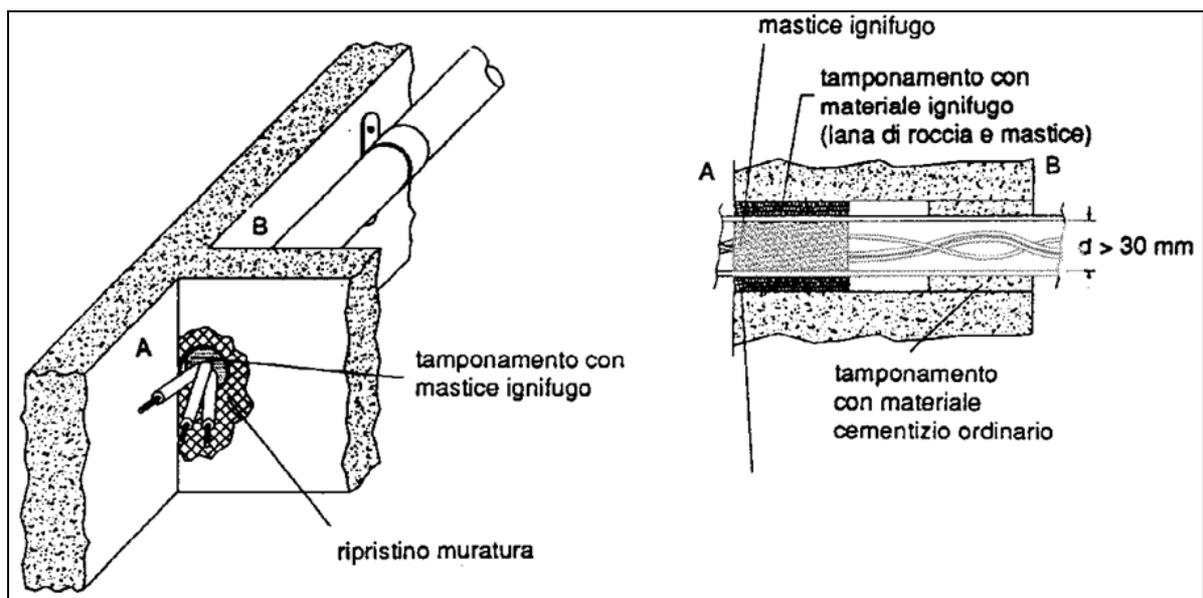


Figura 4 - Otturazione del foro nel muro e dell'interno del tubo con mastice ignifugo.

1.18 Oneri a carico dell'appaltatore

Sono a carico dell'Appaltatore:

- i sollevamenti i tiri in alto e i cali verso il basso delle apparecchiature che fanno parte dei lavori oggetto dell'appalto, nonché eventuali permessi per la movimentazione e il posizionamento dei mezzi necessari;
- Fornitura delle opere di carpenteria necessarie per gli impianti quali staffe, telai, supporti e accessori di ogni genere, nonché di tutti i materiali di consumo occorrenti;
- L'esecuzione di basamenti delle varie apparecchiature;
- predisposizione di trabattelli interni, scale, ponteggi;
- la formazione di fori eseguiti con trapani anche a percussione per il passaggio degli impianti o di saldatrici per staffaggi;
- fissaggio di staffaggi e sostegni, compresa la loro fornitura, alle strutture murarie, sia che si tratti di staffaggi imbullonati che saldati;

1.19 Elaborati costruttivi

L'Appaltatore si impegna ad eseguire a mezzo di personale qualificato i necessari sopralluoghi sul sito ove si devono svolgere i lavori in Appalto. L'Appaltatore, sulla scorta degli elaborati allegati e delle informazioni assunte in proprio presso i progettisti della Committente e presso i luoghi ove si devono svolgere i lavori, dovrà procedere alla stesura del progetto costruttivo degli impianti assunti. Con le scadenze programmate, l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della Committente i disegni particolareggiati di montaggio e, nel caso, soluzioni alternative a quelle prospettate dagli elaborati di progetto;

L'Appaltatore non potrà dare inizio ad alcun lavoro ne' potrà procedere all'acquisto delle apparecchiature e dei materiali costituenti l'impianto, senza l'approvazione dei disegni costruttivi da parte della Committente.

L'impresa in particolar modo è tenuta a produrre gli elaborati costruttivi dei quadri elettrici.

Tali elaborati dovranno essere trasmessi alla D.L. al fine della relativa validazione.

Quadri elettrici consegnati senza l'avvallo della committenza e D.L. potranno essere respinti, le spese eventualmente sostenute per i relativi ripristini saranno a carico dell'impresa.

L'impresa in fase di esecuzione dei lavori è tenuta a verificare la consistenza delle opere e la congruità degli elaborati di progetto con gli impianti meccanici effettivamente posti in essere dalle altre imprese appaltatrici.

In caso di difformità fra elaborati di progetto e le opere in essere l'impresa è tenuta a segnalarle alla D.L..

Non sono consentite modifiche agli impianti previa autorizzazione.

1.20 Verifiche agli impianti realizzati

Le verifiche e le prove agli impianti dovranno essere realizzate a norma di legge a cura dell'impresa esecutrice dei lavori.

Tali verifiche devono essere effettuate durante l'esecuzione delle opere e completate prima dell'esecuzione del collaudo finale ovvero prima della dichiarazione di ultimazione lavori.

In particolar modo dovranno essere eseguite le seguenti verifiche:

- Prove meccaniche avviamento apparecchiature;
- Prove elettriche prove di funzionamento motori;
- prove di assorbimento;
- Controlli di funzionamento apparecchiature;
- tarature organi di regolazione e strumentazione di controllo;
- misura della resistenza di terra;
- misura della resistenza di isolamento;
- prova dei dispositivi differenziali;
- verifica di continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali;
- verifica dei collegamenti e della messa a punto dell'impianto.

Per ogni verifica eseguita dovrà essere predisposto il relativo report attestante i risultati ottenuti che dovrà essere inserito all'interno della dichiarazione di conformità impianti.