



Direzione Ingegneria

**DISCIPLINARE TECNICO
PER LA PROGETTAZIONE E LA REALIZZAZIONE
DEGLI IMPIANTI ELETTRICI A SERVIZIO DI
IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO IDRICI E FOGNARI**

*Redatto da:
Ing. Antonio Discipio
Ing. Giuseppe De Stefano*

*Visto: Il DIRETTORE
Ing. Andrea Volpe*

EDIZIONE APRILE 2020

INDICE

1. INTRODUZIONE	4
2. DOCUMENTI DI PROGETTO	5
3. STANDARD PRESTAZIONALI MINIMI PER L'ESECUZIONE DELLE OPERE.....	6
4. QUADRI ELETTRICI BT	6
4.1. Normativa.....	6
4.2. Caratteristiche costruttive Quadro	7
4.3. Dimensioni quadro e movimentazione	10
4.4. Quadri Avviamento Utenze Elettromeccaniche	11
4.5. Certificazione del quadro secondo la normativa CEI EN 61439	11
4.6. Marcatura del quadro	13
4.7. Documentazione.....	13
4.8. Quadri PACKAGE (Quadri di macchina e/o specialistici)	14
5. QUADRI ELETTRICI MT	15
5.1. Normativa.....	15
5.2. Dati tecnici caratteristici	15
5.3. Categoria di perdita della continuità di servizio.....	15
5.4. Classe dei diaframmi	15
5.5. Tenuta all'arco interno.....	15
5.6. Manutenzione.....	16
5.7. Strumentazione di Power Quality	16
6. TRASFORMATORI MT/BT	16
6.1. Normativa.....	16
6.3. Trasformatore di riserva.....	16
7. RIFASAMENTO.....	16
8. GRUPPO ELETTROGENO.....	17
9. IMPIANTO DI TERRA	18
9.1. Generalità.....	18
9.2. Normativa.....	19
9.3. Impianto di terra nei sistemi TT.....	19
9.4. Composizione	19
9.5. Dispersioni di terra.....	20
9.6. Nodo principale di terra	20
9.7. Impianto di terra sistemi TN.....	21
10. CAVI E CONDUTTURE.....	22
10.1. Cavi per bassa tensione	22
10.2. Cavi media tensione in presenza di punto di Connessione MT.....	24

10.3. Circuiti dei segnali strumentazione di misura	25
10.4. Posa dei conduttori	25
10.4.1. Prescrizioni varie per le passerelle	25
10.4.2. Passerella in acciaio inossidabile	26
10.4.3. Passerella in vetroresina.....	26
10.4.4. Posa in tubi in acciaio inossidabile e guaine flessibili	27
10.4.5. Cavidotto rigido pesante per posa interrata.....	28
11. CORPI ILLUMINANTI	29
11.1. Illuminazione ordinaria.....	29
11.2. Illuminazione di emergenza	29
11.3. Illuminazione esterna	30
12. TARGHETTATURE E SIGLATURE.....	31
12.1. Targhettatura componenti.....	31
12.2. Siglatura di cavi e conduttori.....	32
13. PRESCRIZIONI PER PRESSACAVI E SCATOLE DI DERIVAZIONE	32
14. POSIZIONAMENTO, CONNESSIONI DI UTENZE, SEZIONAMENTO.....	33
14.1. Posizione di montaggio	33
14.2. Connessioni di utenze elettriche	33
14.3. Sezionamento locale utenze elettromeccaniche	33
15. SCELTA E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	33

1. INTRODUZIONE

Il presente documento indica le principali caratteristiche tecniche che deve possedere l'impiantistica elettrica, nella sua globalità, a servizio delle stazioni di sollevamento fognarie ed idriche gestite da Acquedotto Pugliese, con particolare riferimento ai documenti tecnico-progettuali da produrre, alle specifiche tecniche di fornitura e alle modalità di posa in opera.

Per **impianto elettrico** si intende l'insieme di componenti elettrici elettricamente associati al fine di soddisfare scopi specifici e aventi caratteristiche coordinate tra loro.

Fanno parte dell'impianto elettrico tutti i componenti elettrici non alimentati tramite prese a spina, nonché i componenti utilizzatori fissi alimentati tramite prese a spina destinate unicamente alla loro alimentazione (CEI 64-8/2).

Sono compresi nella definizione di impianto elettrico gli impianti telefonici, le reti telematiche ed ogni altra installazione specialistica.

L'impianto elettrico ha origine nel punto di consegna dell'energia elettrica.

Gli impianti elettrici dei package a volte definiti "**bordo macchina**" sono oggetto del presente disciplinare tecnico.

Non è oggetto del presente documento il dimensionamento degli impianti elettrici, per il quale si rimanda alla vigente normativa e letteratura scientifica ed alla specifica competenza del singolo progettista.

Tutto il materiale elettrico utilizzato per la costruzione dell'impianto elettrico deve essere **marcato CE**, e deve essere rispondente alle relative **norme CEI** e alle tabelle di unificazione **CEI-UNEL**.

Le apparecchiature, inoltre, devono riportare i dati di targa e le indicazioni d'uso utilizzando la simbologia **CEI-UNI** in lingua italiana.

Il progetto di un impianto elettrico deve essere elaborato per soddisfare le esigenze di funzionamento e di servizio, nel rispetto dei fondamentali requisiti della sicurezza.

Il progetto è un documento di natura tecnica, regolamentato da testi normativi (tecnici) e legislativi.

Le **norme tecniche** e le **Leggi** guidano alla scelta appropriata di apparecchiature che rispondono ai requisiti di buona tecnica e ne definiscono le modalità di installazione e di utilizzo per il corretto esercizio dell'impianto.

Per quanto detto, gli impianti elettrici, devono essere eseguiti secondo quanto previsto dalla seguente normativa e legislazione:

- Legge n. 186 e la regola dell'arte;
- Direttiva bassa tensione (2014/35/UE);
- Direttiva EMC sulla compatibilità elettromagnetica (2014/30/UE)
- Decreto Ministeriale n.37 del 22-1-2008
- D.Lgs. del 9/04/2008 n. 81 e s.m.i.
- DPR 462/01
- Norma CEI 64-8
- Norme CEI di prodotto.

2. DOCUMENTI DI PROGETTO

Il Progettista elabora il progetto nel rispetto del presente documento, degli *Schemi elettrici tipo*, dei *dettagli tipici di installazione* e di eventuali altri fascicoli forniti dal Committente.

Tra i vari elaborati progettuali, in base alla complessità dell'opera, il progettista predispone anche i seguenti fascicoli (*qui di seguito una parte dei fascicoli potenzialmente costituenti il progetto*):

Elaborati descrittivi

- Relazione impianto elettrico e calcoli elettrici (documento descrittivo e di dimensionamento).
- Relazione tecnica "Protezione contro fulmini (documento di valutazione del rischio).
- Disciplinare Impianti Elettrici (documento inclusivo degli allegati aggiuntivi relativi alle specifiche caratteristiche delle Opere elettriche ed elettromeccaniche presenti).
- Computo metrico con richiami chiari ai vari elaborati tecnici prodotti.

Elaborati Grafici

In base alla complessità dell'opera, possono essere distinti i seguenti elaborati planimetrici, tipicamente nei formati A2/A1/A0:

- Planimetria generale opere elettriche/elettromeccaniche;
- Planimetria con Layout Inserimento Quadri di Comando e Distribuzione Elettrica;
- Elaborato Carpenteria Quadri Elettrici Distribuzione e Comando Presenti;
- Elenco Condutture elettriche e cavi;
- Planimetria Impianto illuminazione;
- Planimetria Rete di terra;
- Schemi elettrici unifilari tipo;
- Schema a Blocchi Impianto elettrico;
- Schema a Blocchi Automazione Sistema;(nei casi di impianti più complessi, ove si evince la necessità di definire meglio le logiche del sistema).

Per ogni file grafico, devono essere forniti i relativi file .dwg oltre che i file .ctb e gli eventuali oggetti esterni (ad esempio le foto) utilizzati nel disegno.

Inoltre, in caso di progetto esecutivo, il progettista deve elaborare gli schemi esecutivi dagli "*schemi tipo*". L'impresa ricava il costruttivo dagli schemi esecutivi di progetto. Gli "*schemi tipo*" sono parte integrante del progetto. In mancanza di uno *schema esecutivo* l'Impresa elabora il costruttivo partendo direttamente dagli *Schemi elettrici tipo*.

Le singole voci dell'elenco prezzi e del computo devono fare riferimento al presente Disciplinare senza creare condizioni in contrasto con lo stesso.

Salvo precisi accordi preventivi col Committente, la singola voce non può prescrivere materiali o soluzioni non conformi. In *relazione di progetto e calcoli elettrici* devono essere giustificate puntualmente eventuali difformità sull'impiego di materiali e soluzioni non conformi.

Il Progettista accetta di fornire tempestivo supporto all'Impresa attraverso l'elaborazione di fascicoli integrativi necessari a soddisfare eventuali carenze progettuali.

Il progettista dell'impianto elettrico, inoltre, è tenuto a coordinarsi con il responsabile del processo per individuare la classe a cui associare ogni componente dell'impianto, considerando le relative implicazioni di classe.

3. STANDARD PRESTAZIONALI MINIMI PER L'ESECUZIONE DELLE OPERE

Gli impianti, a norma UNI e CEI, devono consentire il conseguimento dei seguenti *standard* prestazionali.

Gradi di protezione (CEI 70.1)

- Ambienti esterni: IP 65
- Locali tecnici: IP 55
- Apparecchi illuminanti esterni e interni: IP 65

Illuminamenti medi (UNI EN 12464-1)

- Locali impianti/Sala Interruttori: 200 lux
- Piazzali: 20 lux

Cadute di tensione ammesse

Massime cadute di tensione:

- Circuiti distribuzione 2,5% Vn
- Circuiti terminali 1,5% Vn
- Punto più lontano 4% Vn
- Durante l'avviamento dei motori 15% Vn

4. QUADRI ELETTRICI BT

4.1. Normativa

Norme CEI di Prodotto

I quadri elettrici devono essere conformi alle CEI EN 61439-1 e 61439-2 dal titolo: "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)" Parte 1: Regole generali, Parte 2: Quadri di potenza.

La CEI EN 61439-1 costituisce la parte generale per i vari tipi di quadri BT, mentre le altre parti (le norme specifiche di prodotto), sono quelle relative alla specifica tipologia di quadro e devono essere lette congiuntamente alla parte generale.

Nel caso si tratti di quadro classificato per uso domestico e similare la Norma di riferimento è la CEI 23-51.

È bene ricordare che un quadro può essere del tipo ad uso domestico e similare se la corrente nominale in entrata I_{nq} non è superiore a 125 A, la tensione nominale non è superiore ai 440 V e la corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione non supera i 10 kA oppure i 15 kA quando il quadro è protetto mediante dispositivo limitatore.

Per i quadri elettrici sono disponibili anche:

- la CEI 17-43 dell'agosto 2000 che rappresenta un metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante valutazione (in particolare mediante calcoli).
- la CEI 121-5, una Guida alla normativa applicabile ai quadri elettrici di bassa tensione e riferimenti legislativi.

Disposizioni legislative

Il DM 37/08 impone all'installatore di sottoscrivere, per ogni intervento su un impianto che sia oltre la manutenzione ordinaria, una dichiarazione di conformità alla regola d'arte. Tra gli allegati obbligatori alla Dichiarazione, nell'elenco materiali installati o modificati, spesso compare il quadro elettrico che ha subito interventi.

Come noto, per l'art.2 della legge 186 del 1 marzo del 1968, le apparecchiature e gli impianti realizzati in conformità alle norme del CEI si considerano a regola d'arte.

Direttive europee e marcatura CE

Ad un quadro elettrico sono applicabili, se del caso, le seguenti Direttive:

- Direttiva bassa tensione (2014/35/UE);
- Direttiva EMC sulla compatibilità elettromagnetica (2014/30/UE);
- Direttiva (Atex 99/92/CE) se destinato ad essere installato in zone con pericolo di esplosione.

Marcatura CE

La marcatura CE va applicata ad ogni prodotto al quale si applichi almeno una direttiva europea, per cui ogni costruttore di quadro dovrà applicare tale marcatura seguendo la procedura indicata nelle direttive applicabili allo stesso.

4.2. Caratteristiche costruttive Quadro

Carpenterie

Le carpenterie dei quadri devono essere realizzate in:

- *Acciaio zincato*, con spessore minimo della struttura pari a 3 mm e spessore minimo delle lamiere pari a 2 mm, per pose in ambienti asciutti, puliti, non aggressivi (sale quadri salvo diversa indicazione della DL);
- *Acciaio inossidabile AISI 304 o AISI 316L*, con spessore minimo pari a 2 mm, per pose in ambienti aggressivi e/o all'esterno;
- *Resina rinforzata con fibra di vetro*, con spessore stabilito dal produttore, per pose in ambienti aggressivi e/o all'esterno senza esposizione al sole (previa autorizzazione della DL).

Spazio libero a disposizione

Ogni quadro deve avere spazio libero per almeno il 20% dell'ingombro complessivo a disposizione di altre apparecchiature o azionamenti. Nel caso di quadri MCC lo spazio libero deve essere conteggiato per l'equivalente del 20% sul numero totale di moduli costituenti il singolo quadro. Nel caso di quadri di distribuzione l'interruttore di arrivo linea e le barrature interne devono essere dimensionate nell'ottica del potenziamento.

Identificazione dei circuiti e dei cavi

I circuiti e i relativi dispositivi di protezione posti nel quadro devono essere identificabili; il costruttore può scegliere il modo tramite segni di identificazione corrispondenti a quello utilizzati nello schema elettrico. I collegamenti elettrici, salvo eccezioni concordate con la DL, devono essere realizzati con corda unipolare tipo FS17.

Il conduttore di protezione, se costituito da un cavo unipolare, deve essere di colore giallo-verde, possibilmente sull'intera lunghezza, ma è accettabile anche la fascetta terminale. Il conduttore di neutro deve essere identificabile mediante un contrassegno, oppure con il colore blu.

Apparecchi interni e loro collegamenti

Le parti isolanti degli apparecchi interni devono essere di materiale non igroscopico che non dia luogo a gas e vapori combustibili al passaggio delle correnti superficiali di scarica e resistente alle muffe ed alla scarica superficiale (ad esempio materiale ceramico).

Nel punto di attraversamento di lamiere interne o altre parti metalliche i fili isolati devono essere protetti contro danneggiamenti meccanici con idonee boccole in materiale isolante.

Gli apparecchi devono essere disposti in modo che si possono sistemare i conduttori senza che l'isolante di uno di essi sia in contatto con le parti attive collegate a un conduttore di polarità differente.

I fusibili a vite o a tappo devono essere protetti da calotte in materiale ceramico e collegati in modo che, a cartuccia estratta, la ghiera non risulti in tensione ed a montaggio avvenuto le parti in tensione siano protette contro contatti accidentali (dito di prova CEI-UNEL 09411).

I trasformatori devono essere ad avvolgimenti impregnati e con basette di materiale non igroscopico.

Gli apparecchi devono essere montati in modo da evitare l'accumulo di polveri fra i contatti e quindi preferibilmente con contatti in posizione verticale.

Morsettiere

Tutti i cavi e conduttori provenienti dall'esterno devono essere attestati ad idonee morsettiere di appoggio (ad eccezione del cavo di alimentazione di potenza che può risalire all'interruttore e della corda di terra attestata direttamente ad apposita sbarra). Il cavo deve essere fissato ad idonea sbarra per non gravare direttamente sui morsetti.

Le morsettiere devono essere poste ad idonea distanza dalle pareti e dalle apparecchiature, al fine del corretto alloggiamento delle terminazioni dei cavi.

Ogni morsetto deve essere accessibile indipendentemente dall'accostamento o sovrapposizione di altre morsettiere.

Le morsettiere devono essere codificate e separate per gruppi di appartenenza (potenza / segnali / analogici).

Le morsettiere a cui attestare i conduttori per i segnali analogici devono essere dotate di sezionatore ed innesto per l'inserimento di uno strumento di misura.

Spie di segnalazione

Le spie di segnalazione devono essere del tipo a LED a lunga durata, dotate di diodo e resistenza limitatrice.

- ROSSO pulsante di marcia / spia in marcia
- VERDE pulsante di arresto / spia in arresto
- BLU segnalazione utenza pronta
- BIANCO segnalazione generica di stato (aperto / chiuso / alto / basso / ecc.)
- GIALLO anomalia

Canaline di distribuzione

Le canaline in PVC devono essere disposte in modo da formare tratti orizzontali e verticali ortogonali tra di loro.

Lo spazio tra la canalina e le apparecchiature deve essere tale da permettere la perfetta visibilità ed accessibilità ai singoli conduttori. Ad eccezione della terminazione, non è consentito il transito dei conduttori esternamente alle canaline.

Collegamenti di terra

Sul fondo del quadro deve essere presente una barra di terra in rame stagnato adeguatamente dimensionata alla massima corrente del quadro a cui faranno capo tutti i collegamenti delle varie utenze e il collegamento esterno di terra.

Accesso dei cavi

L'accesso dei cavi al quadro, salvo diverse indicazioni, deve avvenire dal basso mediante opportuni pressacavo in ottone e muniti di anelli di pressione in materiale plastico o altri materiali idonei in accordo con la DL.

Colore e verniciatura dei quadri

I quadri in acciaio zincato devono essere verniciati esternamente con una mano di vernice antiruggine e due di vernice antiacida. Le vernici, devono essere ignifughe o a basso potere calorifico. Prima della verniciatura tutte le parti metalliche devono essere opportunamente trattate con sgrassatura, decappaggio, fosfatizzazione e passivazione delle lamiere.

I colori tipici *standard* sono:

- Ral 5010 quadri di potenza e distribuzione;
- Ral 7032 / 7035 quadri di comando.

I quadri in acciaio inossidabile e vetroresina non vanno verniciati.

Va rispettata l'uniformità cromatica per categoria: comando / potenza.

Carpenteria accessoria

La voce di computo che prevede la fornitura con posa in opera di quadri elettrici che appoggiano al suolo, se non diversamente specificato, s'intende compresa e compensata della fornitura in opera della carpenteria necessaria al consolidamento degli stessi, ovvero di telaio e coperture in acciaio inossidabile.

L'impresa deve adattare forma e dimensioni ai diversi casi di installazione specifici. Nel caso di posizionamento sopra cunicoli, la fornitura include i materiali e le lavorazioni necessarie al sostegno dei quadri ed alla copertura del cunicolo.

Protezione anticorrosione delle parti esposte

Viti, bulloni, rondelle, *groover*, staffe, ecc. esterni al devono essere in acciaio inossidabile.

In ambienti molto aggressivi, devono essere in acciaio inossidabile anche le piastre di fondo metalliche all'interno dei quadri.

4.3. Dimensioni quadro e movimentazione

Le dimensioni progettuali devono tenere conto di vari elementi spesso tra loro collegati, quali ad esempio:

- dimensioni delle apparecchiature installate;
- numero di apparecchiature installate;
- presenza di sistemi barre di elevata intensità e sviluppo;
- eventuali riserve per futuri ampliamenti;
- spazi disponibili per l'installazione nell'impianto o a bordo macchina;
- le dimensioni esterne, che devono tenere conto delle problematiche di movimentazione e trasporto.

In caso di armadi in batteria, è buona regola suddividere gli stessi in più parti di dimensioni e peso minori e quindi più facilmente movimentabili considerando la massima dimensione trasportabile sull'automezzo, 'soprattutto in altezza', la dimensione delle eventuali aperture presenti sul luogo di installazione per il passaggio del quadro, e prevedendo anche eventuali accessori per la movimentazione come golfari di sollevamento, rulli di scorrimento e zoccoli sollevabili con *transpallet*.

In relazione al peso del quadro, bisogna verificare che i sistemi di sollevamento e movimentazione disponibili siano compatibili con la massa effettiva del quadro onde evitare danneggiamenti o situazioni pericolose per gli addetti. Il peso va dichiarato se supera i 30 Kg.

Riguardo alle dimensioni esterne del quadro è consigliabile, soprattutto se installato in luoghi angusti o di passaggio, verificare che non esistano impedimenti alla completa apertura di porte e pannelli.

Il costruttore deve specificare nei suoi documenti o cataloghi le eventuali condizioni particolari per l'installazione, e fornire indicazioni relative a:

- Sollevamento: posizionamento dei golfari e delle funi di sollevamento in relazione alle dimensioni e al peso massimo sollevabile;
- Trasporto: corretto utilizzo di rulli o *transpallet* sempre in funzione delle dimensioni e del peso massimo da movimentare;
- Posizionamento: il fissaggio a parete o a pavimento con l'utilizzo di staffaggi o plinti di fondazione;
- Messa in servizio: ad esempio, la pulizia interna dei quadri, la verifica dei serraggi delle apparecchiature, la verifica dei morsetti e dei sistemi barre; le eventuali regolazioni di apparecchiature di protezione; la connessione e l'ancoraggio dei conduttori di alimentazione e delle linee in uscita;
- Istruzioni per la manutenzione con indicazione, se necessario, sull'estensione e la frequenza della manutenzione raccomandata.

Il trasporto e lo scarico a terra del quadro, nella località di esecuzione dell'opera, fa parte integrante della fornitura.

Il quadro già completamente assiemato, una volta che sia stato sottoposto alle prove di collaudo, deve essere facilmente scomponibile in unità di trasporto, a loro volta facilmente riunibili nel luogo d'installazione per ricostituire il quadro nella sua integrità.

4.4. Quadri Avviamento Utenze Elettromeccaniche

Con riferimento alla quadristica di comando, devono essere attuati i seguenti accorgimenti progettuali e costruttivi:

- in presenza di avviamenti tramite *Inverter* o *Soft Starter*, il Quadro di Comando deve essere munito di doppio avviamento di *by-pass* diretto (o con Impedenza per valori di potenza più importanti) per consentire l'avvio delle macchine anche in caso di avaria dei componenti elettronici presenti;
- in condizioni ambientali di posa più gravose (tale condizione sarà concordata con la DL in fase dei lavori) i Quadri di avviamento devono contenere al loro interno componentistica elettronica adatta alle condizioni climatiche nel punto di installazione; tale condizione è soddisfatta anche utilizzando apparecchiature tropicalizzate;
- in presenza di Quadri di avviamento *Inverter*, devono essere forniti cavi opportunamente schermati nel tratto che collega il Quadro di Avviamento Inverter fino alle elettropompe al fine di evitare interferenze con eventuali sistemi di misura presenti (livello, portata).
- Si deve provvedere alla fornitura di quadri di Comando singoli per ogni singola utenza elettromeccanica in campo; in particolare, in presenza ad esempio di n.2 elettropompe, i quadri di comando devono essere separati e indipendenti, al fine di garantire la ridondanza totale dal punto di vista elettrico.

4.5. Certificazione del quadro secondo la normativa CEI EN 61439

Un quadro elettrico di potenza deve essere conforme alle norme CEI EN 61439-1/2.

Per ogni quadro di potenza deve essere fornita una dichiarazione di conformità con la quale il costruttore dichiara di aver effettuato tutte le verifiche di progetto e individuali richieste dalla norma.

In particolare, con riferimento al ruolo di costruttore del quadro, va fatta la seguente precisazione: esistono due tipi di costruttore, **il costruttore originale** ed **il costruttore (finale) del quadro**:

- il primo è l'organizzazione che ha progettato, costruito e verificato (con le tre verifiche di progetto) il prototipo del quadro (o la gamma di quadri) in accordo con la relativa norma di prodotto (es: la CEI EN 61439-2 per i Quadri di potenza più la norma base CEI EN 61439-1);
- il secondo è l'organizzazione che si assume la responsabilità del quadro finito, mettendo il proprio nome sulla targa del quadro.

Il costruttore finale del quadro, in pratica, è chi effettivamente costruisce il quadro, nel senso che si procura i diversi particolari e componenti e li assembla, seguendo le istruzioni del costruttore originale, realizzando il manufatto finito, montato e cablato, sfruttando una delle già menzionate opportunità, pronte all'uso, presentategli nei cataloghi dal costruttore originale.

La norma ammette che alcune fasi del montaggio dei quadri siano realizzate anche fuori dal laboratorio o dall'officina del costruttore del quadro (sul cantiere o a bordo macchina), attenendosi comunque alle sue istruzioni.

Operativamente i quadristi e gli installatori, intesi come costruttori finali, possono, come di consueto, utilizzare prodotti commercializzati in *kit* e presentati nei cataloghi dei costruttori originali, per assemblarli nella configurazione di quadro di cui hanno bisogno.

In sintesi, il **costruttore originale** del quadro deve:

- progettare il quadro o la linea di quadri;

- eseguire le prove (verifiche di progetto) sui prototipi;
- superare queste prove per dimostrare la rispondenza alla norma del quadro (norma di prodotto);
- derivare dalle prove altri allestimenti attraverso la verifica mediante valutazione o per confronto con il progetto originale (provato);
- proporre ulteriori allestimenti ottenuti senza prove ma con altri metodi di verifica;
- fornire la documentazione tecnica (es: cataloghi o guide di montaggio) con le istruzioni per la scelta dei componenti e il montaggio del quadro.

Le verifiche di progetto, prescritte dalla norma alla tabella D.1 “*Lista delle verifiche di progetto da effettuare*”, sono a carico del costruttore originale che decide come eseguirle e superarle, e sono:

Verifiche delle caratteristiche relative alla costruzione:

- Robustezza dei materiali e delle parti del quadro;
- Grado di protezione degli involucri;
- Distanze d’isolamento in aria e superficiali;
- Protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione;
- Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti;
- Circuiti elettrici interni e collegamenti;
- Terminali per conduttori esterni.

Verifiche delle caratteristiche relative alla prestazione:

- Proprietà dielettriche;
- Sovratemperatura;
- Capacità di tenuta al cortocircuito;
- Compatibilità Elettromagnetica (EMC);
- Funzionamento meccanico.

Il **costruttore finale** del quadro, invece, ha la responsabilità di:

- assemblare il quadro rispettando le istruzioni fornite dal costruttore originale;
- eseguire le verifiche individuali (collaudo) su ogni quadro realizzato;
- redigere la dichiarazione CE di conformità del quadro, che allega e archivia col fascicolo tecnico.

L’elenco delle verifiche individuali (collaudo finale) prescritte a carico del costruttore è il seguente:

Caratteristiche relative alla costruzione

- Grado di protezione degli involucri;
- Distanze di isolamento in aria e superficiali;
- Protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione;
- Installazione dei componenti;
- Circuiti elettrici interni e collegamenti;
- Terminali per conduttori esterni;
- Funzionamento meccanico.

Caratteristiche relative alla prestazione

- Proprietà dielettriche;
- Cablaggio, prestazione di condizioni operative e funzionalità.

Queste prove possono essere effettuate in qualsiasi ordine di successione. Il fatto che le verifiche individuali siano effettuate dal costruttore finale del quadro, non esonera l’installatore dal verificarle dopo il trasporto e l’installazione del quadro.

4.6. Marcatura del quadro

La targa deve essere realizzata con scritte indelebili e situata in modo da essere visibile quando il quadro deve essere installato. Tali targhe devono riportare secondo, secondo la norma CEI EN 61439-1, almeno i seguenti dati:

- Marcatura CE;
- Norme di riferimento;
- Nome e marchio di fabbrica del costruttore;
- Numero di identificazione del quadro;
- Data di costruzione.

Altre informazioni aggiuntive previste al paragrafo 6.2.1 della norma CEI EN 61439-1 devono essere riportate nella documentazione tecnica.

Nel caso si tratti di quadro classificato per uso domestico e similare la norma di riferimento è la CEI 23-51. Si ricorda che un quadro può essere del tipo ad uso domestico e similare se la corrente nominale in entrata I_{nq} non è superiore a 125 A, la tensione nominale non è superiore ai 440 V e la corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione non supera i 10 kA oppure i 15 kA quando il quadro è protetto mediante dispositivo limitatore. In questo caso, la targa, sempre realizzata con scritte indelebili e situata in modo da essere visibile quando il quadro deve essere installato, deve riportare, secondo la norma CEI EN 23-51, almeno i seguenti dati:

- Marcatura CE;
- Norme di riferimento;
- Nome e marchio di fabbrica del costruttore;
- Numero di identificazione del quadro;
- Corrente nominale del quadro;
- Natura della corrente e, se applicabile, frequenza;
- Tensione nominale di funzionamento;
- Grado di protezione;
- Simbolo dell'isolamento completo, se applicabile;
- Data di costruzione.

4.7. Documentazione

Per l'accettazione in cantiere si deve anticipare al committente la seguente documentazione:

- DICO (Dichiarazione di Conformità) dell'impianto dove con riferimento alla quadristica installata saranno indicati: Modello, tipo o sigla, del quadro, Nome del costruttore (finale) del quadro;
- Copia della dichiarazione di conformità del quadro alla norma applicata;
- Fascicoli d'uso e manutenzione relativi ai dispositivi forniti con il quadro come quelli relativi a:
 - interruttori e sezionatori;
 - eventuali apparecchi di ventilazione;
 - schede elettroniche di regolazione e di processo;
 - modalità di comando e protezione, ecc.
- Verbale di collaudo; (rapporto di prova individuale);
- Disegni d'ingombro (dwg / pdf / cartaceo);
- Schema elettrico (dwg / pdf / cartaceo).

4.8. Quadri PACKAGE (Quadri di macchina e/o specialistici)

Tali quadri risiedono generalmente in campo in prossimità delle macchine o dei reparti di pertinenza. In alcuni casi il quadro può essere ospitato in sala quadri, opportunamente affiancato ed uniformato, ed in campo trovano posto pulsantiere con sezionatore.

L'equipaggiamento elettrico di una macchina inizia ai morsetti di ingresso del dispositivo di sezionamento generale. A valle di questo punto si applicano le norme sull'Equipaggiamento elettrico delle macchine, tra cui la norma EN 60204-1 "*Sicurezza del macchinario – Equipaggiamento elettrico delle macchine – Parte 1: Regole generali*".

Al quadro elettrico di una macchina si devono applicare, quindi, oltre che le norme sui quadri, ossia le EN 61439-1/2, anche le norme relative all'Equipaggiamento elettrico delle macchine.

Verifiche

Il quadro elettrico deve essere sottoposto sia alle verifiche di progetto e individuali previste dalla norma EN 61439-1, che a quelle definite dalla norma EN-60204-1.

Se il quadro è costruito dallo stesso costruttore della macchina, questi può combinare le prove tra loro. Se invece tale quadro a bordo macchina è realizzato da un costruttore diverso da quello della macchina, le verifiche individuali devono essere effettuate dal costruttore del quadro in accordo con la norma EN 61439-1. Dopo tali prove, e l'installazione sulla macchina il costruttore della macchina ripete le prove sull'equipaggiamento completo in accordo con la norma EN 60204-1.

Targa e marcatura CE

Se il quadro è realizzato da un costruttore diverso da quello della macchina, deve avere una propria targa e deve essere conforme a quanto richiesto dalla norma EN 61439-1; la targa identifica il costruttore del quadro, che si assume in questo modo la responsabilità del prodotto. Se il costruttore del quadro coincide con il costruttore della macchina non sarà necessario targare il quadro, cioè la targa della macchina sarà sufficiente ad identificare il costruttore di tutto il sistema.

Inoltre, secondo la direttiva macchine, la macchina deve avere una targa con i seguenti dati, leggibili ed indelebili:

- Nome del fabbricante;
- Marcatura CE;
- Designazione della serie e del tipo;
- Eventuale numero di serie;
- Anno di costruzione,

Per soddisfare i requisiti della norma EN 60204-1 sulla targa della macchina bisogna aggiungere:

- Tensione nominale, numero delle fasi e frequenza, e corrente a pieno carico per ogni alimentazione;
- Caratteristiche nominali di corto circuito dell'equipaggiamento.

Dotazione extra

Oltre alla dotazione *standard*, previo consulto con la DL, ogni quadro può essere dotato della seguente apparecchiatura di servizio:

- Scaldiglia termostata;
- Griglie di aerazione a labirinto con filtri;
- Estrattore termostato / condotto per l'aerazione forzata.

Piastra di fondo e tutti gli accessori di ancoraggio (viti, bulloni, rondelle, ecc.) devono essere in acciaio inox AISI 304 o, su richiesta della D.L., AISI 316 L.

5. QUADRI ELETTRICI MT

I quadri elettrici di media tensione eventualmente presenti nella cabina MT/BT relativa all'impianto di sollevamento in oggetto devono essere assemblati in fabbrica e testati con prove di tipo. Essi devono essere in esecuzione tripolare, protetti in carpenteria metallica e isolati in gas o aria.

5.1. Normativa

I quadri devono essere costruiti secondo la regola dell'arte, rappresentata dalla norma di prodotto, CEI/EN 62271-200 e in conformità alla Legge sulla sicurezza delle persone, DLgs 81/2008 - *Testo Unico sulla Sicurezza e successivi aggiornamenti*.

5.2. Dati tecnici caratteristici

Tensione nominale [Rated voltage]: 24.0 kV
Tensione d'esercizio [Operating voltage]: 20.0 kV
Tensione a frequenza industrial: 50 kV
Tensione ad impulso: 125 kV
Frequenza nominale: 50 Hz
Corrente di cortocircuito: I_k 16.0 kA
Durata del cortocircuito: 1 s
Corrente di cortocircuito di picco: I_p 40 kA
Corrente nominale delle sbarre: 630 A

5.3. Categoria di perdita della continuità di servizio

Il quadro MT deve avere il massimo di classificazione (LSC2B) in termini di perdita della continuità d'esercizio (cioè: durante l'accesso al compartimento di un'unità funzionale, è garantita la continuità di servizio delle altre unità funzionali).

5.4. Classe dei diaframmi

I vari compartimenti di un quadro MT sono separati tra loro da diaframmi (o otturatori), con grado di protezione almeno IP2X, che possono essere metallici o isolanti.

La classe dei diaframmi deve essere sempre PM, ossia tutti i diaframmi devono essere metallici, continui e messi a terra. Tale scelta riviene dal fatto che i diaframmi metallici (messi a terra) sono ritenuti più affidabili di quelli isolanti, poiché le caratteristiche dielettriche dell'isolante possono deteriorarsi nel tempo, a causa di fattori ambientali (umidità, depositi di polvere, ecc.) e del naturale decadimento della rigidità dielettrica di un isolante.

5.5. Tenuta all'arco interno

Un arco elettrico all'interno del quadro può essere causato da un corto-circuito dovuto a cedimento di parti isolanti difettose, oppure in seguito a manovre errate o interventi di manutenzione sbagliati (caso più probabile). L'arco provoca un incremento di pressione e di temperatura all'interno del quadro, con possibile proiezione all'esterno dei prodotti dell'arco stesso.

Tutti i quadri MT forniti devono essere costruiti a prova d'arco interno (IAC) e devono indicare in targa: la classe di accessibilità, insieme alla corrente di prova d'arco e alla relativa durata.

In particolare, i quadri forniti devono presentare la seguente classificazione:

- Classificazione di tenuta all'arco interno installazione a parete: IAC A FL 16 kA/1 s;
- Classificazione di tenuta all'arco interno installazione libera: IAC A FLR 16 kA/1 s.

5.6. Manutenzione

I quadri devono essere fatti in modo tale da eliminare o ridurre al minimo le operazioni di manutenzione.

5.7. Strumentazione di Power Quality

Con riferimento agli impianti di sollevamento strategici nei quali la continuità di servizio risulta un elemento di particolare importanza, deve essere installato uno strumento di misura Power Quality di classe A e conforme alla norma CEI EN 50160, con interfaccia di comunicazione Modbus TCP/IP e con cavo Ethernet compatibile con gli standard aziendali.

6. TRASFORMATORI MT/BT

In caso di consegna in MT, l'impianto di sollevamento deve essere dotato di cabina elettrica MT/BT, al cui interno devono essere disposti tutti gli apparecchi necessari per la trasformazione dell'energia in bassa tensione; in particolare, deve essere presente un trasformatore MT/BT, opportunamente dimensionato per poter alimentare tutti i carichi presenti.

6.1. Normativa

I trasformatori devono essere costruiti secondo le principali normative di settore, in particolare secondo la norma CEI EN 60076.

Inoltre, deve essere rispettata anche la cosiddetta "DIRETTIVA ECO DESIGN" e il successivo Regolamento europeo UE/548/2014, mirati ad implementare l'efficienza energetica negli apparecchi utilizzatori di energia elettrica.

6.3. Trasformatore di riserva

Con riferimento agli impianti di sollevamento strategici dotati di Cabina di Trasformazione MT/BT, e nei quali la continuità di servizio risulta un elemento di particolare importanza, deve essere installato un ulteriore trasformatore di riserva; inoltre, il quadro Generale deve essere munito di interruttori generali BT e congiuntore di sbarra, tutti necessariamente in esecuzione estraibile, intercambiabili e con riserve presenti a magazzino.

7. RIFASAMENTO

L'Autorità di regolazione per energia e reti e ambiente (ARERA) pubblica annualmente un aggiornamento delle tariffe obbligatorie per i servizi di distribuzione e misura dell'energia elettrica per i clienti non domestici e delle condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione. In particolare, l'ARERA definisce le penali per prelievi di energia reattiva degli utenti BT (>16,5kW) e MT.

Il rifasamento quindi, risulta lo strumento principale per rifasare l'impianto elettrico, limitando il prelievo di energia reattiva dalla rete; ma oltre a questo offre una ottima soluzione di efficientamento energetico dell'impianto stesso.

Il rifasamento, infatti, riduce le correnti “inutili” dell’impianto, riducendo le perdite nei cavi, nei trasformatori, etc. Progettando opportunamente il sistema di rifasamento è possibile fornire un grande beneficio all’impianto anche in termini di efficientamento. La corretta scelta del tipo di rifasamento riduce inoltre il rischio di risonanze, che potrebbero portare ad un’amplificazione delle correnti armoniche dell’impianto.

Per cui, in ogni impianto elettrico non domestico con fornitura in MT, e nel caso di consegna in BT e potenza disponibile >16,5kW, deve essere previsto un sistema di rifasamento efficiente e installato secondo la regola dell’arte che dovrà riportare il fattore di potenza >0,95.

Normativa

Queste tipologie di quadri devono essere conformi alla normativa CEI EN 61439-1 e 61439-2, oltre che alla norma EN 60831-1 (Condensatori).

Documentazione

Il quadro deve essere accompagnato, oltre alla documentazione già citata in "*QUADRI ELETTRICI*" anche dal Manuale d'uso della centralina di rifasamento.

8. GRUPPO ELETTROGENO

Generalità

Per assicurare la continuità di esercizio delle stazioni di sollevamento si prevede l’installazione di gruppi elettrogeni con avviamento automatico (o manuale) e commutazione in caso di assenza di tensione.

Normativa Tecnica

Il gruppo elettrogeno deve essere costruito e installato secondo le seguenti normative:

- Direttiva macchine 2006/42/CE;
- Direttiva bassa tensione (2014/35/UE);
- Direttiva EMC sulla compatibilità elettromagnetica (2014/30/UE)
- D.M. dell'Interno di data 13/07/2011 (*Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi*).

Dimensionamento

Il dimensionamento del gruppo elettrogeno deve esser fatto, ove possibile, ipotizzando sempre il caso peggiore di eventuale fault dell’avviamento elettronico titolare (*inverter/softstarter*) e considerando quindi lo spunto di corrente necessario nel caso di avviamento diretto o tramite impedenza delle macchine sottese; tale accortezza progettuale garantisce sempre e comunque la possibilità di avviare le macchine anche in caso di avaria dell’eventuale avviamento elettronico presente.

Prescrizioni Tecniche in Materia di Prevenzione Incendi

Qualora il gruppo installato superi i 25kW, la suddetta attività rientra tra le attività riportate nell’allegato 1 del D.M. 01/08/2011 n. 151: Attività n. 49/a: “*Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motori endotermici ed impianti di cogenerazione di potenza complessiva*”

superiore a 25 kW”, e si deve redigere una relazione aggiuntiva denominata “*Relazione Tecnica prevenzione incendi G.E.*” nel quale venga dimostrata l’osservanza del progetto in questione alla regola tecnica di prevenzione incendi allegata al Decreto 13 luglio 2011.

Documentazione

Il Gruppo Elettrogeno deve essere completo di manuale utente, marcatura CE e relativa dichiarazione di conformità.

Allaccio Per Gruppo Elettrogeno Mobile

Nel caso di presenza di gruppo Elettrogeno mobile, esso deve essere posizionato all'esterno, eventualmente anche sul camion.

Il collegamento dei cavi del G.E. ai morsetti, che si trovano di solito all'interno del fabbricato, deve avvenire mediante un foro predisposto per il passaggio di cavi. In questo modo il funzionamento del GE può proseguire anche di notte, senza dover lasciare le porte o finestre aperte.

Dopo il collegamento dei cavi, si deve controllare la correttezza delle fasi mediante il fasometro con la successiva commutazione che, in ogni caso, va effettuata manualmente mediante il commutatore posto nel quadro elettrico commutazione RETE/G.E.

9. IMPIANTO DI TERRA

9.1. Generalità

L’impianto di terra è definito dalla Norma CEI 64-8 come “l’insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori (o nodi) principali di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali, destinato a realizzare la messa a terra di protezione e/o di funzionamento, e deve soddisfare esigenze sia di sicurezza sia funzionali”.

La funzione dell’impianto di terra di sicurezza è triplice e consiste in:

- assicurare un percorso prestabilito per la corrente di guasto, in modo che i dispositivi di protezione possano rilevarla ed intervenire interrompendo l’alimentazione del circuito sede del guasto;
- limitare il valore delle tensioni di passo e di contatto a valori convenzionalmente non pericolosi;
- realizzare l’equipotenzialità di masse e masse estranee.

L’impianto di terra deve essere costituito dal dispersore o da parti metalliche in contatto con il terreno di efficacia pari a quella dei dispersori (per es. ferri di armatura di plinti o platee), dai conduttori di terra, dai collettori (o nodi) di terra, dai conduttori di protezione, dai collegamenti equipotenziali principali e dai collegamenti equipotenziali supplementari.

L’impianto di terra deve:

- avere una sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili;
- evitare danni a componenti elettrici ed a beni;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sull’impianto di terra per effetto dalle correnti di guasto a terra.

I parametri da prendere in considerazione per il dimensionamento sono:

- valore della corrente di guasto a terra
- durata del guasto
- caratteristiche del terreno.

9.2. Normativa

Le Norme e Leggi di riferimento più importanti sono:

- Norma CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”;
- CEI EN 61936-1 (Classificazione CEI 99-2): impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI EN 50522 (Classificazione CEI 99-3): Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- DM 22 gennaio 2008, n. 37 “Riordino delle disposizioni legislative in materia di attività di installazione degli impianti elettrici negli edifici”;
- DPR 462/01 “Procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”;
- D.Lgs 9 aprile 2008, n. 81 “Attuazione dell’articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- Guida CEI 64-12 “Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario”;
- Guida CEI 11-37 “Guida per l’esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV”;
- Norma CEI 81-5 “Componenti per la protezione contro i fulmini.

9.3. Impianto di terra nei sistemi TT

In caso di punto di prelievo e distribuzione elettrica interamente in Bassa tensione il modo di collegamento a terra degli impianti elettrici sarà del tipo TT: l’impianto di terra delle masse è separato da quello del neutro del Distributore di energia. La resistenza di terra dovrà soddisfare la seguente relazione:

$$R_e \times I_{dn} \leq 50$$

dove:

- R_e è la resistenza del dispersore, in *ohm*;
- I_{dn} è la più elevata tra le correnti differenziali nominali d’intervento degli interruttori differenziali installati, in *ampere*. Se nell’impianto dovessero essere presenti due interruttori differenziali in serie, è preferibile che siano selettivi.

9.4. Composizione

L’impianto di terra deve essere costituito da più elementi interconnessi in grado di assicurare l’intervento delle protezioni in caso di guasto. La composizione minima dell’impianto deve essere:

- Dispersori di terra orizzontale e/o verticale;
- Nodo (o collettore principale di terra);
- Conduttori di protezione;
- Conduttori di terra;
- Conduttori equipotenziali.

9.5. Dispersioni di terra

I dispersioni di terra devono essere costituiti almeno da corda di rame nuda di sezione non inferiore a 35 mm², posata lungo il perimetro del manufatto dell'impianto di sollevamento, ad una profondità non inferiore a 500 mm dalla quota di finitura della pavimentazione.

L'impianto deve essere corredato di un minimo di quattro dispersioni a picchetto in acciaio zincato a caldo, di lunghezza pari a 1500 mm e sezione a croce di dimensioni non inferiori a 50x50x5 mm. Uno dei dispersioni a picchetto deve essere ispezionabile attraverso il pozzetto posto in adiacenza ai quadri elettrici.

9.6. Nodo principale di terra

In ogni impianto deve essere usato un terminale o una sbarra per costruire un collettore (o nodo) principale di terra. In uno stesso impianto possono essere presenti due o più collettori principali di terra (per la loro disposizione si faccia riferimento agli elaborati grafici allegati). Al nodo/i devono essere collegati i seguenti conduttori:

- conduttori di terra;
- conduttori di protezione;
- conduttori equipotenziali principali;
- conduttori equipotenziali supplementari;
- eventuali scaricatori di sovratensione.

La barra equipotenziale deve essere realizzata in rame od in acciaio zincato e con dimensioni e sezioni idonee al fine di garantire adeguata robustezza meccanica e sufficiente resistenza alla corrosione.

Conduttori di protezione

È il conduttore che collega le masse BT al collettore (o nodo) principale di terra. La sezione dei conduttori di protezione è scelta in accordo con la Sezione 543 della norma CEI 64-8/5; in particolare, le sezioni devono essere scelte secondo la seguente tabella:

Sezione filo di fase	Sezione minima conduttore di protezione
$S \leq 16 \text{ mm}^2$	$S_p = S_f$
$16 < S \leq 35 \text{ mm}^2$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Conduttori di terra

Il conduttore di terra collega il nodo di terra al sistema disperdente e i dispersioni tra loro; se il conduttore è nudo, svolge anche le funzioni di dispersore e deve quindi avere sezione pari a 25mm², se in rame, e 50mm², se in acciaio zincato; se il conduttore di terra risulta isolato e posato entro tubo protettivo, la sezione va ricavata dalla tabella di cui sopra, mentre se tale conduttore risulta isolato ma senza tubo protettivo la sezione è sempre ricavata dalla tabella sopra, ma con un sezione minima di almeno 16mm².

Conduttori equipotenziali principali e supplementari

Sono conduttori che collegano fra di loro parti che normalmente si trovano al potenziale di terra garantendo quindi l'equipotenzialità fra l'impianto di terra e le masse estranee e consentendo di ridurre la resistenza complessiva dell'impianto di terra. Non essendo conduttori attivi e non

dovendo sopportare gravose correnti di guasto il loro dimensionamento non segue regole legate alla portata ma alla resistenza meccanica del collegamento.

Le norme prescrivono le sezioni minime che devono essere rispettata per questi conduttori distinguendo tra conduttori equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS). Sono detti principali se collegano le masse estranee al nodo o collettore principale di terra, sono detti supplementari negli altri casi.

Le sezioni minime prescritte sono raccolte nella tabella sottostante.

Conduttori equipotenziali	Sezione del conduttore di protezione principale PE (mm ²)	Sezione del conduttore equipotenziale (mm ²)
Principale EQP	≤ 10 $= 16$ $= 25$ > 35	6 10 16 25
Supplementare EQS: <ul style="list-style-type: none"> • collegamento massa-massa • collegamento massa-massa estranea 	$EQS \geq PE$ di sezione minore ⁽¹⁾ $EQS \geq \frac{1}{2}$ della sezione del corrispondente conduttore PE In ogni caso la sezione del conduttore EQS deve essere: <ul style="list-style-type: none"> • $\geq 2,5$ mm² se protetto meccanicamente • ≥ 4 mm² se non protetto meccanicamente 	
⁽¹⁾ Quando le due masse appartengono a circuiti con sezioni dei conduttori di protezione molto diverse, sul conduttore EQS (dimensionato in base alla sezione del conduttore di protezione minore), potrebbero verificarsi correnti di guasto tali da sollecitare termicamente in modo eccessivo il conduttore stesso. In questo caso è opportuno aumentare la sezione del conduttore EQS sulla base della corrente di guasto effettiva.		

Si ricorda che non vanno collegati a terra componenti che, secondo le norme CEI, non vengono classificati come masse e come masse estranee.

9.7. Impianto di terra sistemi TN

Nel caso di impianti di sollevamento di grossa potenza, in cui sia presente un punto di prelievo dall'Ente distributore in MT, si realizza un sistema elettrico di tipo TN.

L'impianto di terra è chiamato a disperdere la corrente di guasto a terra in media tensione.

Come si evince dalla norma CEI 99-3, un impianto di terra è ritenuto sicuro nei confronti di un guasto a terra in media tensione, se la tensione di contatto che si può stabilire in un punto qualsiasi interno o esterno dell'impianto di terra unico non supera la tensione di contatto ammissibile U_{Tp} .

In sede di verifica, la misura delle tensioni di contatto è complessa e si preferisce giudicare l'impianto di terra sulla base della resistenza di terra R_e .

Se la tensione totale di terra ($U_e = R_e \times I_e$) è uguale o inferiore alla tensione di contatto ammissibile ($U_e \leq U_{Tp}$), l'impianto di terra è sicuro, essendo $U_t \leq U_e$.

Sostanzialmente è sufficiente che la resistenza di terra soddisfi la seguente relazione:

$$R_e \leq U_{Tp} / U_e$$

Per la determinazione dei parametri necessari al calcolo di cui sopra, si deve preventivamente richiedere all'Ente distributore le seguenti caratteristiche:

- Stato del neutro: isolato o collegato a terra con bobina risonante;
- Corrente di primo guasto a terra;
- Durata del primo guasto a terra.

Per tutte le altre informazioni in merito al dimensionamento e alle caratteristiche dell'impianto di terra si deve far riferimento, soprattutto, alle norme CEI 0-16, CEI 99-3.

10. CAVI E CONDUTTURE

Le linee principali di distribuzione presenti nell'impianto devono essere realizzate con cavi resistenti alla fiamma ed a bassa emissione di gas tossici; devono, inoltre, essere previsti i requisiti previsti dalla Normativa Europea Regolamento UE 305/2011 - Prodotti da Costruzione CPR.

Per quanto attiene al dimensionamento dei cavi di distribuzione principale si deve fare in modo che la caduta di tensione non superi il 3% tra il Quadro Generale di Bassa Tensione e le utenze dell'impianto. Il dimensionamento di dette linee deve essere rapportato al carico da alimentare (utenze singole di f.m.).

10.1. Cavi per bassa tensione

Cavi per energia - posa interni e cablaggi

Devono essere del tipo Cavo unipolare flessibile, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Regolamento UE 305/2011 - Prodotti da Costruzione CPR, di rame ricotto isolato con materiale isolante in PVC di qualità S17, norme di riferimento CEI EN 50525, CEI 20-40;

Sigla di designazione: FS17 450/750 V (adatti per luoghi Marci TIPO B, C).

Descrizione - Cavo per energia isolato in PVC di qualità S17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Conduttore Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5 Isolante Miscela di PVC di qualità S17 Colori Standard: giallo/verde, blu, marrone, nero, grigio.

Caratteristiche Tecniche

- Tensione nominale U_0/U : 450/750 V
- Temperatura massima di esercizio: 70°C
- Temperatura minima di esercizio: -10°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 5°C
- Temperatura massima di corto circuito: 160°C
- Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²
- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di Impiego - Cavi per alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con obiettivo di limitare produzione e diffusione di fuoco e di fumo; per installazioni entro tubazioni in vista o incassate o sistemi chiusi similari. Adatti per installazione fissa e protetta in apparecchi di illuminazione ed apparecchiature di interruzione e comando. Per installazioni a rischio d'incendio la temperatura massima di esercizio non deve superare i 55°C (rif. CEI 20-40).

NOTA – Per installazione in luoghi Marci tipo A sono impiegati i seguenti cavi: FG17 450/750V.

Cavi per energia-posa esterna

Devono essere del tipo Cavo unipolare/multipolare flessibile, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Regolamento UE 305/2011 - Prodotti da Costruzione CPR, di rame ricotto isolato con materiale isolante in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16, guaina in PVC di qualità R16, rivestimento interno riempitivo di materiale non igroscopico, norme di riferimento CEI 20-13, CEI 20-67.

Sigla di designazione: FG16R16 0,6/1 kV (adatti per luoghi Marci TIPO B, C).

Descrizione - Cavo unipolare per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Conduttore Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5 Isolante Mescola di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16 Guaina esterna Mescola di PVC di qualità R16 Colore anime Normativa HD 308 Colore guaina Grigio.

Caratteristiche Tecniche

- Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C fino alla sezione 240 mm², oltre 220°C Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²
- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

Condizioni Di Impiego - Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo. Per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno. Adatto per posa fissa su murature e strutture metalliche in aria libera, in tubo o canaletta o sistemi similari. Ammessa anche la posa interrata (rif. CEI 20-67).

NOTA – In caso di installazione in luoghi Marci tipo A devono essere impiegati i seguenti cavi: FG16OM16 0,6/1 kV.

Sezione minima

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti vanno scelte tra quelle unificate. In ogni caso non vanno superati i valori delle portate di corrente ammesse, per diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL. A prescindere dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse sono:

- 1,5 mm², per circuiti di segnalazione;
- 2,5 mm², per circuiti di forza motrice e luce

NOTA - La sezione minima di 2,5 mm² può essere ridotta a 1,5 mm² laddove sia stata espressamente indicata dal progetto esecutivo e dove venga dimostrato che la sezione di 2,5 mm² impedirebbe una installazione a regola d'arte.

Colori dei conduttori

Per quanto omesso e non espressamente precisato nella presente specifica, deve essere assicurata la rispondenza alle norme CEI EN 60445 "Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Identificazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori e dei conduttori".

Estensione della colorazione

La colorazione deve essere estesa a tutta la lunghezza dei conduttori, se isolati; limitatamente ad una fascia, se a barre nude, ubicata ed eventualmente ripetuta in più posizioni, in modo tale da permettere una facile individuazione. La larghezza della fascia deve essere sufficiente ad accogliere nel suo interno una seconda fascia riportante il contrassegno.

10.2. Cavi media tensione in presenza di punto di Connessione MT

Il cavo deve essere del tipo RG7H1R, isolato in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC. Tali cavi risultano adatti per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Riguardo al tipo di posa, risulta possibile la posa in aria libera, in tubo o canale. È ammessa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

Caratteristiche Principali

- Non propagazione della fiamma;
- Senza piombo.
- Conduttore: Rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2.
- Semiconduttivo interno: miscela estrusa (solo cavi $U_0/U \geq 6/10$ kV).
- Isolamento: Gomma HEPR, qualità G7, senza piombo (HD 620 DHI 2).
- Semiconduttivo esterno: miscela estrusa pelabile a freddo (solo cavi $U_0/U \geq 6/10$ kV).
- Schermatura: Fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale.
- Guaina esterna: Miscela a base di PVC, qualità Rz. (Leggi questo articolo per approfondimenti sul PVC).
- Colore: Rosso
- Riferimento normativo: IEC 60502 | CEI 20-13
- Prova di non propagazione della fiamma: secondo normative CEI EN 60332-1-2
- Misura delle scariche parziali: CEI 20-16 | IEC 60885-3
- Tensione nominale U_0/U : 12/20 kV
- Temperatura massima di esercizio: +90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 60 N/mm² di sezione del rame
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo
- Temperatura minima di posa: 0°C

Sezioni minime

Le corde di arrivo linea dal Distributore alla cella MT protezione Utente devono avere sezione di 95 mm² (CEI 016).

Il cavo di media tensione viene considerato privo di protezione contro i contatti diretti, se non viene protetto da un rivestimento metallico continuo messo a terra ad entrambe le estremità. Pertanto, per soddisfare questa prescrizione è necessario mettere a terra lo schermo, o gli schermi, del cavo MT ad entrambe le estremità con una treccia di sezione pari a 16 mm².

Il cavo che va dallo scomparto MT DG al trasformatore MT/BT può avere anche una sezione minore (35mm²).

N.B. In caso di situazioni particolari, si può concordare con la DL l'utilizzo di cavi in alluminio, sia per la MT, che per la BT, previa opportune calcolazioni sulle sezioni equivalenti e sui raggi di curvatura necessari, soprattutto in base al tipo di posa e in relazione ai luoghi di installazione.

10.3. Circuiti dei segnali strumentazione di misura

Si deve provvedere al collegamento in morsettiera di tutte le misure, comandi e segnalazioni digitali e analogiche provenienti dagli attuatori e dalla strumentazione di misura in campo.

In particolare, i cavi utilizzati per le misure e regolazioni analogiche e digitali in campo, tutti numerati ed etichettati, devono essere i seguenti:

- Valvole regolazione a Fuso: FG16OH2R16 19x1,5 mm²;
- Valvole a Farfalla ON/OFF: FG16OH2R16 10x1,5 mm²;
- Misuratore di Portata: FG16OR16 3x1,5 mm²; (Potenza)
- Misuratore di Portata: FG16OH2R16 2x1,5 mm²; (Segnale)
- Misuratore di Livello: FG16OH2R16 3x1,5 mm².

10.4. Posa dei conduttori

I conduttori elettrici devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente mediante uno dei seguenti metodi:

- scelta di condutture aventi caratteristiche meccaniche adeguate;
- scelta di un luogo adatto;
- uso, anche solo locale, di protezioni meccaniche supplementari;
- combinazione dei precedenti metodi.

Le condutture possono essere realizzate con cavi in tubazioni incassate nella muratura, in tubi interrati, in canalette porta cavi, in passerelle, in tubi, in guaine, in condotti o in cunicoli ricavati nella struttura edile, o utilizzando solamente cavi multipolari o unipolari con guaina posati in vista (nel caso non vi siano grossi problemi di urti meccanici).

Non sono ammessi conduttori posati direttamente sotto intonaco.

Nel nostro caso si utilizzano i seguenti tipi di posa:

- Posa in passerella in acciaio inox
- Posa in passerella in vetroresina
- Posa in tubi in acciaio inox nei luoghi e nelle situazioni individuate dalla D.L.
- Posa in guaine flessibili nei luoghi e nelle situazioni individuate dalla D.L.
- Posa in tubazione interrata in PVC con protezione meccanica supplementare
- Posa del conduttore a vista senza protezione meccanica.

Non sono ammesse condutture in vista in materiale plastico.

10.4.1. Prescrizioni varie per le passerelle

Dimensionamento

Le passerelle sono dimensionate per sostenere il peso dei cavi. Tuttavia, in mancanza di altre indicazioni, deve essere considerata una massa dei cavi pari a 15 kg per metro lineare ogni 200 mm di larghezza della passerella. Oltre al peso dei cavi, deve essere considerato un carico accidentale pari al peso di una persona (80 daN) concentrato nel punto medio tra due supporti.

I supporti devono essere posti ad una distanza di massima di 2 m l'uno dall'altro.

Sovraccarichi eccezionali per neve e vento devono essere presi in considerazione in funzione del luogo di montaggio.

Sostegni prefabbricati

I sostegni sono costituiti da mensole orizzontali e da profilati verticali fissati fra loro con mezzi meccanici che ne consentano il montaggio con la massima semplicità e rapidità. I profilati verticali devono essere a loro volta fissati a fabbricati o alle strutture dell'impianto.

Materiali dei sostegni prefabbricati e accessori di montaggio

Le mensole, la bulloneria e la viteria varia devono essere in acciaio inossidabile

Dimensionamento dei sostegni prefabbricati

I sostegni prefabbricati devono essere in grado di sostenere le passerelle, con i relativi carichi, dimensionate come indicato al precedente punto dimensionamento supponendo che, nel caso di fasci di passerelle, la presenza del carico concentrato non si verifichi contemporaneamente su più passerelle della stessa campata ed il supporto sia fissato alla struttura dell'impianto ad una sola estremità.

Sostegni facenti parte delle strutture

L'uso dei sostegni prefabbricati di cui al paragrafo precedente può risultare inutile quando esistono sull'impianto strutture che con semplici adattamenti costituiscono un appoggio per le passerelle.

Coperchi

I coperchi sono previsti nei seguenti casi:

- in zone in cui sono presenti gocciolamenti di sostanze corrosive o possibili danneggiamenti meccanici (es. quando la passerella è installata ad una altezza dal pavimento inferiore a 2,5 m);
- nei tratti verticali;
- in esterno, dove i cavi sono esposti al sole o agli agenti atmosferici.

La chiusura dei coperchi deve avvenire in modo affidabile e sicuro utilizzando le sole modalità previste dal costruttore.

Norme di rispondenza

Le passerelle e i canali metallici devono rispondere alle seguenti normative:

- norma CEI EN 61537 "Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi - Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini";
- norma CEI EN 50085 "Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche".

10.4.2. Passerella in acciaio inossidabile

Le passerelle sono costituite essenzialmente da una lamiera piegata a C, traforata su tutta la superficie. Fiancate e piano di appoggio non devono presentare bordi od asperità che possano danneggiare i cavi.

I vari elementi delle passerelle devono essere realizzati in modo da assicurare la continuità metallica fra gli elementi stessi (in particolare la continuità fra elementi portanti ed eventuali coperchi).

Le passerelle, i coperchi, le testate, le mensole e i bulloni devono essere in acciaio inossidabile.

10.4.3. Passerella in vetroresina

I canali in vetroresina (con i relativi coperchi) hanno le seguenti caratteristiche tecniche:

- Vetroresina, senza alogeni, conformi a CEI EN 50085 per auto-estinguenza e tossicità, di colore Grigio RAL 7035;

- Grado di protezione IP 40D e resistenza all'urto di 6 J secondo norma CEI EN 50085.

La canalina è costituita da una barra da 2 m di lunghezza con fondo chiuso o preasolato per agevolare le operazioni di eventuali montaggi, e da un coperchio sempre lungo 2 m.

Questi prodotti sono progettati e realizzati in modo da rispondere ai requisiti tecnici particolarmente severi in termini di caratteristiche meccaniche e di resistenza al fuoco. I principali vantaggi di questo tipo di canaline e scale portacavi sono l'ottimo isolamento elettrico (non necessitano di messa a terra), il loro particolare comportamento al fuoco (auto-estinguenza ed assenza di fumi tossici).

La canaletta portacavi ad uso passerella polifunzionale è marcata CE ed è stata classificata (riferita ai canali) secondo la Norma CEI EN 50085.

10.4.4. Posa in tubi in acciaio inossidabile e guaine flessibili

Prescrizioni varie

La parte terminale della condotta, dalla passerella all'utenza, viene realizzata tramite cavo in vista o tramite l'utilizzo di tubi di acciaio inossidabile e di guaine flessibili con anima in acciaio inossidabile, doppia graffatura, e rivestite di PVC nei luoghi individuati dalla D.L., a garanzia di un grado di protezione IP 55.

Quando il tratto di tubo viene utilizzato per un attraversamento a raso su superficie calpestabile, è necessario utilizzare il tubo "*conduit*" UNI 7683.

Non è richiesta la continuità elettrica dei raccordi.

Tutti i raccordi, bulloneria varia, viti, collari, devono essere in acciaio inossidabile. I raccordi sulle scatole di derivazione, sugli interruttori, sulle prese, sui motori, o sugli strumenti di misura, possono essere sostituiti con dei pressacavi IP68 in materiale plastico esclusivamente secondo l'insindacabile giudizio dato dal Direttore dei Lavori.

Per l'esecuzione delle calate, inoltre, non è possibile forare la canalina portacavi. Il tubo portacavo deve terminare sopra la canalina e quindi il cavo deve essere adagiato in essa dalla parte superiore (nel caso di utilizzo delle scatole di derivazione, esse devono essere posizionate sopra la canalina ed il cavo che dalla canalina stessa entra nella scatola può essere privo della guaina metallica di protezione). Le scatole di derivazione devono avere le uscite cavi verso il basso.

Nel montaggio dei tubi rigidi è necessario procedere al piegamento dei tubi rigidi ricorrendo a pezzi speciali, come curve e manicotti, solo quando il piegamento del tubo risulta impossibile. Nella posa dei tubi rigidi o flessibili è necessario che gli stessi percorrano percorsi paralleli equidistanti sia in prossimità di tratti rettilinei sia in prossimità di curve.

Tubi in acciaio inossidabile

Materiale: Acciaio inossidabile AISI 304 o AISI 316L (in ambienti aggressivi).

Esecuzione: Saldati longitudinalmente o senza saldatura.

Dimensioni e tolleranze: tubi secondo la norma UNI 7683.

La superficie interna dei tubi deve essere liscia, senza sbavature, per evitare lesioni ai cavi durante l'infilaggio.

Ad una estremità dei tubi sono ammesse leggere sgocciolature o piccoli grumi, purché non a spigoli taglienti e comunque tali da non danneggiare i cavi.

I tubi devono essere piegati in modo da limitare il più possibile l'utilizzo di curve e tratti rettilinei singoli. In ogni caso, non sono ammesse calate con più di tre elementi rigidi.

Non è possibile utilizzare il tubo rigido, oggetto della presente specifica, per il collegamento diretto ad un motore. Il tratto terminale di via cavo deve essere realizzato con tubo flessibile in modo da non trasmettere le vibrazioni del motore al tubo protettivo.

Nel caso di installazione di tubi in tratti pedonali orizzontali o comunque in luoghi in cui esista il potenziale pericolo di schiacciamento dovuto a trasporti vari o possibile caduta di pezzi meccanici deve essere utilizzato il tubo UNI 7683.

I tubi devono essere ancorati ad un supporto rigido per tutta la loro lunghezza. Tali supporti possono essere costituiti da passerelle, profilati metallici, pareti e soffitti. Non sono ammesse calate in aria senza ancoraggio per una lunghezza superiore ai 0,5 m.

Tutti gli accessori di montaggio (bulloneria, viteria e collari) devono essere in acciaio inossidabile.

I diametri nominali di impiego sono i seguenti: 16,20, 25, 32, 40 mm.

Ogni tubo deve riportare il nome o il marchio del fabbricante, nonché le indicazioni occorrenti per la identificazione del tubo stesso.

Guaine flessibili

Il tubo deve essere con superficie esterna corrugata realizzato con la combinazione di due distinte pareti: quella esterna corrugata e quella interna liscia. Le guaine devono essere di spessore adeguato per la protezione contro gli agenti esterni e per impedire la penetrazione dei liquidi.

Ciascun tubo deve essere costituito dai seguenti elementi:

- un'anima metallica tubolare flessibile in lamiera di acciaio inossidabile;
- una guaina di rivestimento continua realizzata in PVC oppure in neoprene;
- eventuali raccordi terminali con estremità per connessione a custodia o tubi rigidi esterni filettati;
- eventuali guarnizioni o anelli di tenuta realizzati in PVC od in neoprene.

Le guaine devono essere preferibilmente di colore grigio. Non sono ammesse difformità cromatiche.

Esse devono essere ancorate ad un supporto rigido per tutta la loro lunghezza ed in modo particolare nel tratto terminale. Tali supporti possono essere costituiti da passerelle, profilati metallici, pareti e soffitti. Non sono ammessi tratti in aria senza ancoraggio per una lunghezza superiore ai 50 cm.

Tutti gli accessori di montaggio (bulloneria, viteria e collari) devono essere in acciaio inossidabile.

I tubi flessibili per posa interrata devono avere nei confronti dei cavi contenuti un grado di protezione IP 66 secondo le norme CEI EN 60529; devono, inoltre, rispondere alla norma CEI EN 61386 "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche".

Non sono ammesse giunzioni interrate tra due spezzoni di tubo.

10.4.5. Cavidotto rigido pesante per posa interrata

Nei tratti in posa interrata si deve utilizzare un cavidotto rigido pesante, con marchio IMQ, in polietilene ad alta densità, a doppia parete, con le seguenti caratteristiche tecniche:

- Resistenza a schiacciamento superiore a 750 Newton; la deformazione massima ammessa, del cavidotto, risulta essere del 5% applicando una forza di compressione non inferiore a 3750 N/metro (383 Kg/metro);

- Resistenza all'urto: a -5°C con valori di energia applicati variabili da 15 J a 28 J;
- Resistenza a piegatura (solo per rotoli): a -5°C raggio di curvatura pari ad almeno 10 volte il diametro nominale del Tubo;
- Resistenza alle variazioni di temperatura da -50°C a $+60^{\circ}\text{C}$;
- Resistenza elettrica di isolamento superiore a 100 MOHM (M Ω);
- Rigidità elettrica superiore a 800 kV/cm;
- Marcatura CE.

I cavidotti rigidi per posa interrata devono rispondere alla norma CEI EN 61386 “*Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche*”.

11. CORPI ILLUMINANTI

11.1. Illuminazione ordinaria

Ogni locale tecnico interno deve essere dotato di impianto di illuminazione. Il livello di illuminamento, il numero e il tipo di plafoniere sarà definito mediante calcolo tecnico e la progettazione di tale impianto deve rispettare la normativa vigente UNI EN 12464-1, per attività nei luoghi di lavoro interni.

Tutte le aree interne devono essere illuminate prevalentemente con plafoniere con lampada a LED, che assicurano un'alta efficienza luminosa, oltre che un'alta affidabilità e un ottimo risparmio economico nel tempo.

Caratteristiche tecniche:

- Installazioni: Plafone, Sospensione.
- Corpo: Policarbonato, RAL 7035.
- Ottica: Acciaio verniciato alle polveri di colore bianco riflettente.
- Schermo: Policarbonato satinato ad alta trasmittanza.
- Sorgente luminosa LED.
- Potenza equivalente (W) e numero di apparecchi: valori variabili in base ai calcoli effettuati sempre secondo le normative sopra citate.
- Alimentazione (V): 230Vac \pm 10% 50/60Hz
- Conformità Apparecchio: EN 60598-1, EN 60598-2-1, EN 60598-2-22 (requisiti fondamentali), UNI9554:1989, DIN 18032-3:1997-04, EN 62471 (Rischio fotobiologico esente).
- Grado di protezione: almeno IP65.
- Temperatura ambiente: $-20^{\circ}+40^{\circ}\text{C}$
- Temperatura colore (K): 4000
- Classe energetica: A++

11.2. Illuminazione di emergenza

Il Dlgs 81/2008 Allegato IV, con riferimento ai requisiti dei luoghi di lavoro, al punto 1.10.7.3 recita quanto segue: “ quando l'abbandono imprevedibile ed immediato del governo delle macchine o degli apparecchi sia di pregiudizio per la sicurezza delle persone o degli impianti..., l'illuminazione sussidiaria deve essere fornita con mezzi di sicurezza atti ad entrare immediatamente in funzione in caso di necessità e a garantire una illuminazione sufficiente per intensità, durata, per numero e distribuzione delle sorgenti luminose, nei luoghi nei quali la mancanza di illuminazione costituirebbe pericolo”.

Per questo motivo i locali tecnici interni devono essere dotati di plafoniere per l'illuminazione d'emergenza secondo la normativa UNI EN 1838 "Illuminazione di emergenza". Devono essere utilizzati apparecchi autonomi, definiti e regolamentati dalla normativa CEI/EN 60598, ed equipaggiati con sorgenti luminose, sistema di alimentazione, batteria ricaricabile ed eventuali dispositivi di prova e segnalazione.

Caratteristiche tecniche:

- Versioni: SE
- Autonomia: almeno 1h
- Installazioni: Plafone, Parete, Incasso
- Corpo: Policarbonato, bianco RAL 9003
- Ottica: Simmetrica, bianca
- Sorgente luminosa LED
- Alimentazione: 230 V
- Grado di protezione: IP65
- Temperatura ambiente: 0°+40°C
- Voltaggio: 230 V.
- Illuminazione vie di esodo da garantire: minimo di 2 lux; in caso di presenza aree ad alto rischio e in presenza di processi potenzialmente pericolosi, deve essere prevista un'illuminazione minima pari al 10% di quella ordinaria e comunque non inferiore a 15 lux.

11.3. Illuminazione esterna

Ogni area esterna di pertinenza del singolo impianto di sollevamento, qualora le scelte progettuali valutino necessaria la presenza di illuminazione artificiale, deve essere dotata di impianto di illuminazione. Il numero e il tipo di organi di illuminazione devono essere definiti mediante calcolo tecnico; la progettazione di tale impianto deve rispettare la seguente normativa:

- Norma UNI EN 12464-2 (2014): "Luce e illuminazione - Illuminazione dei luoghi di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro all'aperto";
- Legge Regionale della Puglia del 23/11/2005 n.15 - "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico (B.U.R.P. Puglia n. 147 del 28/11/2005)";
- Regolamento della Regione Puglia del 22/08/2006 n.13 - "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico".

Per l'illuminazione delle aree esterne devono essere utilizzate armature stradali a LED con posa a parete o mediante palo con idoneo basamento in cls.

Caratteristiche tecniche:

- Installazioni testa palo o braccio per parete
- Corpo Alluminio pressofuso verniciato alle polveri di poliestere RAL 7040
- Potenza (W) e numero di apparecchi: valori variabili in base ai calcoli effettuati sempre secondo le normative sopra citate;
- Sorgente luminosa LED
- Conformità EN 60598-1, EN 60598-2-3, EN60598-2-22, EN62471(rischio fotobiologico), EN55015; EN61547, EN61003-2, EN61003-2
- Grado di protezione: almeno IP65
- Temperatura ambiente -20°+40°C
- Classe energetica A++

12. TARGHETTATURE E SIGLATURE

12.1. Targhettatura componenti

Caratteristiche comuni

Tutti i componenti devono essere identificabili a mezzo di targhetta e trovare riscontro sulla documentazione finale. Le targhette hanno generalmente le seguenti caratteristiche:

- Nere con scritta bianca ottenuta per incisione (o secondo altri standard definiti con la DL);
- Font Arial (o secondo altri standard definiti con la DL);
- Spessore minimo 2 mm;
- Fissaggio con viti / rivetti di acciaio inossidabile;
- Resistente alle intemperie ed ai raggi solari.

Targhette identificatrici dei quadri

In alto a sinistra della porta anteriore deve trovare posto la targhetta rigida riportante il codice del quadro con dimensioni indicative pari a 50x200 mm.

Targhette del costruttore dei quadri

Il costruttore deve applicare sul quadro la targa marchiata in maniera indelebile e posta in modo da esser visibile e leggibile quando il quadro è installato ed in esercizio. La targa deve essere posta in alto a destra della porta anteriore e deve contenere obbligatoriamente tutte le informazioni definite dalla norma di settore CEI EN 61439-1.

Tali targhette devono essere realizzate:

- in alluminio, se poste all'esterno;
- in alluminio o in materiale plastico, rigido, con stampa indelebile, se poste all'interno.

Targhette della componentistica

Tutti i componenti elettrici devono essere dotati di targhetta, riportante la sigla presente sul rispettivo schema elettrico. La targhetta deve descrivere la funzione svolta per: spie di segnalazione, temporizzatori, selettori, centralini ed apparecchiature varie.

Targhette sulle scatole di derivazione

Tutte le scatole di derivazione utilizzate nell'impianto devono essere numerate. La sigla deve essere posizionata sulla scatola stessa e sugli schemi ove viene fatto riferimento alla scatola stessa. Dimensione indicativa: 30x100 mm.

Targhette componenti in campo

A questi componenti deve essere affiancata una targhetta in alluminio, riportante il codice dell'utenza ed una breve descrizione, con le seguenti caratteristiche:

- dimensione 100x200 mm (100x300 per targa multipla);
- spessore minimo pari a 3 mm;
- scritta ottenuta per incisione e colorata in rosso;
- massima visibilità;
- spigoli arrotondati.

In alcuni casi, in accordo con la D.L., è ammesso l'impiego di targhette cumulative, purché sia garantita l'individuazione del singolo componente. (*p.es. raggruppamento di galleggianti*).

Tutti i componenti installati devono essere targhettati.

12.2. Siglatura di cavi e conduttori

Caratteristiche generali

La siglatura deve avere le seguenti caratteristiche:

- applicata alle due estremità del singolo spezzone;
- stampata indelebile (non sono ammesse scritte fatte a mano);
- protetta e bloccata meccanicamente;
- replicata su schemi e tabelle;
- resistente alle intemperie ed ai raggi solari.

Siglatura del singolo conduttore

Ogni spezzone di conduttore deve riportare:

- numerazione progressiva;
- contrassegni di colore ed alfanumerici. (circuiti di alimentazione e potenza / segnali analogici);
- per sezioni maggiori di 120 mm², fasce adesive rifrangenti.

Siglatura di cavi multipolari

Ogni spezzone di cavo deve riportare:

- codice di partenza (dell'energia /del comando /del segnale);
- numerazione progressiva;
- codice di destinazione;
- codice utenza.;
- lunghezza del cavo.

Morsettiera di attestazione

Ogni morsettiera ed ogni morsetto devono essere codificati e riportati sullo schema.

13. PRESCRIZIONI PER PRESSACAVI E SCATOLE DI DERIVAZIONE

Pressacavi

I pressacavi devono essere in ottone cadmiato o in ottone nichelato. L'anello di tenuta deve essere in gomma sintetica antinvecchiamento. I pressacavi a testina filettate possono essere in ottone cadmiato o in lega leggera a basso contenuto di rame (inferiore a 0,1%). I pressacavi possono essere anche di materiale plastico, del tipo indicato specificatamente e autorizzato dalla D.L.

Scatole di derivazione

Le scatole o cassette di derivazione utilizzate devono avere una dimensione tale da permettere, al loro interno, l'ingresso del cavo senza la necessità di provvedere all'eliminazione della guaina di protezione sul tratto di cavo esterno alla scatola.

Devono inoltre essere rispettate le seguenti distanze:

- la distanza minima tra la parete di una scatola e un punto qualsiasi di un morsetto di fissaggio interno, non deve essere inferiore a 5 cm
- la distanza tra i bordi più vicini dei fori di due ingressi-cavo successivi deve essere almeno 3 cm;
- la distanza tra un ingresso-cavo e l'angolo della scatola deve essere almeno 2 cm.

Le giunzioni all'interno della scatola di derivazione vanno eseguite mediante utilizzo di morsetti fissati ad una barra sul fondo della scatola o come quelli rappresentati nella foto sottostante.

14. POSIZIONAMENTO, CONNESSIONI DI UTENZE, SEZIONAMENTO

14.1. Posizione di montaggio

L'individuazione della posizione di montaggio precisa in cui posizionare i componenti elettrici, è di competenza della Ditta installatrice.

Nella scelta della posizione devono essere tenute presenti le seguenti prescrizioni:

- deve essere possibile effettuare la sostituzione o la riparazione del componente in condizioni di sicurezza. Il componente deve essere quindi installato in modo che sia possibile utilizzare scale, scale doppie ecc., senza particolari rischi di instabilità o caduta in vasche;
- in relazione al punto precedente, è vietato installare componenti direttamente sopra le vasche di trattamento in punti non accessibili;
- il componente non deve essere di intralcio nei passaggi e nelle vie di circolazione. Nel caso di parapetti, il componente non deve sporgere dal lato di passaggio;
- il componente non deve presentare parti acuminate o bordi taglienti in possibile contatto accidentale con gli operatori (il bordo deve essere rivestito di gomma);
- deve essere evitato il posizionamento di componenti nella parte interna delle vasche ed, in generale, in quelle zone in cui non sia possibile la loro manutenzione/sostituzione senza sporgersi dal parapetto.

14.2. Connessioni di utenze elettriche

Per l'allacciamento di motori, deve essere utilizzato, nella parte terminale, un tratto di tubo flessibile in modo da ridurre le vibrazioni trasmesse dal motore ai giunti della via cavi ed in modo da favorire le operazioni di sostituzione del componente elettrico.

Il cavo di alimentazione precablato non protetto di pompe, galleggianti ed utenze simili, deve essere sorretto o imbragato in modo adeguato, utilizzando gli accessori previsti dal costruttore. Il cavo di galleggianti va guidato con moschettoni ad una fune in acciaio inossidabile.

14.3. Sezionamento locale utenze elettromeccaniche

Con riferimento al sezionamento locale delle utenze elettromeccaniche, deve essere previsto un dispositivo di sezionamento per ogni sorgente di alimentazione di una macchina conforme alla norma CEI/EN 60204-1 (Direttiva Macchine), in termini di dispositivo di sezionamento dell'alimentazione, e al Dlgs n.81 del 2008, per quanto attiene alla prevenzione degli infortuni sul lavoro.

15. SCELTA E ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

I materiali (cavi, tubi, ecc., incluso apparecchiature) necessari alla realizzazione delle opere possono provenire da qualsiasi località, secondo legittime scelte di convenienza da parte dell'Appaltatore, purché siano riconosciuti, ad insindacabile giudizio della D.L. e degli Uffici AQP competenti, rispondenti a tutti i requisiti di qualità (in termini di durabilità, sicurezza, funzionalità, ecc.) prescritti dalle Leggi, dalle norme di prodotto, e indicati nel presente documento.

Nel caso di posa in opera di materiali non autorizzati dalla D.L., ai fini della salvaguardia e della riuscita tecnica dell'opera, la stessa D.L. può ordinarne la rimozione e la sostituzione con materiale qualitativamente accettabile, senza che l'Appaltatore possa pretendere alcunché.

Al fine di garantire la qualità e l'efficienza dell'opera nel lungo termine, i materiali devono essere facilmente reperibili sul mercato locale e devono essere prodotti nello stesso periodo di realizzazione dell'opera o comunque devono essere state prodotte in tempi non molto anteriori.

In particolare, le apparecchiature devono essere correntemente in produzione al momento della richiesta di autorizzazione. Eventuali eccezioni devono essere adeguatamente motivate dall'Appaltatore.

La "fornitura" di materiali si considera comprensiva di trasporto e scarico a terra.

Qualora il materiale non venga subito posizionato o immagazzinato, l'imballo deve poter proteggere la merce dagli agenti atmosferici.

Il periodo di garanzia dei materiali per impianti elettrici è, in genere, indicato descritto nel Capitolato Speciale d'Appalto (parte amministrativa); in caso contrario, va considerata una garanzia di durata pari a 24 mesi dalla data della regolare esecuzione dell'impianto.

I materiali devono essere idonei al campo di impiego previsto in progetto e devono quindi essere adatti al luogo specifico di installazione.

I materiali devono, comunque, essere destinati all'impiego industriale. Non è ammesso, salvo precisi accordi col committente, l'uso di prodotti d'ufficio, civili o *consumer*.

L'Appaltatore resta sempre ed unicamente responsabile della conservazione dei materiali approvvigionati in cantiere fino all'impiego, e la D.L. ha la facoltà insindacabile di rifiutare l'impiego e messa in opera e ordinarne l'allontanamento dal cantiere, qualora all'atto dell'impiego stesso risultassero comunque deteriorati o resi inservibili.
