

IMPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE

I - DESCRIZIONE ATTREZZATURA

I.1 Che cos'è

In questa trattazione viene esclusivamente considerato l'impianto elettrico da cantiere includendo in esso tutti gli elementi presenti dal punto di fornitura fino ai singoli elementi utilizzatori.

Le norme CEI individuano come cantiere, oltre a quelli di nuove costruzioni anche le parti degli edifici che sono sottoposte a trasformazioni strutturali, quali ampliamenti, riparazioni importanti o demolizioni, per la durata dei relativi lavori, nella misura in cui i lavori necessitano la realizzazione di un impianto temporaneo (CEI 64-8/7).

Altresì le norme CEI prescrivono le condizioni restrittive del cantiere solamente alla parte dove effettivamente si svolge il lavoro edile, mentre alle zone dette "di servizio", cioè le baracche, si applicano le norme relative ai normali ambienti di lavoro.

I.2 A cosa serve

L'impianto elettrico serve per fornire l'alimentazione a tutte le apparecchiature funzionanti elettricamente presenti in cantiere, nonché per l'illuminazione delle zone di lavoro e di passaggio.

I.3 Quali tipi in commercio

L'impianto elettrico non è un'attrezzatura che esce sul mercato già pronta per l'uso, ma bensì viene realizzato assemblando numerosi componenti che di per se devono ognuno rispondere a specifici requisiti e normative; l'assemblaggio dovrà avvenire a cura di un installatore qualificato che certificherà il suo operato rilasciando il certificato di conformità alla regola dell'arte per l'impianto da lui realizzato.

Per i tipi in commercio di componenti ed utilizzatori elettrici va ricordato che questi vengono suddivisi in classi secondo il loro modo di protezione contro i contatti indiretti (isolamento).

Nei cantieri non possono trovare impiego utilizzatori di classe 0, in quanto le condizioni ambientali, per niente indirizzate a fini protettivi, non lo consentono.

Gli utilizzatori di classe I sono quelli muniti di conduttore di protezione giallo-verde, normalmente inserito nel cavo di alimentazione e facente capo allo spinotto di terra presente sulla spina.

Gli utilizzatori di classe II non vengono collegati a terra e sono alimentati in bassa tensione.

Gli utilizzatori di classe III non vengono collegati a terra in quanto alimentati in bassissima tensione.

IMPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE

Per le macchine alimentate elettricamente sul mercato se ne trovano di diversi tipi; queste a seconda del loro grado di mobilità, sono classificate nel modo seguente (CEI 64-8/2):

- Apparecchio fisso: apparecchio ancorato a un supporto o fissato in altro modo in un posto preciso (apparecchio a installazione fissa), oppure apparecchio che non può essere spostato facilmente. Esempio: molazza, gru.
- Apparecchio trasportabile: apparecchio che, pur potendo essere spostato facilmente, non ha bisogno di essere spostato durante il suo impiego ordinario. Ad esempio: saldatrice con carrello, betoniera.
- Apparecchio mobile: apparecchio che deve essere spostato manualmente dall'operatore per il suo funzionamento mentre è collegato al circuito di alimentazione. Esempio levigatrice, vibratore.
- Apparecchio portatile (o apparecchi a mano): apparecchio mobile sorretto dalla mano dell'utilizzatore durante il suo impiego ordinario. Esempio: trapano, flessibile.

Per quanto riguarda gli apparecchi portatili si deve tener presente che le principali case costruttrici pongono in commercio solitamente due serie diverse delle stesse macchine di cui una è specificamente dedicata al cantiere mentre l'altra è dedicata all'hobbistica, queste due serie hanno solitamente colore della carcassa diverso. E' bene che in cantiere vengano utilizzati quelle apparecchiature costruite specificamente per soddisfare le pesanti condizioni a cui andranno sottoposte durante il loro utilizzo.

II.1 Obblighi normativi

Tutti i componenti elettrici devono essere muniti di marchio di conformità alle norme di uno dei Paesi della Unione Europea (legge 791/77 e legge 46/90).

In assenza di marchio, o di attestato di conformità rilasciato da un organismo autorizzato, i componenti elettrici devono essere dichiarati conformi alle norme dal costruttore (legge 791/77), a questo scopo basta che la conformità alle norme venga dichiarata in catalogo.

Qui di seguito è parso opportuno riportare una breve panoramica dei principali requisiti che devono possedere gli elementi componenti l'impianto elettrico trattati in queste schede, al fine di guidare l'utente nella fase di acquisto.

Quadro elettrico

Nei cantieri edili alimentati in bassa tensione sono ammessi soltanto quadri ASC cioè assemblati in serie e destinati ai cantieri edili. Questi quadri sono sottoposti da parte del costruttore a tutte le prove contenute nella norma CEI 17-13/1 e CEI 17-13/4.

Sul quadro deve essere presente la targhetta indelebile apposta dal costruttore riportante:

- il nome o il marchio di fabbrica del costruttore;
- il tipo, o il numero di identificazione, o un altro mezzo che renda possibile ottenere dal costruttore tutte le informazioni necessarie;
- EN 60439-4 (in pratica è la conformità alla norma CEI 17-13 corrispondente alla norma europea citata);
- natura e valore nominale della corrente del quadro e la frequenza per la corrente alternata;

tensioni di funzionamento nominali.

Il grado di protezione minimo richiesto al costruttore è di IP 43 (Norma Europea EN 60439-4) .

Prese a spina

Devono essere usate prese a spina conformi alle specifiche CEE Euronorm (CEI 23-12) con grado di protezione contro la penetrazione di corpi solidi e liquidi pari almeno a IP44 (art. 267/547); il grado di protezione minimo quando vengano utilizzate all'esterno dovrà essere di IP67.

E' da ricordare che tutte le prese a norma sono dotate da un sistema di ritenuta che eviti il contatto accidentale della spina, inoltre le prese a spina con corrente nominale maggiore di 16 A devono essere di tipo interbloccato, con interblocco perfettamente funzionante.

Per i cantieri bisogna acquistare prese a spina sufficientemente resistenti agli urti, evitando l'acquisto di prese a spina per uso domestico non soddisfacenti ai requisiti di resistenza.

Conduttori elettrici

I cavi da acquistare e utilizzare sono contraddistinti con il marchio HAR. Recano un filo tessile (incluso nel cavo) con la successione ripetitiva dei colori nero, rosso, giallo e la stampigliatura (a stampa, incisa o in rilievo) sull'isolante o sulla guaina della dicitura dell'ente certificatore della conformità alle norme di uno dei Paesi riconosciuto dal documento di armonizzazione CENELEC.

I cavi da utilizzare in ambienti con pericolo di incendio devono essere "non propaganti la fiamma" ed essere marchiati CEI 20-22.

I cavi per posa fissa sono destinati a non essere spostati durante la vita del cantiere. Sono da preferire quelli con conduttore flessibile. I cavi per posa fissa da acquistare ed utilizzare in cantiere sono:

- . N1VV-K;
- . FG7OR 600/1000V;
- . HO7V-K.

I cavi elettrici per posa mobile sono impiegati per derivazioni provvisorie o per l'alimentazione di apparecchi portatili o mobili. Questi cavi devono essere flessibili, in doppio isolamento tipo H07RN-F oppure FG1OK 450/750 V (conduttori isolati in gomma e cavo con guaina in policloroprene PCP).

Macchine alimentate elettricamente

In fase di acquisto bisognerà richiedere apparecchiature costruite appositamente per il cantiere; la linea dedicata all'hobbistica al contrario, non garantisce normalmente le caratteristiche di resistenza all'uso della prima.

Tutte le apparecchiature portatili devono essere realizzate in classe II e devono riportare sulla carcassa il simbolo del doppio quadratino concentrico.

Trasformatore di isolamento

E' un particolare trasformatore che presenta gli avvolgimenti protetti tra loro da un isolamento doppio al fine di evitare un guasto tra l'avvolgimento primario e secondario. Sulla carcassa deve essere riportato il simbolo dei due cerchi con interposta barra orizzontale e la garanzia di separazione fra il circuito primario e secondario.

La tensione in entrata ed in uscita sono solitamente le stesse e quasi mai superiori a 250V.

Viene prodotto in due versioni costruttive:

- resistente a cortocircuito;
- a prova di guasto.

Per l'acquisto è da ricordare che il carico delle utenze non deve mai superare la potenza del trasformatore.

Trasformatore di sicurezza

Il trasformatore di sicurezza è una versione particolare del trasformatore di isolamento, destinata ad alimentare utenze in bassissima tensione di sicurezza minore di 50 V. Sulla targhetta i trasformatori d'isolamento riportano il segno grafico del trasformatore d'isolamento racchiuso all'interno di uno scudo.

Per i trasformatori di isolamento e per quelli di sicurezza (CEI 14-6 1990) è frequente l'impiego per esecuzioni mobili, e per questo devono presentare caratteristiche di robustezza e di protezione almeno contro la pioggia. In questi casi è opportuno acquistare un trasformatore con involucro realizzato in materiale antiurto con riportate le prese per l'alimentazione delle utenze.

I.2 Selezione dei fornitori

In fase di acquisto/noleggio dell'attrezzatura è necessario selezionare i fornitori anche in base a "criteri di sicurezza", cioè in base agli investimenti da essi effettuati nel campo della ricerca progettuale in termini prevenzionali e cioè verificare, in concreto, cosa abbiano fatto e facciano per la sicurezza delle loro attrezzature (valutazione dei manuali di istruzione e/o cataloghi pubblicitari, ecc.)

II.3 Clausole contrattuali

In fase di acquisto noleggio conviene:

- richiedere esplicitamente nell'ordine di acquisto/noleggio i requisiti di sicurezza, con preciso riferimento alle norme applicabili;
- subordinare, esplicitamente, l'approvazione della fornitura alla completa rispondenza alle norme di sicurezza richieste all'attrezzatura;
- riservarsi, eventualmente di adire alle vie legali, secondo quanto sancito dal DPR 224/88 relativamente a danni causati da un prodotto difettoso.

III - DOCUMENTAZIONE

Per ciò che riguarda l'elettricità in cantiere, dovranno essere tenuti a disposizione degli ispettori i seguenti documenti:

III.1 Dichiarazione di conformità D.M. 37/2008

Una volta realizzato l'impianto elettrico in cantiere l'installatore abilitato ai sensi di legge dovrà rilasciare la dichiarazione di conformità dell'impianto alla regola dell'arte (art. 7 D.M. 37/2008).

A tale dichiarazione devono essere uniti i seguenti allegati tecnici:

- . relazione con tipologie dei materiali utilizzati;
- . schema dell'impianto realizzato, comprendente il disegno dell'impianto e le planimetrie degli impianti di messa a terra e di protezione contro le scariche atmosferiche, al posto di questi elaborati quando esiste è bene allegare il progetto dell'impianto elettrico ad opera di tecnico abilitato;
- . certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico professionali.

La dichiarazione di conformità con i relativi allegati dovrà essere rilasciata in 4 copie, una delle quali andrà inviata all'Azienda ASL Servizio di Medicina del Lavoro competente per territorio.

III.2 Verifica dell'impianto di messa a terra

Prima della messa in esercizio dell'impianto elettrico del cantiere la ditta abilitata che ha realizzato l'impianto dovrà compiere la verifica dell'impianto di messa a terra, redigendo un documento in cui siano riportati i valori di resistenza di terra (art. 328/547 e art.11 DM 12/09/1959).

Copia di tale documento deve essere inviato all'Azienda ASL Servizio di Medicina del Lavoro competente per territorio.

III.3 Denuncia impianto di messa a terra

Entro 30 giorni dalla data di inizio dei lavori deve essere presentata la denuncia dell'impianto di messa a terra al Dipartimento ISPEL competente per territorio (D.P.R. 462/2001) e all'ASL.

Tale denuncia comprende:

- . il modello di denuncia B;
- . domanda di omologazione.

Questi documenti devono essere completati in ogni loro parte e firmati dal datore di lavoro, l'ISPEL respingerà tutte le domande incomplete e richiederà opportuno versamento ad ogni nuova richiesta.

E' possibile utilizzare modelli anche diversi da quelli prestampati dall'ISPEL purché risultino a questi conformi.

La denuncia dovrà essere presentata in duplice copia. Una copia verrà restituita all'utente per ricevuta e dovrà essere conservata per essere esibita agli ispettori degli organi di vigilanza preposti ai controlli in cantiere.

Per facilitare i compiti di verifica l'ISPEL richiede che a tale denuncia venga allegata quando possibile copia della dichiarazione di conformità completa di tutti gli allegati nonché tutte le documentazioni tecniche richieste.

IMPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE

Qualora questo non fosse possibile il datore di lavoro dovrà conservare a disposizione del verificatore nel luogo riportato nella domanda tutta la documentazione di cui sopra.

Una esaminata tutta la documentazione l'ISPESL invierà un tecnico per verificare la rispondenza dell'impianto alla documentazione (prima verifica).

Le verifiche periodiche successive saranno compiute biennialmente a cura dei tecnici dell'USL ex PMP competenti per territorio.

I verbali di verifica dovranno essere sempre conservati in cantiere.

III.4 Denuncia impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

Entro 30 giorni dalla data di inizio dei lavori deve essere presentata la denuncia dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche al Dipartimento ISPESL competente per territorio (art.328/547, art.3 DM 12/09/1959, DI 519/93).

Tale denuncia comprende:

- . il modello di denuncia A;
- . domanda di omologazione
- . relazione tecnica, a firma di un professionista, secondo la norma CEI 81-1 per le strutture metalliche autoprotette e che non si collegheranno all'impianto contro le scariche atmosferiche (calcolo di autoprotezione della struttura).

Questi documenti devono essere completati in ogni loro parte e firmati dal datore di lavoro, l'ISPESL respingerà tutte le domande incomplete.

E' possibile utilizzare modelli anche diversi da quelli prestampati dall'ISPESL purché risultino a questi conformi.

La denuncia dovrà essere presentata in duplice copia. Una copia verrà restituita all'utente per ricevuta e dovrà essere conservata per essere esibita agli ispettori degli organi di vigilanza preposti ai controlli in cantiere.

Una esaminata tutta la documentazione l'ISPESL invierà un tecnico per verificare la rispondenza dell'impianto alla documentazione (prima verifica).

Le verifiche periodiche successive saranno compiute biennialmente a cura dei tecnici dell'USL PMP competenti per territorio.

I verbali di verifica dovranno essere sempre conservati in cantiere.

E' bene che le denunce degli impianti di messa a terra e di protezione contro le scariche atmosferiche vengano inoltrate contemporaneamente al fine di fare eseguire dall'ISPESL una sola prima verifica dell'impianto.

III.5 Dichiarazione di conformità dei componenti elettrici non marcati

Tutti i componenti elettrici devono essere muniti di marchio di conformità alle norme di uno dei Paesi della Unione Europea (legge 791/77 e legge 46/90).

In assenza di marchio, o di attestato relazione di conformità rilasciato da un organismo autorizzato, i componenti elettrici devono essere dichiarati conformi alle norme dal costruttore (legge 791/77), a questo scopo basta che la conformità alle norme venga dichiarata in catalogo.

III.6 Segnalazione per lavori in prossimità di linee elettriche

Ogni volta che si eseguono lavori a distanze inferiori a 5 metri da linee elettriche in tensione si deve darne comunicazione scritta all'ente fornitore dell'energia il quale, se necessario, impartirà opportune prescrizioni per la condotta dei lavori (art 11 DPR 164/56).

Occorre tenere in cantiere copia di questa segnalazione e delle eventuali prescrizioni.

IV – ISTRUZIONI OPERATIVE

G – Condizioni generali

È importante che prima dell'inizio dei lavori vengano spiegati ai lavoratori i rischi connessi all'uso delle attrezzature in esame e che durante il lavoro venga compiuta una vigilanza per verificare la correttezza d'uso dell'impianto elettrico e l'attuazione delle misure di sicurezza preventivamente richieste.

È altresì fondamentale creare un rapporto di collaborazione in materia di sicurezza con i lavoratori in modo da essere tempestivamente avvisati ogni qual volta si presentino condizioni di pericolo durante il lavoro.

Gli impianti elettrici in tutte le loro parti devono essere installati e mantenuti in modo da prevenire contatti accidentali con gli elementi sotto tensione (art. 267 DPR 547/55), ricordando che per legge i lavori sulle apparecchiature elettriche devono essere effettuati solo da elettricisti abilitati (legge 46/90) che dovranno rilasciare prima della messa in funzione dell'impianto la "**dichiarazione di conformità**".

Cosa fare prima dell'uso

Progetto La legge non prevede l'obbligatorietà di redazione di un progetto di impianto elettrico anche se è bene che chi realizza l'impianto segua un disegno che dovrà essere tenuto in cantiere ad uso di chi eseguirà sia la manutenzione che eventuali varianti all'impianto stesso.

Materiali componenti l'impianto Le attrezzature e i componenti elettrici devono essere conformi alle norme CEI ed essere provvisti dei seguenti marchi: del costruttore, del grado di protezione e di un organismo di certificazione riconosciuto dalla CEE; nel caso non ci fosse questo ultimo marchio il suddetto materiale dovrà essere corredato di dichiarazione di conformità alle norme redatta dal costruttore, da tenere in cantiere a disposizione degli ispettori.

grado di protezione

Per il grado di protezione delle apparecchiature e dei componenti elettrici presenti in cantiere contro la penetrazione di corpi solidi e liquidi è bene:

- che non sia inferiore a IP 44, se usato in ambiente chiuso (CEI 70.1 e art. 267 DPR 547/55);
- che non sia inferiore a IP 55, la stessa protezione si raccomanda ogni volta che il materiale elettrico si trovi all'aperto quando vi sia la possibilità di getti d'acqua che vengano diretti contro le apparecchiature elettriche

Per maggiori informazioni riguardo al grado di protezione si rimanda alla pagina successiva.

Grado di protezione

Il grado di protezione del materiale elettrico viene definito dalla sigla convenzionale IP seguita da due cifre, di cui la prima indica la protezione contro l'introduzione di corpi solidi (questa cifra indica anche il livello di protezione contro la penetrazione di mani, dita e oggetti impugnati da una persona) e la seconda contro la penetrazione di liquidi (per esempio IP 55 significa che non fa passare polveri e che resiste ai getti d'acqua).

La norma CEI 70-1 introduce in aggiunta alle due cifre tradizionali del codice IP, una terza lettera addizionale, dedicata esplicitamente alla protezione contro il contatto dalle parti attive di un apparecchio, questa lettera ha ragione di essere solo quando questa implica protezione superiore a quella indicata dalla prima cifra.

Protezione contro corpi solidi	
Prima cifra	Descrizione
0	Non protetto. Non prevista alcuna particolare protezione
1	Protetto contro corpi solidi di dimensioni uguali o superiori a 50 mm
2	Protetto contro corpi solidi di dimensioni uguali o superiori a 12,5 mm
3	Protetto contro corpi solidi di dimensioni uguali o superiori a 2,5 mm
4	Protetto contro corpi solidi di dimensioni uguali o superiori a 1,0 mm
5	Protetto contro la polvere
6	Totalmente protetto contro la polvere

Protezione contro l'acqua	
Seconda cifra	Descrizione
0	Non protetto
1	Protetto contro la caduta verticale di gocce d'acqua
2	Protetto contro la caduta di gocce d'acqua con inclinazione massima di 15°
3	Protetto contro la pioggia da una direzione, rispetto alla verticale, fino a 60°
4	Protetto contro gli spruzzi d'acqua, da tutte le direzioni
5	Protetto contro i getti d'acqua da tutte le direzioni
6	Protetto contro i getti potenti d'acqua
7	Protetto contro gli effetti dell'immersione temporanea
8	Protetto contro gli effetti dell'immersione continua

MPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE

Protezione contro l'accesso a parti pericolose	
Terza lettera	Descrizione
A	Protetto contro l'accesso a parti pericolose con il dorso della mano
B	Protetto contro l'accesso a parti pericolose con un dito
C	Protetto contro l'accesso a parti pericolose con un attrezzo
D	Protetto contro l'accesso a parti pericolose con un filo

Quando il materiale è classificato per uno solo dei due tipi di protezione, la cifra mancante è indicata con una X.

Sulle apparecchiature elettriche al posto del IP possono essere usati anche i simboli previsti dalle norme europee

Illuminazione di sicurezza

Si raccomanda di prevedere illuminazione di sicurezza nelle zone particolarmente buie dei cantieri, come per esempio nelle parti interne di edifici molto alti o nelle zone destinate a parcheggio sotterraneo, allo scopo di indicare le vie di uscita nel caso venga a mancare l'illuminazione ordinaria. (CEI 64-8/7)

Connessioni

Tutte le connessioni presenti nell'impianto elettrico devono essere eseguite a regola d'arte tramite l'utilizzo di giunzioni meccaniche (morsetture), evitando di avvolgere assieme i conduttori con nastro isolante.

Le connessioni delle derivazioni dell'impianto elettrico che si trovino all'esterno dei quadri dovranno avvenire all'interno di apposite scatole di derivazione chiuse e con grado di protezione adeguato. L'ingresso dei cavi in queste cassette deve avvenire mediante pressacavo, per non compromettere il grado di protezione e per evitare di sollecitare a trazione le connessioni.

Fornitura di energia ad altre ditte

Essendo il titolare del contratto di fornitura il diretto responsabile dell'uso in sicurezza dell'impianto devono essere assolutamente vietati allacci di fortuna per la fornitura di energia elettrica ad eventuali altre imprese.

Nel caso che altre imprese usino l'impianto elettrico, si dovrà pretendere che il materiale elettrico utilizzato sia conforme alle norme nonché in perfetto stato di conservazione.

Verifiche che deve compiere l'elettricista

Prima dell'utilizzo è bene pretendere che venga effettuata una verifica generale visiva e strumentale delle condizioni di idoneità delle diverse parti degli impianti e dei singoli dispositivi di sicurezza.

L'elettricista dovrà compiere le seguenti verifiche e prove redigendo un rapporto i cui risultati è bene siano tenuti in cantiere per essere mostrati al personale ispettivo:

- misura della resistenza di terra di un dispersore;
- misura della resistività del terreno;
- verifica della continuità dei conduttori;
- misura della resistenza totale (sistema TT);
- misura dell'impedenza Z_g del circuito di guasto (sistema TN);
- misura della resistenza dell'anello di guasto (TT) senza neutro distribuito;
- ricerca di masse estranee;

- misura della resistenza di terra di un picchetto o di un dispersore in fase di installazione;
- misura della corrente di guasto a terra (TT);
- misura della corrente di guasto a terra (TN);
- misura della corrente minima di cortocircuito prevista (TN);
- misura della corrente minima di cortocircuito prevista (TT).

Tali verifiche è bene che vengano compiute anche durante la normale attività di cantiere.

Cosa fare durante l'uso**manovre**

Non manovrare interruttori o pulsanti con le mani bagnate o stando sul bagnato, anche se il grado di protezione delle apparecchiature lo permette (vedi tabella riportante i gradi di protezione IP)

Evitare di toccare i fili di apparecchi elettrici con oggetti metallici (tubi e profilati), getti d'acqua, getti di estintori idrici o a schiuma; quando esiste questa esigenza occorre togliere preventivamente tensione al circuito.

Non spostare macchine o quadri elettrici inidonei se non dopo aver disinserito l'alimentazione.

Evitare nel modo più assoluto di utilizzare scale metalliche a contatto con apparecchiature e linee elettriche.

MPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE

lavori su parti dell'impianto elettrico

Ricordare che le riparazioni su impianti elettrici devono essere sempre compiute da personale specializzato.

Non rimuovere le custodie e i ripari di protezione di apparecchiature ed impianti elettrici senza l'autorizzazione di un superiore, questa operazione deve essere compiuta solamente dopo essersi assicurati che la parte del circuito interessata non sia sotto tensione e in condizioni tali di non poter ricevere tensione da qualsiasi altro circuito.

Ove possibile è bene bloccare meccanicamente con un lucchetto gli organi di manovra interessati e apporre su di essi il cartello: "Lavori in corso - non effettuare manovre".

manutenzione

Considerata l'enorme usura cui vanno soggette in genere le attrezzature del cantiere, è importante una buona manutenzione, volta in modo particolare a salvaguardare lo stato di conservazione dei cavi, dei contatti, degli interruttori, delle prese di corrente, delle custodie di protezione di tutti gli elementi in tensione

controlli giornalieri

Segnalare immediatamente al proprio superiore la presenza di apparecchiature elettriche aperte (batterie, interruttori, scatole, ecc.), materiali e apparecchiature con involucri protettivi danneggiati o che presentino segni di bruciature, cavi elettrici nudi o con isolamento rotto ed ogni altra anomalia di cui si viene a conoscenza.

Cosa fare dopo l'uso

controlli e verifiche

Alla fine del lavoro occorre disinserire tutti gli interruttori e chiudere i quadri elettrici a chiave.

IV – ISTRUZIONI OPERATIVE

Applicazioni particolari

QUADRI ELETTRICI

Cosa fare prima dell'uso

Quadri per cantieri alimentati in bassa tensione

Nei cantieri edili alimentati in bassa tensione sono ammessi soltanto quadri ASC, cioè assemblati in serie e destinati ai cantieri edili. Questi quadri sono sottoposti da parte del costruttore a tutte le prove contenute nella norma CEI 17-13/1 e CEI 17-13/4.

Sul quadro deve essere presente la targhetta indelebile apposta dal costruttore riportante:

- . il nome o il marchio di fabbrica del costruttore;
- . il tipo, o il numero di identificazione, o un altro mezzo che renda possibile ottenere dal costruttore tutte le informazioni necessarie;
- . EN 60439-4 (in pratica è la conformità alla norma CEI 17-13 corrispondente alla norma europea citata);
- . natura e valore nominale della corrente del quadro e la frequenza per la corrente alternata;
- . tensioni di funzionamento nominali.

Il grado di protezione minimo richiesto al costruttore è di IP 43 (Norma Europea EN 60439-4) .

**Composizione
dei quadri di
distribuzione**

Quadro di distribuzione principale (> 125 A):

Deve essere provvisto di:

- interruttore generale onnipolare con protezione magnetotermica differenziale coordinato con l'impianto di messa a terra in modo che, in caso di guasto, la tensione verso terra non superi 25 V (CEI 64-8/4 e art.267/547);
- separatori per ogni linea in uscita dal quadro (art.289/547) per correnti superiori ai 16 A (CEI 64-8)

E' bene ricordare che per utenze con correnti assorbite > 125 A gli interruttori posti a protezione delle varie linee devono essere dotati di idoneo dispositivo atto ad assicurare la posizione di aperto (es. lucchetto-blocco chiave, ecc...) (CEI 17-13/4) al fine di evitare la rimessa in tensione accidentale dei circuiti durante operazioni di manutenzione dell'impianto.

Inoltre devono essere chiaramente indicati i circuiti, ai quali si riferiscono gli organi di comando, i dispositivi e gli strumenti montati (art.287/547).

Quadro di distribuzione secondario (o quadro principale per cantiere con corrente assorbita <125A, sistemi alimentati in Bassa Tensione)

E' simile a quello precedente nel caso non ci siano prese a spina. Nel caso fossero presenti allora il quadro dovrà essere provvisto di interruttore magnetotermico differenziale avente, corrente di intervento non superiore a 0,03 A a protezione delle prese a spina (uno ogni sei prese) (CEI 17-13/4).

Quadri elettrici mobili (corrente max assorbita 63 A)

Oltre che contenere un interruttore differenziale ($I_{an} = 0,03 \text{ A}$) ogni 6 prese a spina queste ultime devono avere ciascuna una protezione contro i sovraccarichi (CEI 17-13/4 - CEI 64-8 e art. 267/547).

MPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE

protezione dagli agenti atmosferici	<p>I quadri di distribuzione devono essere protetti entro appositi armadi (preferibilmente di tipo plastico, vetroresina o poliuretano, mentre è vietato l'utilizzo del legno), chiudibili a chiave. Nel caso di acquisto di quadri elettrici con protezione IP 43 gli armadi protettivi devono essere tali da garantire almeno il grado di protezione minimo richiesto dall'ambiente e comunque non inferiore a IP 44.</p> <p>Il fondo di tali armadi è bene che sia conformato in modo tale da impedire il ristagno di acqua.</p> <p>Ogni volta possibile è bene installare il quadro elettrico all'interno di una baracca o in luogo riparato dalle intemperie, per non mettere a repentaglio l'incolumità di chi fosse chiamato ad intervenire sulle apparecchiature elettriche in condizioni di umidità o bagnato.</p>
indicazioni di pericolo	<p>All'esterno e all'interno degli sportelli devono trovarsi le indicazioni di pericolo, lo schema elettrico e altre indicazioni che si ritengano necessarie.</p>
sportello di chiusura del quadro elettrico	<p>Se nel funzionamento ordinario lo sportello del quadro non può essere chiuso si dovrà garantire il grado di protezione richiesto con lo sportello aperto.</p> <p>Se l'apertura dello sportello dà accesso a parti attive pericolose deve essere previsto un dispositivo di sezionamento interbloccato con la porta, in modo che questa possa essere aperta solo quando al circuito arriva corrente, mentre per alimentare il circuito occorre necessariamente avere lo sportello chiuso (CEI 17-13)</p>
interruttore di emergenza	<p>I quadri elettrici devono essere dotati di un interruttore di emergenza per interrompere l'alimentazione nel caso di pericoli improvvisi.</p> <p>Quando il quadro nel funzionamento ordinario operi con gli sportelli chiusi dovrà essere corredato di un interruttore di emergenza a pulsante a fungo di colore rosso su fondo giallo, collocato esternamente al quadro stesso in posizione visibile e facilmente accessibile (è consigliabile posizionarlo in una custodia protetta da un vetro frangibile).</p> <p>Nel caso di quadri che durante il funzionamento possono rimanere con lo sportello aperto, può essere usato a questo scopo anche l'interruttore generale che dovrà risultare evidenziato da una targhetta indicante "interruttore di emergenza". La soluzione precedente è comunque da preferire.</p> <p>E' fondamentale che tutti quelli che operano in cantiere conoscano l'esatta posizione e le corrette modalità d'uso dell'interruttore di emergenza (CEI 64-8/4 e 5).</p>

interruttore differenziale

L'interruttore differenziale trova applicazione contro gli effetti nocivi dell'elettrocuzione.

Il differenziale ha comunque una serie di limitazioni tra cui la principale è che l'interruttore non interviene in caso di un contatto diretto senza dispersioni verso terra (contatto tra fase e fase).

Ogni interruttore differenziale è provvisto di circuito di prova con un tasto che, se premuto, produce lo sganciamento dell'interruttore stesso. Si consiglia di verificare l'efficienza degli interruttori differenziali frequentemente agendo su questo tasto.

Tenere presente che l'interruttore differenziale protegge solamente contro i guasti che avvengono a valle del dispositivo stesso; quindi è importante installarne uno subito dopo il punto di consegna dell'ente distributore (contatori), altrimenti l'impianto che sta a monte del differenziale deve essere realizzato in classe II (doppio isolamento).

Cosa fare durante l'uso**tenere i quadri chiusi**

Durante il periodo di lavoro in cantiere i quadri elettrici vanno tenuti il più possibile chiusi. Alla fine della giornata occorrerà verificare sempre che gli interruttori generali siano disinseriti, e che i quadri restino chiusi a chiave.

evitare ogni manomissione ai quadri

Nel caso in cui un dispositivo di protezione (interruttore) sia intervenuto aprendo il circuito prima di ridare tensione all'impianto occorre individuare e aggiustare il guasto che lo ha provocato, nel caso che questo non fosse evidente, occorre interpellare personale specializzato e mai dare di nuovo tensione escludendo dal circuito l'interruttore che ne impedisce la chiusura.

E' pericolosissimo mettere fuori uso i dispositivi di sicurezza, togliendo, bloccando, sostituendo valvole, interruttori automatici, molle, ecc. con altri di diversa taratura o peggio ancora utilizzando sistemi di fortuna.

Cosa fare prima dell'uso**Prese a spina a norma**

Devono essere usate prese a spina conformi alle specifiche CEE Euronorm (CEI 23-12) con grado di protezione contro la penetrazione di corpi solidi e liquidi pari almeno a IP 44 (art. 267/547); il grado di protezione minimo quando vengano utilizzate all'esterno dovrà essere di IP 67.

E' da ricordare che tutte le prese a norma sono dotate da un sistema di ritenuta che eviti il contatto accidentale della spina; inoltre le prese a spina con corrente nominale maggiore di 16 A devono essere di tipo interbloccato, con interblocco perfettamente funzionante.

Adattatori per spine per uso domestico

Le prese a spina per uso domestico non devono essere assolutamente usate nei cantieri, in quanto non hanno i necessari requisiti di resistenza agli urti, nel caso che eccezionalmente e temporaneamente fosse necessario utilizzare un attrezzo elettrico con spina di tipo domestico indissolubile dal cavo (es. trapani, flessibili ecc.) si dovrà ricorrere ad appositi adattatori da montare sulle prese a norma (CEI 23-5 e CEI 23-16).

Questi adattatori non devono:

- essere usati in luoghi con pericolo di scoppio o di incendio;
- essere usati in prese con interruttori di blocco;
- essere lasciati inseriti nelle prese quando non utilizzati;
- avere grado di protezione inferiore a quello necessario alla lavorazione;
- avere portata inferiore a quella della presa.

Derivazioni

Le derivazioni a spina, compresi i tratti di conduttori mobili intermedi, devono essere costruite ed utilizzate evitando che, per una qualsiasi ragione, una spina (maschio) possa risultare sotto tensione se non quando inserita nella propria sede (femmina) (art. 309/547)

Collegamenti volanti

Le prese a spina devono essere poste all'interno dei quadri di distribuzione o altrimenti sulle pareti esterne degli stessi.

E' conveniente evitare collegamenti volanti; nel caso occorranza i collegamenti a presa e spina vanno eseguiti preferibilmente fuori dai tratti interrati. In ogni caso dette prese e spine devono avere una protezione IP67.

Protezione delle prese

La scindibilità della connessione presa spina non può in alcun caso essere considerata un arresto di emergenza.

Se per la protezione dei circuiti delle prese a spina si ricorre alla misura di protezione per separazione elettrica, ciascuna presa a spina deve essere alimentata da un trasformatore di isolamento separato o da un avvolgimento secondario separato dal trasformatore (CEI 64-8/7).

Cosa fare durante l'uso**Come collegare e disinnestare una spina**

Per disinnestare una spina da una presa di corrente occorre tenere con la mano l'impugnatura della spina stessa e mai il cavo.

Non collegare direttamente i cavi agli spinotti in tensione. Usare spine e prese normalizzate.

Pressacavo

Particolare attenzione va prestata alla tenuta del pressacavo d'ingresso del cavo, sia nella spina mobile sia nella presa, fissa o mobile che sia. Oltre ad esercitare un elevato grado di protezione contro le penetrazioni nel corpo della spina di polvere e liquidi, il pressacavo serve ad evitare che una tensione esercitata sul cavo possa sconnettere i cavi dai morsetti degli spinotti.

Controlli e manutenzione

Togliere tensione all'impianto prima di procedere ai controlli e alla manutenzione delle prese e delle spine.

Gli spinotti delle spine così, come gli alveoli delle prese, vanno tenuti puliti e asciutti.

Controllare le prese e le spine che hanno subito forti urti anche se non presentano danni visibili facendo sostituire quelle che presentino segni di bruciature o danneggiamento.

Rivolgersi a personale qualificato per il controllo e la sostituzione delle prese e delle spine.

Allaccio macchine elettriche

Non inserire o disinserire macchine o utensili su prese in tensione; prima di effettuare l'allacciamento verificare che:

- interruttore di manovra alla macchina od utensile sia "aperto" (macchina ferma);
- l'interruttore posto a monte della presa sia "aperto" (tolta tensione alla presa).

CONDUTTORI ELETTRICI
Cosa fare prima dell'uso
**Colori
codificati**

Devono essere impiegati conduttori elettrici che rispettino la codifica dei colori. Le anime dei cavi per tensioni non superiori a 600V (monofase)/1000 V (trifase) dovranno essere:

- giallo-verde solo per conduttori di protezione (di terra); questo colore non deve essere impiegato per nessuna altra funzione;
- blu chiaro, da usarsi come conduttore di neutro; in assenza del neutro può essere utilizzato questo colore per altre funzioni, esclusa quella di conduttore di protezione e di terra;
- nero, marrone, grigio, per indicare conduttori di fase.

Nei cavi trifasi con conduttore di protezione il colore marrone è riservato ai cavi flessibili, il colore nero ai cavi non flessibili.(art.267/547)

**Conformità
alle norme**

I cavi da utilizzare sono contraddistinti con il marchio HAR. Recano un filo tessile (incluso nel cavo) con la successione ripetitiva dei colori nero, rosso, giallo e la stampigliatura (a stampa, incisa o in rilievo) sull'isolante o sulla guaina della dicitura dell'ente certificatore della conformità alle norme di uno dei Paesi riconosciuto dal documento di armonizzazione CENELEC.

I cavi utilizzati in ambienti con pericolo di incendio devono essere "non propaganti la fiamma" ed essere marchiati CEI 20-22.

**Cavi per posa
fissa**

Sono cavi destinati a non essere spostati durante la vita del cantiere. Sono da preferire quelli con conduttore flessibile.

I cavi che si possono utilizzare in cantiere sono:

- N1VV-K;
- FG7OR 600/1000V;
- HO7V-K.

**Cavi per posa
mobile**

I cavi elettrici posa mobile sono impiegati per derivazioni provvisorie o per l'alimentazione di apparecchi portatili o mobili.

Questi cavi:

- devono essere flessibili, in doppio isolamento tipo H07RN-F oppure FG1OK 450/750 V (conduttori isolati in gomma e cavo con guaina in policloroprene PCP) (art.267/547);
- non devono intralciare i passaggi nel loro impiego (art.283/547), è quindi bene che siano posizionati in direzione parallela alle vie di transito;
- quando si trovino a terra devono avere una ulteriore protezione contro l'usura meccanica (art. 283/547), come la sovrapposizione di assi in legno o tegoli sagomati in PVC, evitando comunque che su tali protezioni circolino mezzi pesanti.

Temperature di esposizione

Sulla superficie esterna della guaina dei cavi non deve essere superata la temperatura massima di 50°C per cavi flessibili in posa mobile e di 70°C per quelli flessibili in posa fissa, mentre la temperatura minima sotto non può scendere sotto i -25°C.

Linee aeree

Le condutture aeree devono posizionarsi alla periferia del cantiere in modo da preservarle da urti e/o strappi, nel caso ciò non fosse possibile occorre utilizzare solide barriere protettive, quali protezioni fisse, portali ecc.

Le condutture a vista è bene che siano installate entro resistenti tubazioni in PVC.

Condutture interrate

Le condutture interrate devono essere posizionate in modo tale da non essere sottoposte a sollecitazioni meccaniche anormali, a strappi; la profondità minima di interramento deve essere di 0,5 m, nel caso di profondità minori occorre utilizzare soluzioni alternative, quali idonee protezioni meccaniche.

Prima dell'eventuale interramento dei cavi occorre verificare che questi siano provvisti di isolamento idoneo allo scopo, altrimenti occorre inserirli all'interno di idonee condutture in PVC (soluzione quest'ultima da preferire alla prima) anche se la soluzione più idonea è quella di utilizzarle entrambe.

Il percorso delle condutture interrate deve essere segnalato in superficie tramite idonea segnaletica oppure utilizzando idonee reti indicatrici posizionate appena sotto la superficie del terreno in modo da prevenire eventuali pericoli di tranciamento durante l'esecuzione di scavi.

Prolunghe

Quando occorra un cavo per portare l'alimentazione in luoghi in cui non è presente un quadro elettrico, prima dell'acquisto e dell'uso è bene farsi consigliare da personale qualificato che sappia valutare la sezione del cavo necessaria alla portata e alla caduta di tensione richiesta, questo è necessario al fine di evitare dei danneggiamenti al cavo stesso nonché alle attrezzature utilizzate.

Il cavo da utilizzare è quello per pose mobili.

Si consiglia di non approntare artigianalmente le prolunghe, ma di utilizzare quelle già pronte in commercio e realizzate secondo le norme oppure, di farle realizzare ad un elettricista.

E' altresì consigliabile di servirsi di tamburi avvolgicavo con prese incorporate al fine di evitare che il cavo in esubero intralci i passaggi.

Condutture a doppio isolamento (classe II)

Nei sistemi elettrici con tensione nominale ### 690 V sono considerati conduttori di Classe II:

- i cavi con guaina isolante, senza alcun rivestimento metallico (schermo o armatura) e con tensione nominale maggiore di un grado di quella che sarebbe necessaria per il sistema elettrico servito. Ad esempio 450/750V. anziché 300/500 V su un sistema 220/380V;
- i cavi unipolari senza guaina installati in tubo o canale protettivo isolante secondo le norme;
- i cavi con guaina metallica aventi isolamento idoneo per la tensione nominale del sistema elettrico servito tra la parte attiva e la guaina metallica e tra guaina e l'esterno.

Le eventuali giunzioni devono essere anch'esse di classe II.

Le parti metalliche a contatto con cavi di classe II non richiedono la messa a terra; tuttavia nulla vieta di effettuare questo collegamento (che diventa obbligatorio quando il canale contiene anche cavi di classe I).

Cosa fare durante l'uso

MPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE

Danneggiamento dei conduttori

I cavi elettrici mobili devono essere accuratamente riposti dopo l'uso; il loro abbandono è causa di deterioramento. Gli isolamenti in gomma o plastica si deteriorano rapidamente a contatto con oli, grassi e sostanze varie, lo stesso dicasi per gli agenti atmosferici.

Il cavo deteriorato non deve essere riparato con nastri isolanti adesivi, ma va subito sostituito con uno di caratteristiche identiche ad opera di persona specializzata. L'uso di cavi deteriorati è pericoloso.

I cavi di alimentazione non devono essere sollecitati a piegamenti di piccolo raggio, né a torsione e neppure appoggiati su spigoli vivi o su materiali caldi

Non depositare bidoni, attrezzi e materiale vario sui cavi, al fine di ridurre al minimo lo sviluppo libero è consigliabile l'uso di tenditori, avvolgicavo ecc.

MACCHINE FUNZIONANTI ELETTRICAMENTE

Cosa fare prima dell'uso

Targhette per tensione di alimentazione

Le macchine funzionanti elettricamente fisse, mobili, portatili o trasportabili devono essere alimentate con la tensione prevista dal costruttore e riportata sulle targhette o sui marchi di cui la macchina deve essere provvista.

Dispositivo contro il riavviamento

Le macchine, quali ad esempio seghe circolari e betoniere, che possono presentare pericolo per l'operatore con la rimessa in moto al ristabilirsi della tensione di rete, dopo l'interruzione, devono essere provviste di dispositivo contro il riavviamento automatico (art. 68/547 e CEI 44.5).

Doppio isolamento

Gli utensili elettrici portatili alimentati a tensione maggiore di 25 V devono essere realizzati in classe II (con doppio isolamento e senza collegamento a terra). Verificare dunque che sull'involucro dell'utensile ci sia il simbolo del doppio quadratino concentrico ed il simbolo dell'istituto di omologazione (DM 20/11/1968 e art. 374/547).

Lampade portatili

Le lampade portatili devono essere:

- costruite con doppio isolamento;
- alimentate con bassissima tensione di sicurezza (24 V forniti mediante trasformatore di sicurezza riconoscibile dal simbolo (inserire simbolo) ovvero mediante separazione elettrica singola (220 V forniti mediante trasformatore di isolamento riconoscibile dal simbolo (inserire simbolo) (art. 318/547);
- provviste di idoneo involucro di vetro ed avere il portalampada e l'impugnatura costituita di materiale isolante non igroscopico (artt. 317, 318/547), devono inoltre essere protette contro i danni accidentali tramite una griglia di protezione (CEI 34-34);
- provviste di cavo di alimentazione di tipo H07RN-F con una sezione minima dei conduttori di 1 mmq.

Impianto di terra

Tutte le macchine di classe I, quali ad esempio betoniera e gru a torre, devono essere collegate all'impianto di terra.

Il collegamento all'impianto di terra deve avvenire tramite un conduttore di protezione avente la stessa sezione dei conduttori di fase.

Cosa fare durante l'uso**Impugnatura**

Gli attrezzi elettrici non devono essere presi per il cavo ma per l'apposita impugnatura. Il peso dell'apparecchio produce il distacco del cavo dai morsetti con conseguente pericolo di corto circuito e quindi di scarica elettrica in caso di contatto.

Alimentazione

Eseguire le eventuali giunzioni di prolunghe solo mediante spine e prese, preferibilmente del tipo con blocco meccanico antistrappo; esse devono essere appoggiate su superfici asciutte.

L'alimentazione degli utensili elettrici e delle lampade elettriche portatili, deve essere derivata da idonee prese. E' vietato fare collegamenti di fortuna a sbarre, morsetti di interruttori, strumenti di misura, ecc.

Per gli utensili di classe II che fanno uso di acqua, come le smerigliatrici o ed i vibrator per il calcestruzzo, è bene utilizzare trasformatori di isolamento o motogeneratori che garantiscano una separazione galvanica della rete di alimentazione in BT.

IMPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE

Verifiche	<p>Verificare sempre il punto dove il cavo di alimentazione si collega alla macchina, in quanto in questa zona il conduttore è soggetto ad usura e a sollecitazioni meccaniche con possibilità di rottura dell'isolamento.</p> <p>Verificare sempre la perfetta connessione della macchina ai conduttori di protezione e sul collegamento di questo all'impianto di terra.</p> <p>Occorre verificare visivamente prima dell'utilizzo l'integrità dell'isolamento della carcassa e specialmente dell'impugnatura dell'utensile.</p>
Lampade portatili	<p>Non usare lampadine di elevata potenza, per evitare possibili incendi e cedimento dell'isolamento per il calore prodotto.</p> <p>Per l'eventuale cambio della lampadina eseguire la sostituzione solo dopo avere disinserito la spina dalla presa. Usare solo lampade portatili a norma e mai quelle cosiddette "fatte in casa".</p>

IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Cosa fare prima dell'uso

Generalità	Contro gli infortuni per contatto indiretto con parti metalliche venutesi accidentalmente a trovare sotto tensione, la forma di protezione più diffusa nei cantieri è quella del coordinamento fra l'impianto di terra e le protezioni attive (interruttori o dispositivi differenziali). L'obiettivo è quello di contenere la tensione di contatto entro il valore massimo di 25V in corrente alternata e 60V in corrente continua.
unicità dell'impianto	L'impianto di messa a terra deve essere unico per l'intera area occupata dal cantiere e deve essere collegato al dispersore delle cariche atmosferiche quando esiste.
quando realizzare l'impianto di messa a terra	Non appena eseguiti i movimenti di terra è preferibile che l'impresa costruttrice faccia costruire l'impianto di terra che serva al cantiere e che servirà all'edificio finito (caso di nuove costruzioni), evitando successive difficoltà e soprattutto ulteriori spese a carico del committente.

collegamento di macchine e apparecchiature

Le apparecchiature elettriche e le grandi masse metalliche devono essere collegate all'impianto di terra (art. 271/547 e norma CEI 64-8).

I collegamenti a terra delle apparecchiature devono essere effettuati in corrispondenza delle masse elettriche, cioè di quelle parti che possono andare in tensione per cedimento dell'isolamento funzionale.

Le masse delle utenze elettriche è bene che siano collegate a terra tramite il conduttore di protezione compreso nel cavo di alimentazione e facente capo alla spina. In questo modo si evita l'alimentazione di utenze non collegate a terra.

Le apparecchiature di classe II non vanno collegate a terra.

Componenti dell'impianto di messa a terra

L'impianto è composto dagli elementi di dispersione, dai conduttori di terra e dai conduttori di protezione. A questi si aggiungono i conduttori equipotenziali destinati alla messa a terra delle masse e delle eventuali masse estranee

Elementi dispersori

Gli elementi conduttori che possono essere usati come dispersori sono (vedi tabella sotto riportata):

- tondini, profilati e tubi;
- nastri e corde;
- piastre;
- conduttori posti nello scavo di fondazione;
- ferri di armatura del calcestruzzo incorporato nel terreno;
- tubazioni metalliche dell'acqua.

Dimensioni minime degli elementi del dispersore secondo norma CEI 11-8

Tipo di elettrodo	Dimensione (mm) Sezione (mmq)	Acciaio zincato a caldo a norme CEI 7-6 (1)	Rame
Piastra	Spessore	3	3
Nastro	Spessore	3	3
	Sezione	100	50
Tondino o conduttore massiccio	Sezione	50	35
Conduttore cordato	Diametro fili	1,8	1,8
	Sezione	50	35
Picchetto a tubo	Diametro esterno	40	30
	Spessore	2	3
Picchetto massiccio	Diametro esterno	20	15 (2)
Picchetto in profilato	Spessore	5	5
	Diametro trasv.	50	50
(1) Anche acciaio senza rivestimento protettivo, purché con spessore aumentato del 50% e con sezione minima 100 mmq			
(2) Misura valida anche per picchetti in acciaio con rivestimento in rame			

Gli elementi dispersori intenzionali, interrati devono essere di materiale il più possibile resistente alla corrosione (rame o ferro zincato) e vanno situati ad una profondità maggiore di 70 cm per cui non risentono dei fenomeni di essiccamento e di congelamento del terreno.

Non sono ammessi come dispersori per le prese di terra, le tubazioni di gas, di aria compressa e simili.

I ferri di armatura inseriti nel calcestruzzo interrato, sono da considerare ottimi elementi di dispersione, in quanto la loro velocità di corrosione è notevolmente inferiore a quella che si avrebbe sullo stesso materiale se fosse direttamente a contatto con il terreno. Il calcestruzzo per di più, grazie alla sua composizione alcalina ed alla sua natura fortemente igroscopica è un buon conduttore di corrente, e tende a drenare ed a trattenere l'umidità del terreno, mantenendo la sua conducibilità anche in zone molto asciutte.

impianto ad anello

Si consiglia di realizzare l'impianto di terra ad anello chiuso, per conservare l'equipotenzialità delle masse, anche in caso di taglio accidentale di un conduttore di terra.

conduttori dell'impianto di terra

L'impianto di terra deve prevedere un morsetto o una sbarra con funzione di nodo principale, a cui vanno collettati i conduttori di terra, quelli equipotenziali e quelli di protezione che collegano all'impianto di terra le masse dei quadri e degli utilizzatori elettrici.

Tutti gli alveoli di terra delle prese, così come le masse dei quadri metallici, vanno collegati al nodo principale tramite un conduttore di protezione di sezione pari a quello del conduttore di fase, con un minimo di 2,5 mmq (oppure 4 mmq nel caso non fosse prevista alcuna protezione meccanica del conduttore).

Per la messa a terra delle masse quali ponteggi, cancellate, travature, canali o altre strutture metalliche interessate dal passaggio di cavi elettrici va realizzato con conduttori equipotenziali di sezione non inferiore a metà di quella del conduttore principale dell'impianto, con un minimo di 6 mmq al fine di garantire alla connessione una sufficiente tenuta alle sollecitazioni meccaniche. Se il conduttore equipotenziale è in rame, non è richiesto che la sua sezione sia comunque superiore a 25 mmq.

Devono essere impiegati conduttori elettrici che rispettino la codifica dei colori (giallo-verde per i conduttori di terra, di protezione e equipotenziali, nel caso che il cavo sia nudo deve portare fascette giallo verdi con il simbolo della terra) I morsetti destinati al collegamento di conduttori di terra, equipotenziali e di protezione, devono essere contraddistinti con lo stesso segno grafico.

I conduttori di protezione e di terra collegati ai picchetti devono essere di sezioni adeguate e comunque non inferiore a quelle riportate in tabella (conduttori in rame)

IMPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE

Le connessioni tra le varie parti dell'impianto e tra queste e i dispersori devono essere realizzate in modo idoneo (art.325/547).

Sezione dei conduttori di protezione

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto (S) (mmq)	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione (mmq)
S ### 16	Sp = S
16 < S ### 35	16
S > 32	Sp = S/2

prove e verifiche sull'impianto di terra

Le connessioni dell'impianto di terra devono essere periodicamente verificate in particolare per quanto riguarda la continuità.

Occorre verificare periodicamente il collegamento degli utilizzatori stabilmente connessi all'impianto di terra.

Occorre eseguire prove di continuità sulle masse estranee, sul conduttore di terra, sui conduttori equipotenziali principali, sui conduttori di protezione, sulle connessioni e sulle singole macchine.

IMPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE

IMPIANTO DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

Cosa fare prima dell'uso

generalità

Devono essere collegate a terra le grandi masse metalliche situate all'aperto (art. 38/547), oppure deve essere redatta una dichiarazione di autoprotezione da parte di tecnico abilitato secondo quanto prescritto dalle norme CEI 81-1 e legge 46/90.

Come masse di notevoli dimensioni si ritengono quelle che risultino tali a seguito del calcolo probabilistico contenuto nella norma CEI 81-8 che corrisponde alla determinazione di un numero probabile di fulmini annuale che si scarichino sulla massa in questione che deve risultare maggiore o uguale al limite di eventi ritenuti e pericolosi. Una circolare della regione Emilia Romagna del 29 novembre 1990 precisa che: " al fine di limitare il calcolo probabilistico contenuto nella Norma CEI 81-8 alle sole strutture significative, se installate in pianura e a quota inferiore a quella degli edifici circostanti, possono essere escluse dall'obbligo di denuncia le strutture di dimensioni ridotte, quali ad esempio, le seguenti:

- i ponteggi metallici installati in un contesto urbano e di estensione non rilevante;
- le baracche metalliche;
- le tettoie metalliche;
- i serbatoi metallici di piccola capacità;
- le carpenterie metalliche di impianti di filtrazione ed espulsione fluidi."

conduttori

Devono essere impiegati conduttori di sezione adeguata sez. Rame ### 35 mm² (CEI 81-1).

Interconnessione con l'impianto di terra

L'impianto deve essere interconnesso con quello generale di terra al fine di garantire un sistema unico equipotenziale (CEI 81-1).

Le connessioni tra le varie parti dell'impianto e tra queste e i dispersori devono essere realizzate in modo idoneo (art. 325/547).

ponteggio

Il ponteggio, se collegato all'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, deve avere una derivazione a terra almeno ogni 25 m di sviluppo perimetrale e, comunque, non meno di due derivazioni.

LAVORAZIONI PARTICOLARI

Cosa fare prima dell'uso

**luoghi
conduttori
ristretti**

Sono da considerarsi luoghi conduttori ristretti per es. i serbatoi metallici e le cavità entro strutture non isolanti le cui dimensioni siano tali che la persona possa venire a contatto con tali superfici con una ampia parte del corpo, diversa da mani e piedi. Anche i lavori svolti su tralicci o in presenza di acqua e fango vanno considerati come svolti in luoghi conduttori ristretti.

Nei confronti dei contatti diretti l'impianto va realizzato con barriere ed involucri che garantiscano una elevata tenuta, con un grado di protezione antinfortunistica pari ad almeno a IPXXB (vedi grado di protezione in appendice). Oppure un grado di isolamento, anche degli isolatori in grado di sopportare una tensione di prova di 500 V per un minuto.

Non sono accettabili misure di protezione tramite ostacoli, né mediante distanziamento.

Contro i contatti indiretti le misure di protezione vanno distinte fra quelle per componenti fissi dell'impianto e quelle per componenti mobili.

Componenti fissi

Per i componenti fissi si prospettano quattro possibili soluzioni protettive:

- alimentazione in bassissima tensione di sicurezza (SELV) max 50 v in c.a. e 120 V in c.c.;
- interruzione automatica mediante un dispositivo differenziale con corrente di intervento non superiore a 0,05 A ed installazione di un collegamento equipotenziale supplementare fra le masse degli apparecchi fissi e le parti conduttrici (in genere masse estranee) del luogo conduttore ristretto;
- separazione elettrica tramite trasformatore di isolamento;
- impiego di componenti di classe II (compresi i cavi), con utenze protette da un differenziale con corrente di intervento non superiore a 0,05 A e dotate di un adeguato IP.

Le lampade elettriche vanno solamente alimentate da sistemi a bassissima tensione di sicurezza (SELV) mentre gli utensili portatili possono essere alimentati da sistemi SELV, oppure da trasformatori di isolamento, a condizione che venga collegato un solo componente a ciascun avvolgimento secondario; è comunque preferibile usare utensili con grado di isolamento di classe II.

Le sorgenti di alimentazione SELV ed i trasformatori di isolamento devono essere tenute all'esterno del luogo conduttore ristretto.

**lavori in
prossimità di
linee
elettriche**

Ogni qualvolta un cantiere deve essere impiantato in una zona interessata dal passaggio di una linea aerea di media o di alta tensione, occorre che il responsabile dell'impresa prenda preventivamente contatto con l'ente distributore dell'energia per concordare le distanze e le procedure di sicurezza da assumere, onde evitare contatti accidentali con i conduttori nudi delle linee. Occorre comunque mantenere una distanza di 5 metri dalle linee elettriche in tensione (art.11 DPR 164/56).

In prossimità delle linee elettriche è bene installare dei cartelli di pericolo, con l'indicazione dell'altezza massima raggiungibile, e vietare, quando possibile, il passaggio e la sosta degli elevatori lungo la fascia interessata dalla linea.

DIVERSI TIPI DI ALIMENTAZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO**Cosa fare prima dell'uso****diversi tipi di
alimentazione
del circuito**

Nel caso fossero presenti diversi tipi di alimentazione queste devono essere collegati all'impianto tramite dispositivi che ne impediscano l'interconnessione (CEI 64-8).

**alimentazione
in media
tensione con
cabina
elettrica**

A termini di legge, la presenza di una cabina richiede l'esposizione del relativo schema elettrico unifilare e la disponibilità degli schemi relativi ai circuiti ausiliari. ma anche nei cantieri alimentati in bassa tensione è importante disporre di uno schema di distribuzione diviene necessario nei grossi complessi, dove la molteplicità delle linee e dei condotti ne richiede una conoscenza dimensionale e topografica.

Agli schemi, da conservare in un'apposita cartella o schedario, vanno aggiunte le istruzioni attinenti il funzionamento e la manutenzione delle utenze ed eventualmente del gruppo elettrogeno e del soccorritore statico per l'illuminazione di sicurezza.

LA FORMAZIONE**V.1 I rischi e i casi di infortunio****V.1.1 Principali rischi**

Il cantiere è l'ambiente di lavoro dove è più alto il rischio connesso all'uso dell'elettricità. Le sue stesse caratteristiche portano il lavoratore a dover spesso operare in ambienti umidi, polverosi ed in presenza di grandi masse metalliche poste all'aperto. Inoltre, a causa del continuo evolversi dei lavori e delle esigenze dei diversi operatori presenti in cantiere, l'impianto elettrico è spesso provvisorio, sottoposto a modifiche e ad un uso flessibile.

Gran parte degli infortuni che avvengono in cantiere devono essere attribuiti alla mancata attuazione delle norme di prevenzione.

Per quel che riguarda gli infortuni dovuti al rischio elettrico va innanzitutto sottolineato che il contatto del corpo umano con l'energia elettrica può avvenire in due modi:

- contatto indiretto, con una parte conduttrice normalmente in tensione, ma che per un guasto dell'isolamento o per altre cause si trovi accidentalmente in tensione (ad es. carcasse metalliche, quadri di comando e apparecchiature elettriche);
- contatto diretto, con una parte conduttrice normalmente in tensione. (ad es. un cavo elettrico scoperto).

L'elettricità può determinare lesioni corporali di tre tipi:

- shock elettrico;
- ustioni da arco elettrico;
- ustioni da elettrocuzione.

Il passaggio della corrente per contatto diretto od indiretto va sotto il nome di elettrocuzione.

I danni che derivano dall'elettrocuzione dipendono essenzialmente da 2 parametri:

- intensità e durata della corrente;
- stato di isolamento del soggetto, al quale contribuiscono anche la costituzione fisica generale dell'individuo colpito e la condizione psico-fisica al momento del contatto.

V.1.2 Statistiche

Da una ricerca condotta dal Politecnico di Torino in collaborazione con ISPESL e CNR su un arco temporale di 28 anni dal 1960 al 1987 risulta che le principali cause di infortunio elettrico all'interno del cantiere sono essenzialmente per contatto indiretto (64% dei casi), solamente il 31% avviene per contatto diretto, mentre il rimanente 5% avviene per arco elettrico.

La pericolosità del contatto indiretto deriva principalmente dal fatto che "si prende la scossa" toccando parti di attrezzature o masse metalliche che normalmente non dovrebbero essere in tensione; è quindi un contatto che avviene sempre senza nessuna precauzione. E' molto frequente il caso di interruzione o allentamento dei conduttori di protezione o di terra a causa di rotture, tranciamenti, vibrazioni, urti e così via.

Inoltre la maggior parte degli infortuni da contatto indiretto avvengono non per l'assenza del collegamento a terra, ma perché l'impianto di terra non è coordinato con le protezioni, un contatto accidentale sulla massa si trasforma così in un contatto diretto.

Il contatto indiretto avviene principalmente per messa in tensione a causa del cedimento dell'isolamento principale di una apparecchiatura elettrica; di questi infortuni circa il 36% possono essere imputati alla betoniera, il 18% all'apparecchio di sollevamento, l'11% a prese a spina e cavi elettrici.

Anche cavi strappati, morsetti scoperti o involucri rotti possono costituire una consistente fonte di pericolo.

IMPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE

Per la protezione contro i contatti diretti l'uso del differenziale è un accorgimento utile, ma non sempre efficace; è comunque necessario ricorrere ai necessari isolamenti previsti per legge, mentre si raccomanda di utilizzare la protezione di ostacoli fisici (barriere) solo quando non sia possibile adottare altre misure di protezione, e comunque solo per brevi periodi. (CEI 64 - 8/7)

Nel loro complesso però gli infortuni non avvengono solo per cause legate ad apparecchiature elettriche; piuttosto la loro origine è da ricercare nella mancanza del collegamento a terra degli apparecchi o nell'erroneo o mancante coordinamento con i dispositivi di interruzione automatica del circuito. Infatti di tutti gli infortuni dovuti a cause elettriche che succedono in cantiere, nel 37 % dei casi l'impianto di terra non esiste, nel 56 % è presente ma non coordinato con l'interruttore differenziale e solo nel 7% dei casi l'impianto di terra è coordinato con il differenziale.

E' infine necessario tener presente che nei cantieri circa l'80% degli infortuni mortali provocati dalle prese a spina è imputabile al distacco del conduttore di terra dal relativo morsetto ed a un suo contatto accidentale con i morsetti di fase.

(Le statistiche riportate sono state tratte dall'articolo di Giulio Lusardi: "Infortuni elettrici nei cantieri edili" pubblicato su Lavoro Sicuro del Febbraio 1993)

V.2 Le responsabilità

Vedi l'equivalente parte V della scheda madre (schede TA-V-1, 2, 3 e 4).

V.3 Le istruzioni essenziali per gli operatori

Per le istruzioni essenziali agli operatori, vedi schede seguenti.

V.3A.1 Generalità

Cosa fare durante l'uso

Non manovrare interruttori o pulsanti con le mani bagnate o stando sul bagnato, anche se il grado di protezione delle apparecchiature lo potrebbe permettere.

Evita di toccare i fili di apparecchi elettrici con oggetti metallici (tubi e profilati), getti d'acqua, getti di estintori idrici o a schiuma; quando esiste questo pericolo devi togliere preventivamente tensione al circuito.

Devi evitare nel modo più assoluto di usare scale metalliche a contatto con apparecchiature e linee elettriche.

Non spostare macchine o quadri elettrici non predisposti allo scopo se non dopo aver disinserito l'alimentazione.

Ricorda che le riparazioni su impianti elettrici devono essere sempre compiute da personale specializzato.

Non devi rimuovere le custodie e i ripari di protezione di apparecchiature ed impianti elettrici senza aver ottenuto l'autorizzazione di un superiore, ricorda che questa operazione deve essere compiuta solamente dopo essersi assicurati che la parte del circuito interessata non sia sotto tensione. È bene bloccare meccanicamente, ove possibile, con un lucchetto gli organi di manovra interessati e apporre su di essi il cartello: "Lavori in corso - non effettuare manovre".

Segnala immediatamente al tuo superiore la presenza di apparecchiature elettriche aperte (batterie, interruttori, scatole, ecc.), materiali e apparecchiature con involucri protettivi danneggiati o che presentino segni di bruciature, cavi elettrici nudi o con isolamento rotto ed ogni altra anomalia di cui vieni a conoscenza.

V.3A.2 Quadri elettrici

Cosa prima dell'uso

Controlla che all'esterno e all'interno degli sportelli siano presenti le indicazioni di pericolo.

Ricorda che l'interruttore differenziale trova applicazione contro gli effetti nocivi dell'elettrocuzione, ma ha comunque una serie di limitazioni tra cui la principale è che non interviene in caso di un contatto diretto senza dispersioni verso terra (contatto tra fase e fase).

Cosa fare durante l'uso

Durante il lavoro ricorda che i quadri elettrici devono essere tenuti il più possibile chiusi. Alla fine della giornata verifica sempre che gli interruttori generali siano disinseriti, e che il quadri sia chiuso a chiave.

Ricorda che ogni volta che un dispositivo di protezione (interruttore) è intervenuto ad aprire il circuito prima di ridare tensione all'impianto occorre individuare e aggiustare il guasto che lo ha provocato, nel caso che questo non fosse evidente, occorre interpellare personale specializzato e mai dare di nuovo tensione escludendo dal circuito l'interruttore che ne impedisce la chiusura.

E' pericolosissimo mettere fuori uso i dispositivi di sicurezza, togliendo, bloccando, sostituendo valvole, interruttori automatici, molle, ecc. con altri di diversa taratura o peggio ancora utilizzando sistemi di fortuna.

V.3A.3 Prese a spina

Cosa fare prima dell'uso

Tieni ben presente che in cantiere devono essere usate prese a spina conformi alle specifiche CEE Euronorm con grado di protezione contro la penetrazione di corpi solidi e liquidi pari almeno a IP 44, il grado di protezione minimo quando vengano utilizzate all'esterno dovrà essere di IP 67.

Non devi usare le prese a spina per uso domestico in cantiere, in quanto non hanno i necessari requisiti di resistenza agli urti, nel caso che eccezionalmente e temporaneamente ti fosse necessario utilizzare un attrezzo elettrico con spina di tipo domestico indissolubile dal cavo (es. trapani, flessibili ecc.) dovrai ricorrere ad appositi adattatori da montare sulle prese a norma.

Ricorda però che questi adattatori non devono:

- essere usati in luoghi con pericolo di scoppio o di incendio;
- essere usati in prese con interruttori di blocco;
- essere lasciati inseriti nelle prese quando non utilizzati;
- avere grado di protezione inferiore a quello necessario alla lavorazione;

- avere portata inferiore a quella della presa.

Ricorda che tutte le prese a norma sono dotate da un sistema di ritenuta che evita il contatto accidentale della spina, inoltre le prese a spina con corrente nominale maggiore di 16 A devono essere di tipo interbloccato, con interblocco perfettamente funzionante.

Evita i collegamenti volanti; nel caso occorranza i collegamenti a presa e spina vanno eseguiti preferibilmente fuori dai tratti interrati.

Cosa fare durante l'uso

Per disinnestare una spina da una presa di corrente devi tenere con la mano l'impugnatura della spina stessa e mai il cavo.

Non devi mai collegare direttamente i cavi agli spinotti in tensione.

Poni particolare attenzione alla tenuta del pressacavo d'ingresso del cavo, sia nella spina mobile sia nella presa, fissa o mobile che sia. Oltre ad esercitare un elevato grado di protezione contro la penetrazione nel corpo della spina di polvere e liquidi, il pressacavo serve ad evitare che una tensione esercitata sul cavo possa sconnettere i cavi dai morsetti degli spinotti.

Gli spinotti delle spine così come gli alveoli delle prese, vanno tenuti puliti e asciutti.

Controlla le prese e le spine che hanno subito forti urti anche se non presentano danni visibili e fai sostituire quelle che presentino segni di bruciature o danneggiamento.

Rivolgiti a personale qualificato per il controllo e la sostituzione delle prese e delle spine.

Non inserire o disinserire macchine o utensili su prese in tensione; prima di effettuare l'allacciamento, verifica che interruttore di manovra alla macchina od utensile sia "aperto" (macchina ferma); prima di effettuare l'allacciamento verifica che l'interruttore posto a monte della presa sia "aperto" (tolta tensione alla presa).

V.3A.4 Conduttori elettrici

Cosa fare prima dell'uso

Ricorda che i cavi di colore giallo-verde sono da utilizzare solo per conduttori di protezione (di terra).

Tieni ben presente che i cavi elettrici :

- non devono intralciare i passaggi nel loro impiego, è quindi bene che siano posizionate in direzione parallela alle vie di transito
- quando si trovino a terra devono avere una ulteriore protezione contro l'usura meccanica ; come la sovrapposizione di assi in legno o con tegoli sagomati in PVC, evitando comunque che su tali protezioni circolino mezzi pesanti.

Non approntare artigianalmente le prolunghe, ma utilizza quelle già pronte in commercio e realizzate secondo le norme oppure devi farle realizzare ad un elettricista. E' altresì consigliabile di servirsi di tamburi avvolgicavo con prese incorporate al fine di evitare che il cavo in esubero intralci i passaggi.

Cosa fare durante l'uso

Devi riporre accuratamente i cavi elettrici mobili dopo l'uso; ricorda che il loro abbandono è causa di deterioramento, infatti gli isolamenti in gomma o plastica si rovinano

rapidamente a contatto con oli, grassi e sostanze varie, lo stesso dicasi per gli agenti atmosferici.

L'uso di cavi deteriorati è pericoloso. Non devi mai riparare un cavo deteriorato con nastro isolante adesivo, ma devi farlo sostituire con uno di caratteristiche identiche.

Ricorda che i cavi di alimentazione non devono essere sollecitati a piegamenti di piccolo raggio, né a torsione e neppure appoggiati su spigoli vivi o su materiali caldi

Non depositare bidoni, attrezzi e materiale vario sui cavi, ricorda che per ridurre al minimo lo sviluppo libero è consigliabile l'uso di tenditori, avvolgiamo ecc.

V.3A.5 Macchine funzionanti elettricamente

Cosa fare prima dell'uso

Ricorda che le macchine funzionanti elettricamente devono essere alimentate con la tensione prevista dal costruttore e riportata sulle targhette o sui marchi di cui la macchina deve essere provvista.

Poiché gli utensili elettrici portatili devono essere realizzati in classe II verifica sempre che sull'involucro dell'utensile ci sia il simbolo del doppio quadratino concentrico ed il simbolo dell'istituto di omologazione.

Controlla che le macchine elettriche fisse siano dotate di un interruttore differenziale da 50 mA.

Controlla che le lampade portatili che utilizzi siano:

- costruite con doppio isolamento;
- alimentate con bassissima tensione di sicurezza (24 V forniti mediante trasformatore di sicurezza riconoscibile dal simbolo (inserire simbolo) ovvero mediante separazione elettrica singola (220 V forniti mediante trasformatore di isolamento riconoscibile dal simbolo (inserire simbolo));
- provviste di idoneo involucro di vetro ed avere il portalampada e l'impugnatura costituita di materiale isolante non igroscopico devono inoltre essere protette contro i danni accidentali tramite una griglia di protezione.

Verifica che tutte le macchine fisse, quali ad esempio betoniera e gru a torre, siano collegate all'impianto di terra.

Cosa fare durante l'uso

Ricorda che gli attrezzi elettrici non devono essere presi per il cavo ma per l'apposita impugnatura. Il peso dell'apparecchio produce il distacco del cavo dai morsetti con conseguente pericolo di corto circuito e quindi di scarica elettrica in caso di contatto.

Verifica sempre il punto dove il cavo di alimentazione si collega alla macchina in quanto in questa zona il conduttore è soggetto ad usura e a sollecitazioni meccaniche con possibilità di rottura dell'isolamento.

Verifica sempre la perfetta connessione della macchina ai conduttori di protezione e sul collegamento di questo all'impianto di terra.

Verifica visivamente prima dell'utilizzo l'integrità dell'isolamento della carcassa e specialmente dell'impugnatura dell'utensile.

IMPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE

Non usare lampadine di elevata potenza, per evitare possibili incendi e cedimento dell'isolamento per il calore prodotto. Usa solo lampade portatili a norma e mai quelle cosiddette "fatte in casa".

VI – RIFERIMENTI NORMATIVI

DPR n. 547 del 27/04/1955: *Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.*

DPR n. 164 del 19/01/1956: *Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni.*

DM n. 209 del 12/09/1959: *Attribuzione dei compiti e determinazione delle modalità e delle documentazioni relative all'esercizio delle verifiche e dei controlli previsti dalle norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro.*

Legge n. 186 del 01/03/1968: *Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.*

Legge n. 791 del 18/10/1977: *Attuazione della direttiva CEE 72/23 relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico.*

Legge n. 46 del 05/03/1990: *Norme per la sicurezza degli impianti.*

DPR n. 447 del 06/12/1991: *Regolamento di attuazione della legge n. 46 del 5 Marzo 1990.*

DM n. 49 del 28/02/1992: *Approvazione del modello di dichiarazione di conformità alla regola d'arte di cui all'art. 7 del regolamento di attuazione della legge 46/90.*

DM n. 519 del 15/10/1993: *Regolamento recante autorizzazione all'Istituto Superiore Prevenzione e Sicurezza del Lavoro ad esercitare attività omologative di primo o nuovo impianto per la messa a terra e la protezione dalle scariche atmosferiche.*

Norme CEI

Norma	Fascicolo	Anno	Titolo
CEI 7-6	239	1968	Controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee ed impianti elettrici.

MPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE

CEI 8-6	1312	1990	Tensione nominale per sistemi di distribuzione pubblica dell'energia elettrica a bassa tensione.
CEI 11-8	1285	1989	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione energia elettrica. Impianti di terra.
CEI 11-17	1890	1992	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Linee in cavo.
CEI 14 - 6	1418	1990	Trasformatori di isolamento e trasformatori di sicurezza. Prescrizioni.
CEI 17 - 13/1	1443	1990	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS).
CEI 17-13/4	1892	1992	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 4: prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC).
CEI 20-13	1843	1992	Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV.
CEI 20-14	661	1984	Cavi isolati con polivinilcloruro di qualità R" con grado di isolamento superiore a 3. (Per sistemi elettrici con tensione nominale da 1 a 20 kV)
CEI 20-19	1344	1990	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V
CEI 20-20	1345	1990	Cavi isolati con polivinil cloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V
CEI 20-22	1025	1987	Prova dei cavi non propaganti l'incendio
CEI 20-29	540	1980	Conduttori per cavi isolati.
CEI 20-34		1985	Metodi di prova per isolanti e guaine dei cavi elettrici rigidi e flessibili (mescole elastomeriche e termoplastiche).
CEI 20-35	688	1984	Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco. Punto 1: prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale.
CEI 20-40	1772 G	1992	Guida per l'uso di cavi a bassa tensione.
CEI 23-12	258	1971	Prese a spina per usi industriali.
CEI 23-12/1	1936 E	1992	Spine e prese per uso industriale. Parte I: Prescrizioni generali.

MPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE

CEI 23-25	1176	1989	Tubi per le installazioni elettriche. Parte I: Prescrizioni generali.
CEI 23-29	1260	1989	Cavidotti in materiale plastico rigido
CEI 34-21	1348	1990	Apparecchi di illuminazione. Parte I: Prescrizioni particolari e prove.
CEI 34-22	1748	1992	Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza.
CEI 34-29	772	1986	Apparecchi di illuminazione. Parte II. Requisiti particolari. Apparecchi di illuminazione mobili per uso generale.
CEI 34-34	804	1986	Apparecchi di illuminazione. parte II. Requisiti particolari. Apparecchi portatili.
CEI 64-8/1	1916	1992	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 1: oggetto, scopo e principi fondamentali.
CEI 64-8/2	1917	1992	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 2: definizioni.
CEI 64-8/3	1918	1992	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 3: caratteristiche generali.
CEI 64-8/4	1919	1992	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 4: prescrizioni per la sicurezza.
CEI 64-8/5	1920	1992	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 5: scelta ed installazione dei componenti elettrici.
CEI 64-8/6	1921	1992	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 6: verifiche.
CEI 64-8/7	1922	1992	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 7: ambienti e applicazioni particolari.

MPIANTO ELETTRICO DI CANTIERE

CEI 64-50 UNI 9620	1282 G	1989	Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori ausiliari e telefonici.
CEI 70-1 EN 60529	1915 E	1992	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
CEI 81-1	1439	1990	Protezione di strutture contro i fulmini.
EI 107	1335 P	1990	Effetti della corrente attraverso il corpo umano.