Azienda
Unità Sanitaria Locale
Latina

D i p a r t i m e n t o d i P r e v e n z i o n e

Sito Internet: www.asl.latina.it

REGIONE
LAZIO

Servizio Prevenzione e Sicurezza Ambienti Lavoro

Viale P.L.Nervi Torre 2 GIRASOLI- LATINAFIORI– 04100 LATINA tel. 0773/6553420 fax 0773/6553409

RISCHIO ELETTRICO

IMPIANTI ELETTRICI NEI CANTIERI EDILI

Tdp Dr. CELESTINO DI RAIMO

Impianti elettrici nei cantieri

1. Generalità

L'insieme dei componenti elettrici, elettricamente dipendenti, installati all'interno dell'area delimitata dal recinto del cantiere, costituiscono secondo la guida CEI 64-17, l'impianto elettrico di cantiere. Il cantiere può essere un luogo all'aperto o al chiuso ove si svolgono lavori temporanei come la costruzione di nuovi edifici, la riparazione, la trasformazione, la demolizione e la ristrutturazione di edifici esistenti, la costruzione di opere pubbliche, strade, ferrovie ecc.. Ha in genere vita breve, appare con l'inizio dei lavori e scompare quando questi sono terminati con il recupero, per un successivo riutilizzo, di gran parte degli impianti e delle attrezzature. La provvisorietà tipica della struttura, che induce spesso a trascurare i problemi legati alla sicurezza, le condizioni ambientali gravose e la presenza di persone poco consapevoli del rischio elettrico rendono, come purtroppo confermano le statistiche (più di un terzo del totale degli incidenti elettrici mortali si verifica nei cantieri edili), particolarmente pericoloso questo ambiente di lavoro. Fortunatamente la sensibilità ai problemi della sicurezza è andata costantemente aumentando negli ultimi anni portando al recepimento di alcune direttive europee che stabiliscono prescrizioni molto severe per la sicurezza generale nei cantieri compresa anche la parte elettrica. La funzionalità e la consistenza dell'impianto elettrico di cantiere sono funzione della durata e delle dimensioni del cantiere e pur non essendo richiesto dalla legge 46/90 nessun tipo di progetto, è sempre raccomandabile, almeno per i cantieri di dimensioni considerevoli, approntare una documentazione completa (schemi dei quadri, dimensionamento protezione e posa delle condutture, misure di protezione dai contatti diretti e indiretti e schema dell'impianto di terra) delle principali caratteristiche dell'impianto. Non dimentichiamo che in caso di incidente elettrico il primo chiamato a rispondere è l'installatore che ha realizzato l'impianto e che ha rilasciato la dichiarazione di conformità come esige la Legge 46/90. Il progetto potrebbe essere invece essere richiesto dal datore di lavoro e dal responsabile della sicurezza nei cantieri assoggettati al D.lgs. 494/96 riguardante la sicurezza e l'igiene del lavoro. L'installatore risponde in prima persona ma la responsabilità pesa gravemente anche sulle spalle del datore di lavoro, del capocantiere, del responsabile della sicurezza e degli stessi lavoratori, come specificato nel D.Lgs 494/96 e dalle altre leggi di attuazione delle Direttive Comunitarie, per quanto concerne la sicurezza e la salute nei luoghi di lavoro. In ogni caso il cantiere è un luogo di lavoro molto particolare e le caratteristiche dell'impianto elettrico devono tenere conto del maggiore rischio elettrico: occorrerà tenere presente le condizioni climatiche, variabili per tutta la durata del cantiere, il rischio di urti, la presenza di polveri ed acqua, la presenza più o meno elevata di persone, la presenza di eventuali ambienti a maggior rischio in caso d'incendio o con pericolo di esplosione.

Le responsabilità dell'impianto elettrico, in relazione alla funzione ricoperta nell'ambito del cantiere, in linea di massima possono essere così individuate:

- *installatore* – per la scelta e l'installazione dei quadri che devono essere opportunamente coordinati con le altre apparecchiature a monte e a valle, le condutture compresi i dispositivi di sezionamento e protezione;
- *costruttore dei quadri* – per il rispetto delle caratteristiche e delle prove richieste dalle Norme CEI EN 60439 -1 e 60439-4 ;
- *montatori (es. imprese di noleggio e posa dei macchinari) e utilizzatori finali (capocantiere)* – per i circuiti terminali di collegamento delle macchine ai rispettivi quadri;
- *datore di lavoro, capocantiere e responsabile della sicurezza* – per le macchine fisse, e le apparecchiature portatili o trasportabili.

2. Protezione contro i contatti diretti e indiretti

La protezione contro i contatti diretti viene ottenuta tramite isolamento delle parti attive o mediante involucri e barriere. E' bene evitare la protezione mediante ostacoli che può comunque essere utilizzata per breve tempo quando non sono praticabili altre misure. La protezione mediante distanziamento è applicabile alle linee aeree nude. Essendo i cantieri allestiti generalmente all'aperto occorre tener presente che il DPR 164/56 vieta di eseguire lavori in vicinanza di linee aeree ad una distanza inferiore a 5 m (tenendo eventualmente presente anche la lunghezza del braccio delle gru - fig. 1) a meno che, avvertito il gestore dell'impianto, non si provveda ad un'adeguata protezione mediante ostacoli (fig. 2) per evitare contatti o pericolosi avvicinamenti ai conduttori delle linee.

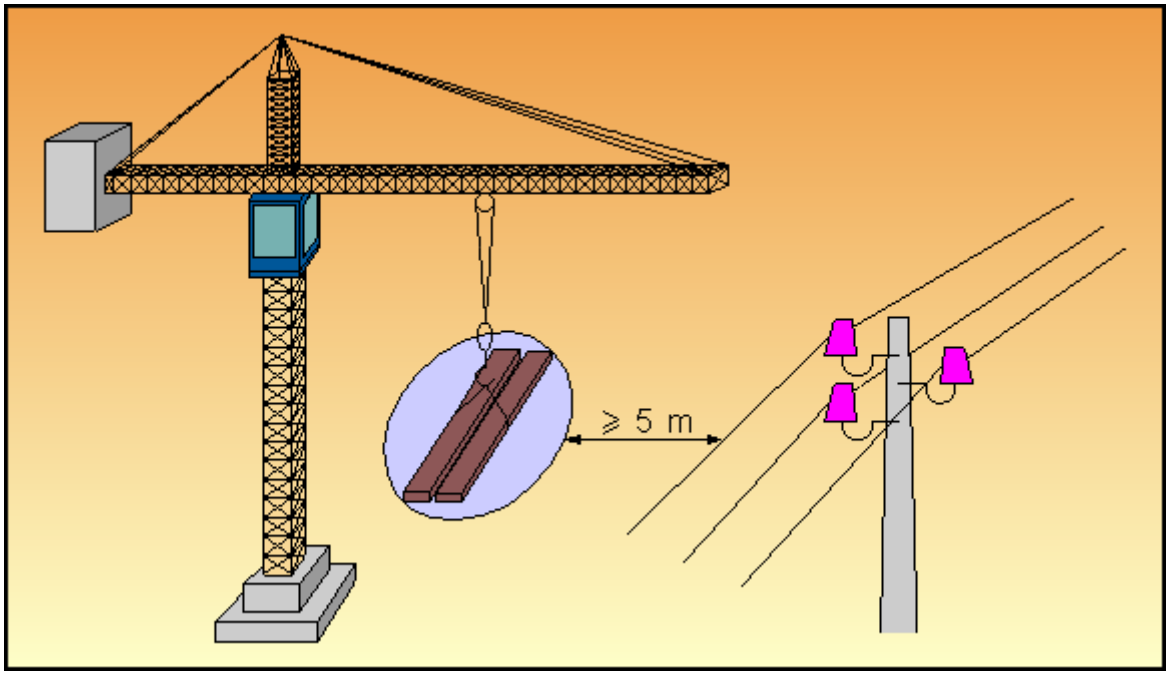


Fig. 1 – Distanza minima da linee elettriche

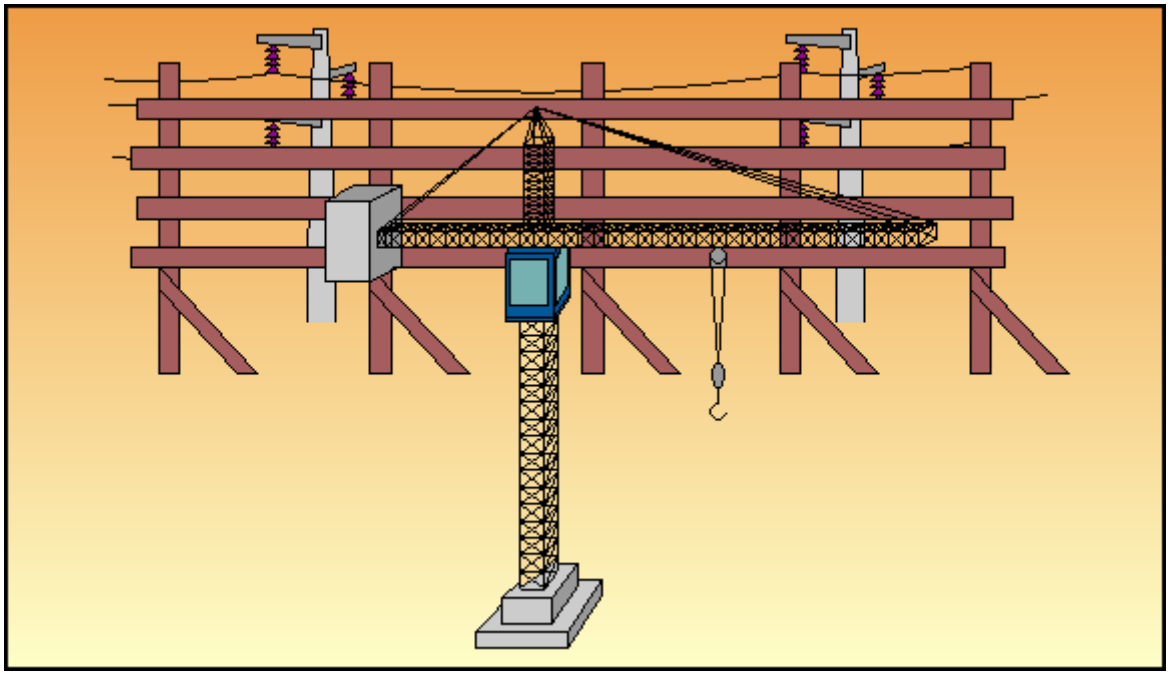


Fig. 2 – Esempio di protezione nei confronti di una linea aerea in media tensione

L'impianto di cantiere è alimentato normalmente da un punto di fornitura provvisorio e trae origine dal punto di allacciamento della linea di alimentazione del quadro generale di cantiere che spesso coincide con i morsetti dell'interruttore limitatore o dell'organo di misura, quando l'energia è fornita direttamente in bassa tensione da un ente distributore, o con un gruppo elettrogeno o una sottostazione prefabbricata di trasformazione MT/BT negli altri casi. L'alimentazione però può essere prelevata anche da un impianto esistente, con l'impianto di cantiere che in questo caso fa capo ai morsetti dell'interruttore immediatamente a monte della linea di cantiere oppure, come nel caso di piccoli cantieri, direttamente dalla presa a spina che alimenta il quadretto di cantiere. Per garantire la protezione contro i contatti indiretti sono ammessi tutti i sistemi indicati dalla Norma CEI 64-8, interruzione automatica dell'alimentazione, componenti di classe II, separazione elettrica, ecc. considerando una tensione di contatto limite ridotta rispetto ad un luogo ordinario a 25 V in corrente alternata e a 60 V in corrente continua. La protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti può essere ottenuta mediante il sistema SELV a una tensione nominale non superiore a 50V in corrente alternata o 120V in corrente continua con l'alimentazione fornita da una

sorgente di sicurezza con adeguate caratteristiche di separazione (motori generatori, trasformatori di sicurezza, batterie, ecc..).

2.1 Alimentazione da rete pubblica a bassa tensione (Sistema TT)

Quando l'alimentazione è fornita direttamente in bassa tensione dall'ente distributore il sistema è TT. Il tipo di sistema determina il modo di collegamento a terra che in questo caso prevede il collegamento di tutte le masse del cantiere ad un impianto di terra indipendente da quello della rete di alimentazione pubblica (fig. 3).

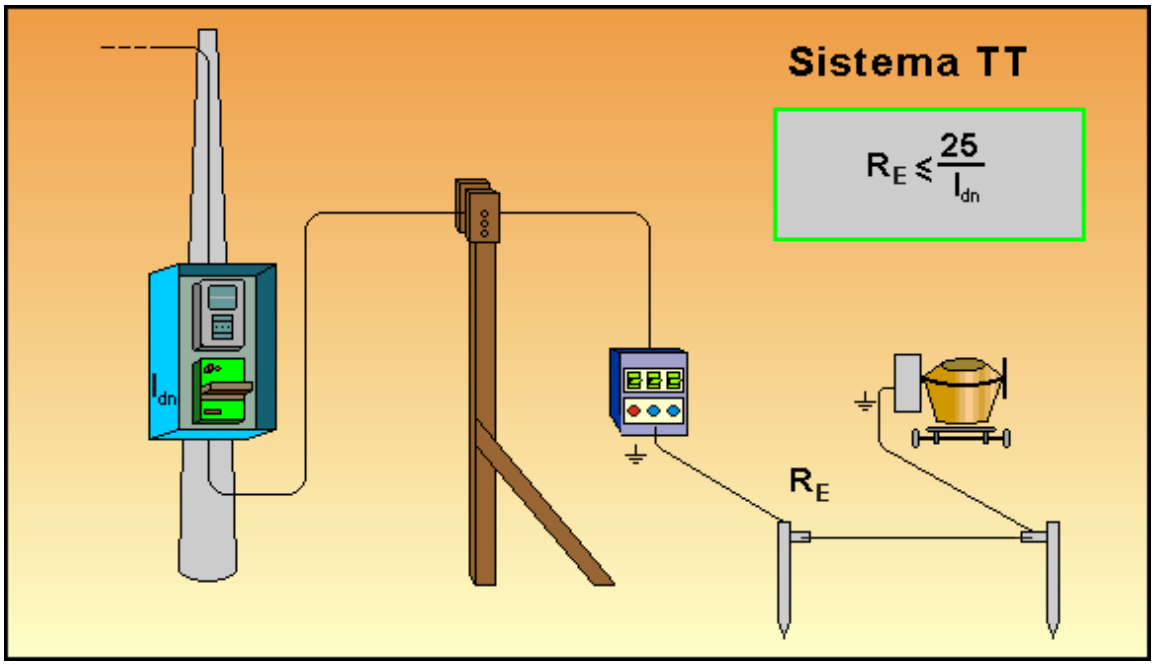


Fig. 3 - Alimentazione da rete pubblica (sistema TT)

Il valore della resistenza di terra deve essere coordinato con i dispositivi di protezione verificando la seguente relazione:

$$R_a \leq \frac{25}{I_{\Delta n}} \quad (1.1)$$

dove R E è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, I dn è la corrente nominale differenziale del dispositivo di protezione e 25 V è la tensione limite di contatto.

2.2 Alimentazione da rete pubblica in alta tensione (Sistema TN-S)

Per i cantieri di grande dimensione può essere conveniente alimentare l'impianto elettrico in alta tensione mediante una propria cabina di trasformazione realizzando un sistema che, per il modo di collegamento a terra delle masse, prende il nome di TN-S (lo stesso sistema viene adottato anche se l'alimentazione avviene tramite gruppo elettrogeno). L'impianto di terra è unico e si ottiene collegando le masse dell'impianto del cantiere, attraverso un adeguato conduttore di protezione, all'impianto di terra della cabina di trasformazione.

Per la parte in alta tensione la relazione da verificare in questo caso è:

$$U_E = R_E \times I_F \leq U_{TP} \quad (1.2)$$

dove R E è la resistenza di terra, U E è la tensione totale di terra, U TP è la tensione di contatto ammissibile ed I F è la corrente di guasto a terra lato alta tensione (dato fornito dall'ente distributore). La tensione totale

di terra U E e le tensioni di contatto ammissibili U TP , noto il tempo di eliminazione del guasto t F (dato fornito dall'ente distributore) devono essere scelte fra quelle indicate in fig. 4.

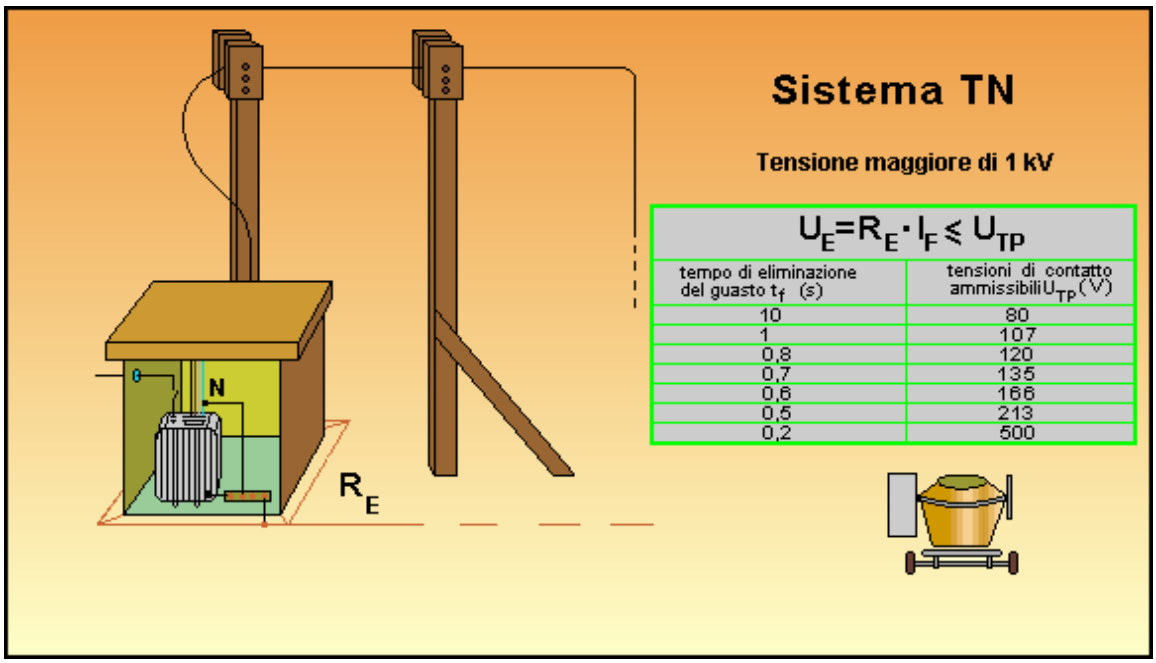


Fig. 4 - Alimentazione con sistema TN – Parte in media tensione

Qualora non fosse possibile garantire il coordinamento dell'impianto di cantiere con le protezioni dell'ente distributore è possibile adottare altre soluzioni proposte dalle Norme CEI 11-1. Per quanto riguarda la parte dell'impianto a bassa tensione occorre verificare il coordinamento dei dispositivi di protezione così come indicato nella Norma CEI 64-8 art. 481.3.1 (fig. 5).

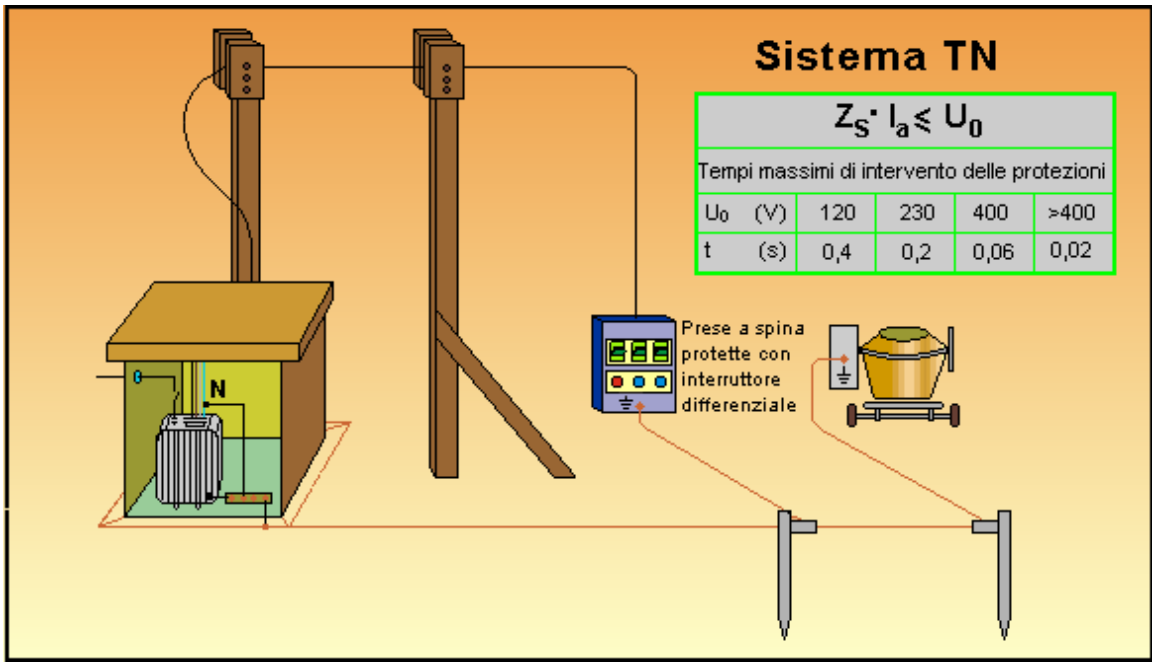


Fig. 5 – Alimentazione con sistema TN – Parte in bassa tensione

Nei sistemi TN un guasto sul lato bassa tensione è riconducibile ad un vero e proprio corto circuito poiché la corrente si richiude, attraverso i conduttori di fase e quelli di protezione, sul centro stella del trasformatore, senza interessare il dispersore. La protezione può essere attuata per mezzo di dispositivi a massima corrente a tempo inverso quando sia soddisfatta la seguente condizione:

$$I_a \leq \frac{U_0}{Z_s} \quad (1.3)$$

dove U 0 è la tensione nominale verso terra dell'impianto lato bassa tensione (normalmente 230 V), Z S è l'impedenza totale dell'anello di guasto che comprende il trasformatore il conduttore di fase e quello di protezione fra il punto di guasto e il trasformatore, I a è la corrente che provoca l'intervento delle protezioni entro i tempi indicati per gli impianti in ambienti particolari (fig. 5); 0,2 s per i circuiti terminali e 5 s per i circuiti di distribuzione o circuiti terminali che alimentano apparecchi fissi quando si hanno tensioni verso terra di 230 V . L'impedenza dell'anello di guasto può essere ottenuta con calcoli o più semplicemente con misure ma negli impianti di cantiere, dove per maggior sicurezza normalmente si impiegano dispositivi differenziali (in questo caso I a coincide con la corrente nominale differenziale del dispositivo I dn), la misura dell'impedenza dell'anello di guasto in genere non risulta necessaria perché nella maggioranza dei casi con tali dispositivi la relazione 1.3 risulta ampiamente soddisfatta.

2.3 Alimentazione dei circuiti in luoghi conduttori ristretti

Tutti i luoghi di dimensioni limitate, racchiusi da superfici metalliche o comunque conduttrici nei quali una persona può entrare in contatto con tali superfici attraverso un' ampia parte del suo corpo e dove è difficoltoso interrompere tale contatto (fig. 1.6), vengono denominati luoghi conduttori ristretti (tale definizione è applicabile agli ambienti estesi in cui l'operatore è a stretto contatto, con ampie parti del corpo, con superfici conduttrici, ad esempio lavori con cinture di sicurezza su strutture metalliche, i ponteggi e le incastellature metalliche, l'interno di serbatoi metallici, gli stretti passaggi tra un insieme di tubazioni metalliche, ecc..).

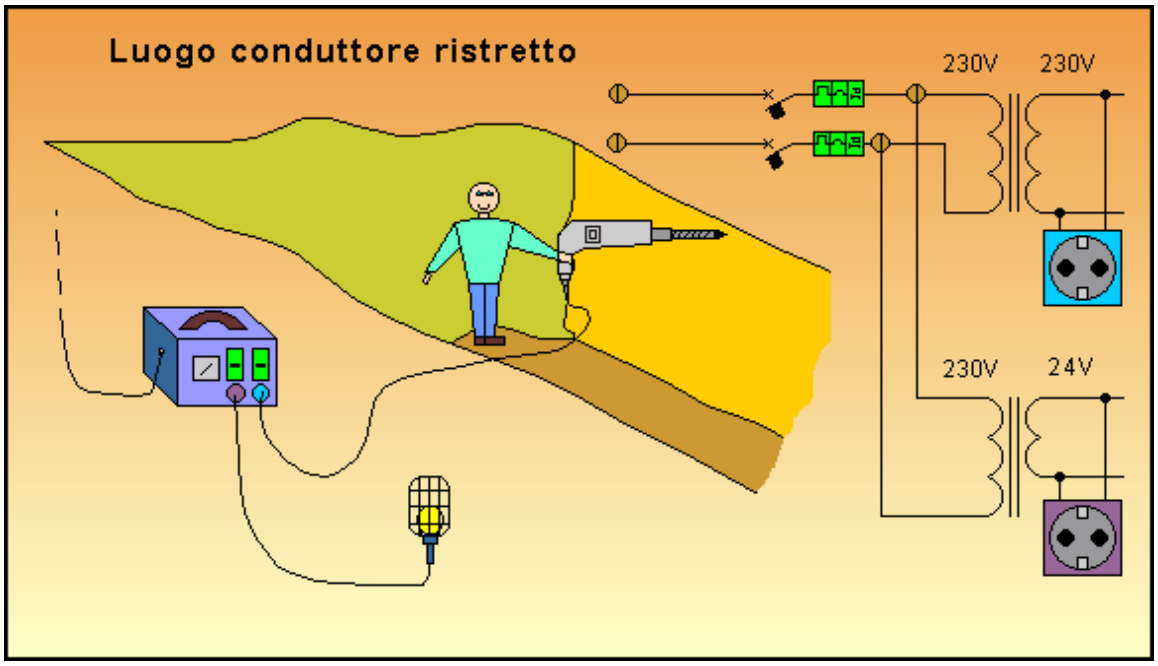


Fig. 6 – Alimentazione dei circuiti in luogo conduttore ristretto mediante trasformatore di sicurezza (SELV) e di isolamento

Gli utensili portatili, gli apparecchi di misura trasportabili o mobili impiegati in questi luoghi possono essere alimentati a bassissima tensione di sicurezza (SELV) ad una tensione non superiore a 50 V (le lampade portatili possono essere alimentate solo a bassissima tensione di sicurezza normalmente 24 V) o tramite separazione elettrica con un trasformatore di isolamento 230V/230V, rispondente alla Norma CEI 96-1 (in questo caso gli utensili, dovranno essere del tipo a doppio isolamento e il trasformatore di sicurezza dovrà essere privo della messa a terra sul secondario), con l'avvertenza di tenere le sorgenti di energia all'esterno del luogo conduttore ristretto. I quadri speciali possono essere muniti di più prese a spina

purché alimentate da un singolo trasformatore o da un singolo avvolgimento di un trasformatore con più avvolgimenti secondari separati

2.4 Protezione per separazione elettrica - Impiego di componenti di classe II

I circuiti dei piccolissimi cantieri possono essere collegati direttamente all'impianto esistente mediante presa a spina che alimenta un quadro portatile contenente un trasformatore di isolamento, ottenendo in tal modo una protezione contro i contatti indiretti mediante separazione elettrica. Allo stesso risultato si può giungere anche utilizzando un piccolo gruppo elettrogeno con adeguate caratteristiche di separazione che alimenta un solo utilizzatore alla volta (fig.7).

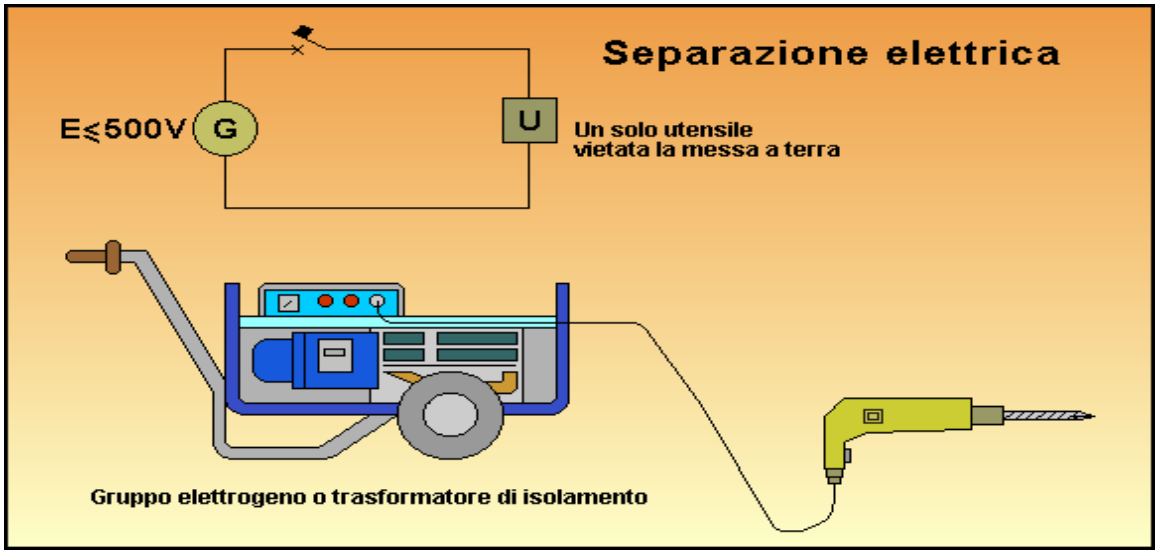


Fig. 7 – Alimentazione di un unico utilizzatore mediante gruppo elettrogeno

Un'altra soluzione possibile per i piccolissimi cantieri consiste nell'impiego di utensili portatili di classe II (fig. 8) purché siano idonei per l'uso in luoghi soggetti a spruzzi d'acqua (IPX4).

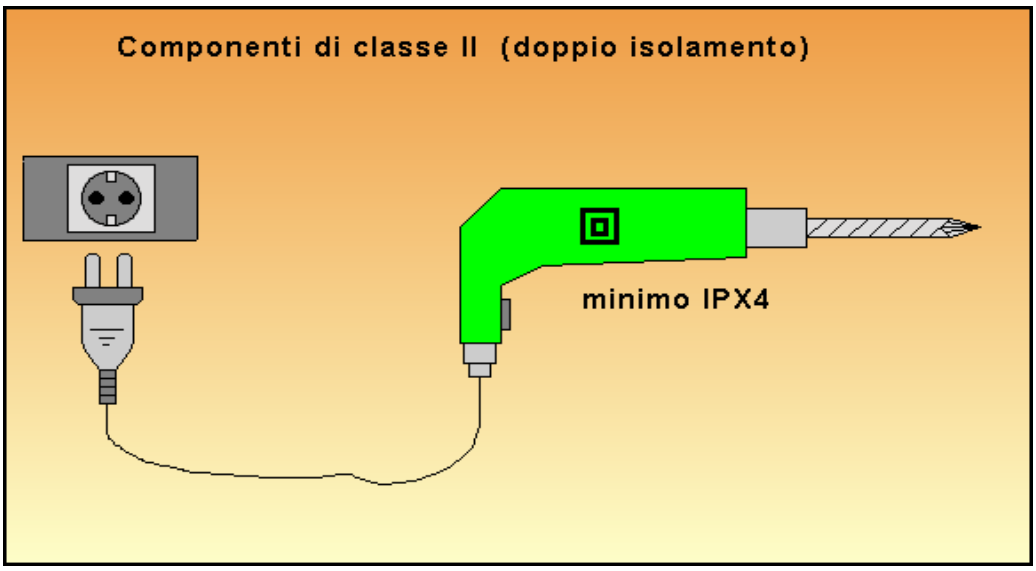
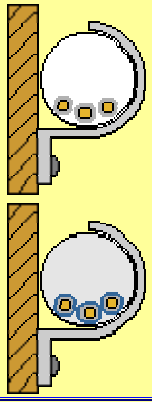
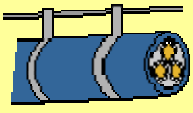
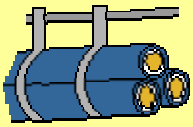


Fig. 8 – Uso di utensili di classe seconda

3. Scelta e installazione dei componenti l'impianto

3.1 Dimensionamento e posa delle condutture

La scelta delle condutture di cantiere viene effettuata, come per tutti gli impianti tradizionali, a partire dalla modalità di posa, tenendo presenti le caratteristiche ambientali tipiche dei cantieri. Il tipo di posa scelto non deve essere di intralcio alle persone o ai mezzi di trasporto (anche per evitare danneggiamenti ai cavi stessi), i cavi devono essere opportunamente protetti meccanicamente contro i danneggiamenti e devono essere facilmente individuabili e rimovibili quando il cantiere sarà smantellato. La scelta della modalità di posa è condizionata da diversi fattori tra i quali il costo e la facilità di recupero o di spostamento nel corso dei lavori di cantiere. Tra le modalità proposte dalla normativa vigente (fig. 9) quella più utilizzata proprio per la sua economicità e versatilità nell'impiego in cantiere, è quella aerea senza fune portante (fig. 10).

Pose più significative	Numero CEI 64-8	Raffigurazione	Temp.ambiente (C°)
Cavi entro tubi a vista Senza guaina Multipolari o unipolari con guaina	3 3A		30
Cavi con guaina o armatura posati a parete	11		30
Cavi multipolari con guaina su passerelle non perforate Cavi unipolari con guaina su passerelle non perforate	12		30
Cavi multipolari con guaina su passerelle perforate Cavi unipolari con guaina su passerelle perforate	13 13		30
Cavi multipolari con guaina sospesi a funi Cavi unipolari con guaina sospesi a funi	17 17	 	30

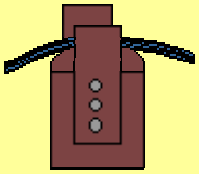
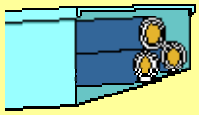
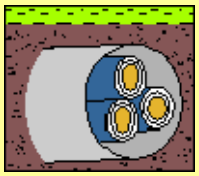
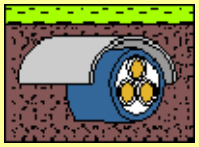
Cavi multipolari con guaina sospesi su pali dotati di selle e fissati confascette	17		30
Cavi Unipolari con o senza guaina posati in canale Cavi Multipolari con o senza guaina posati in canale	34 34A	 	30
Cavi con guaina posati in tubi protettivi (cavidotti) o cunicoli interrati	61	 	20
Cavi provvisti di armatura metallica interrati senza protezione meccanica addizionale	62		20
Cavi con guaina interrati con protezione meccanica	63		20
Cavi multipolari immersi in acqua	81		20

Fig. 9 – Modalità di posa più comuni riportate dalla guida 64-17

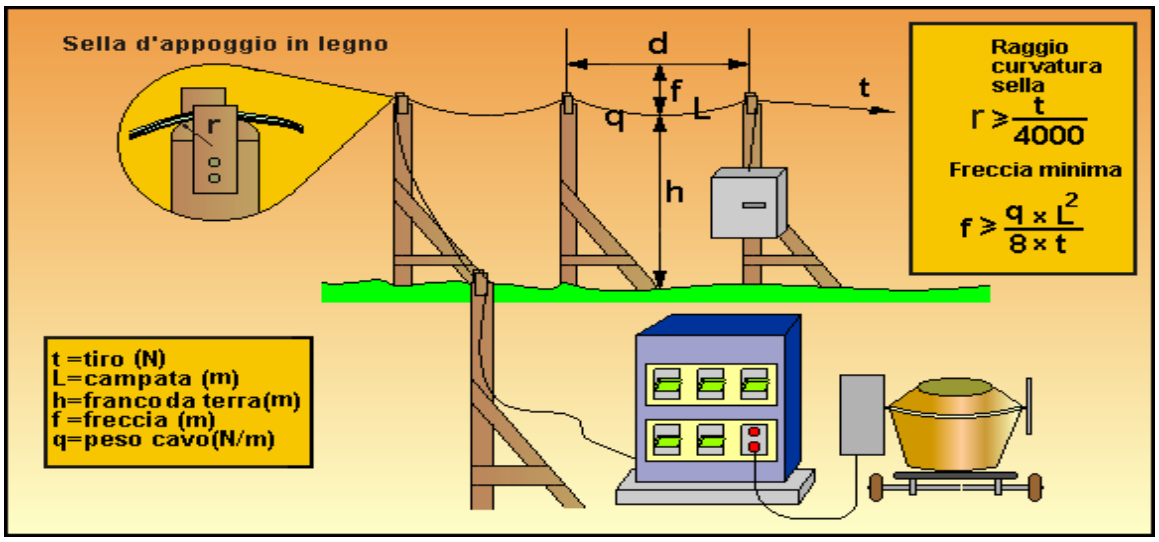


Fig. 10 – Posa aerea senza fune portante

Onde evitare il rischio di tagli sulla guaina è vietato sostenere i cavi a mezzo legature in filo di ferro. Devono invece essere sostenuti mediante selle, in legno o di altro materiale, prive di spigoli o di altri elementi taglienti e aventi un raggio di curvatura adeguato ad evitare lo schiacciamento del cavo sulla sella a causa del proprio peso. Il raggio della sella può essere calcolato con la formula di fig. 10. Alcuni esempi di posa delle condutture in un cantiere sono riportate in fig. 11.

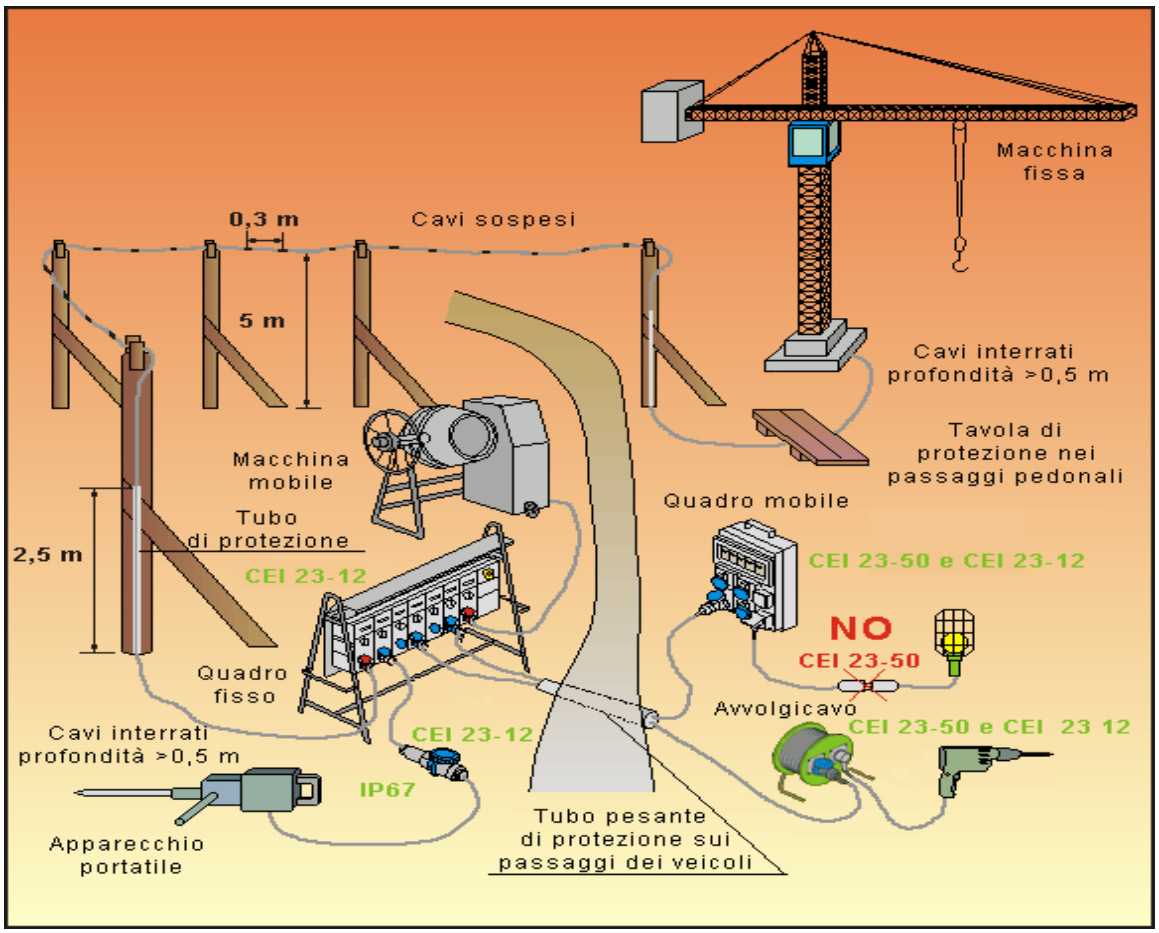


Fig.11 – Esempi di distribuzione e posa delle condutture in un cantiere

I cavi ammessi sono quelli dichiarati idonei dal costruttore per la posa all'esterno in ambienti bagnati (H07VV-F, N1VV-K, FG7OK, H07RN-F,ecc. Tab. 1).

		Posa fissa				Posa mobile
		Tubi protettivi e canali	Passerelle e funi	Interrato		
				Tubi protettivi	Con protezione meccanica	
Modalità di posa		3,34	11,12,13,17,34	61	63	
Tipo	Tensioni					
H07V-K	450/750V	SI	NO	NO	NO	NO
H07BQ-F	450/750V	SI	SI	NO	NO	SI
H07RN-F	450/750V	SI	SI	NO	NO	SI
FG7OR	0,6/1 kV	SI	SI	SI	SI	NO
N1VV-K	0,6/1 kV	SI	SI	SI	SI	NO

Tab. 1 – Tipologie di posa più usate nei cantieri

Di seguito sono indicate, per il tipo di posa su pali e interrato, le portate massime (A) in regime permanente di alcuni cavi isolati in EPR.

Tipo di posa	N° cond. attivi	Sezione del cavo							
		4	6	10	16	25	35	50	70
Aria libera sospeso	2	49	63	86	115	149	185	225	289
	3	42	54	75	100	127	158	192	246
Interrato	2	44	56	73	95	121	146	174	213
	3	37	46	61	79	101	122	144	178

Tab. 2 – Portata massima in regime permanente per alcuni cavi multipolari isolati in EPR (A)

3.3. Quadri ASC per cantiere

Tutti i quadri per la distribuzione dell'elettricità nei cantieri di costruzione e demolizione devono essere conformi alle prescrizioni della *Norma Europea EN 60439-4 - "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 4: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC) "* . Quando l'alimentazione è derivata da un impianto fisso esistente o anche quando l'impianto di cantiere è costituito solamente da parti mobili, non può mancare quindi almeno un quadro generale di cantiere (fig12).

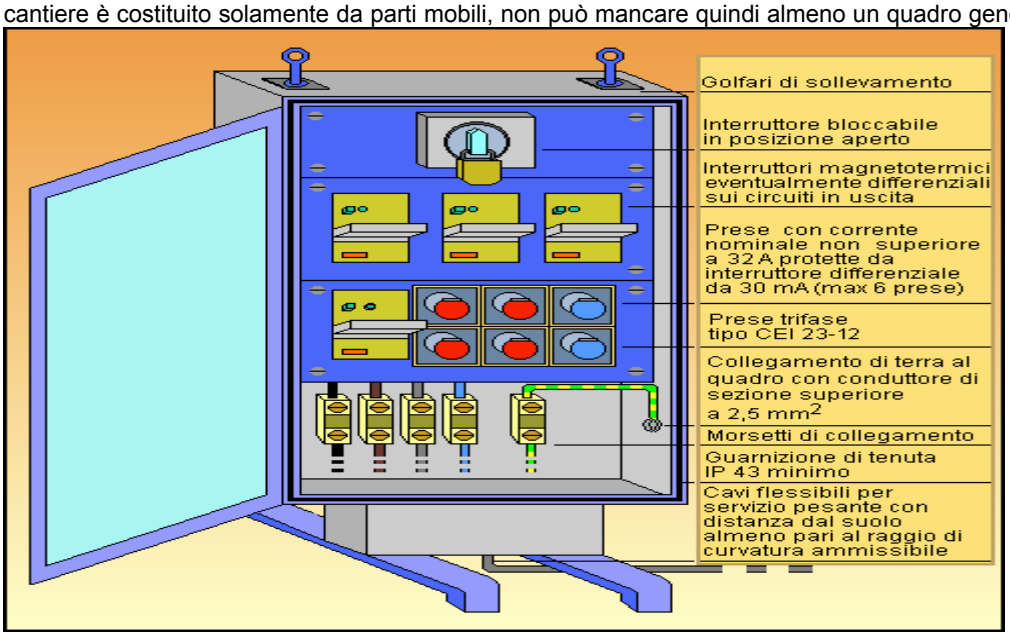


Fig. 12 – Caratteristiche principali di un quadro elettrico di cantiere

Le pesanti condizioni di esercizio a cui sono sottoposti i quadri elettrici impiegati nei cantieri determinano le caratteristiche che devono possedere questi componenti:

- buona versatilità di utilizzo nel cantiere e per il riutilizzo in cantieri successivi;
- facile reperibilità di eventuali parti da sostituire;
- facilità di installazione e di immagazzinamento;
- buona resistenza alle sollecitazioni cui possono essere sottoposti in cantiere;
- garanzia di sicurezza dell'impianto nelle condizioni di utilizzo previste.

I quadri di cantiere devono essere sottoposti a complicate prove di tipo in genere non effettuabili dai normali quadristi o elettricisti. E' per questo motivo che abitualmente i quadri ASC (Assiemati di Serie per Cantieri) vengono acquistati già montati, collaudati e certificati dal costruttore. La guida CEI 64-17 in base a caratteristiche strutturali e di utilizzo individua vari livelli dei quadri di cantiere:

- ASC di distribuzione principale;
- ASC di distribuzione;
- ASC di trasformazione;
- ASC di distribuzione finale;
- ASC di prese a spina.

Per motivi di sicurezza, qualunque sia il numero di quadri in cascata, si deve cercare di ottenere il massimo livello di selettività possibile delle protezioni. Ogni quadro ASC, indipendentemente dalla funzione svolta, dovrà avere:

In entrata

- un dispositivo di sezionamento con la possibilità di bloccarlo in posizione di aperto;
- un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti, non strettamente necessario se la protezione è assicurata da un dispositivo a monte;

In uscita

- uno o più circuiti singolarmente protetti contro le sovracorrenti e i contatti indiretti
- un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti, non strettamente necessario se la protezione è assicurata da un dispositivo a monte;

Oltre a questo il quadro dovrà rispondere alle seguenti prescrizioni normative:

- essere adatto all'installazione anche in luoghi difficilmente accessibili conservando la posizione verticale;
- essere dotato di mezzi idonei al sollevamento e al trasporto;
- possedere morsetti di collegamento adatti a ripetuti allacciamenti;
- possedere un grado di protezione minimo IP44 ad eccezione del pannello frontale interno che potrà avere un grado di protezione minimo IP21 quando è protetto da un portello che garantisca comunque un grado di protezione minimo verso l'esterno IP44;

• avere i cavi in uscita dal quadro ad una distanza dal suolo sufficiente a garantire un corretto raggio di curvatura.

Il quadro di cantiere riveste un'importanza fondamentale per quanto concerne la sicurezza ed è esplicitamente richiesto dalla Norma CEI 64-8. Dal punto di vista della distribuzione, in relazione alla dimensione dell'impianto e al tipo di alimentazione impiegata si possono evidenziare le seguenti situazioni.

Piccolissimi cantieri - dove si effettuano semplici manutenzioni o modeste ristrutturazioni la potenza necessaria al funzionamento del cantiere è dell'ordine di qualche kW e l'alimentazione delle varie apparecchiature può essere ottenuta direttamente dalle prese esistenti utilizzabili anche per il comando e il sezionamento. L'impiego di un piccolo quadro di prese a spina da cantiere con trasformatore di isolamento oppure protetto da interruttore magnetotermico differenziale con I dn non superiore a 30mA è in ogni caso raccomandabile. Potrebbe infatti non essere verificato il coordinamento delle protezioni con il valore della resistenza dell'impianto di terra perché come è noto la tensione di contatto limite negli ambienti ordinari è di 50V mentre nei cantieri è ridotta a 25V.

Per piccoli e medi cantieri – La potenza installata solitamente non è superiore ai 30 kW . Si utilizzano macchine di tipo fisso o trasportabile, come piccole gru o betoniere e utensilii portatili di vario genere. La distribuzione principale è ottenuta per mezzo di un singolo quadro di distribuzione principale, collegato al punto di fornitura dell'energia elettrica in bassa tensione, dotato di prese e morsettiere per il collegamento delle macchine fisse. L'impianto può essere completato con quadri di prese a spina secondari allacciati al quadro di distribuzione principale per l'alimentazione di elettroutensili portatili.

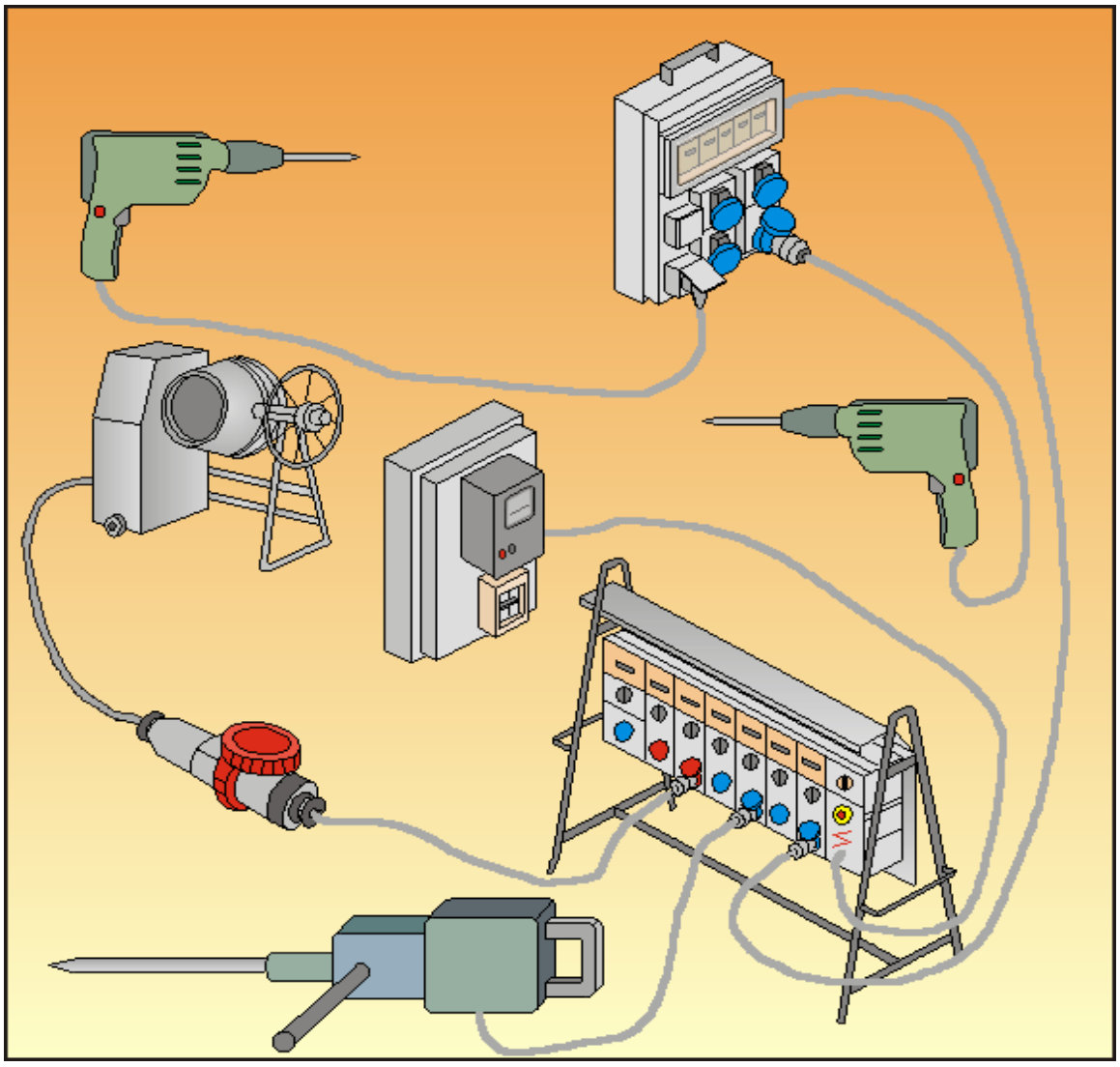


Fig. 14 - Nei piccoli e medi cantieri deve essere presente almeno un quadro di distribuzione principale ed eventualmente un o più quadri mobili secondari

Grandi cantieri - La potenza impegnata supera generalmente i 30 kW. Devono essere installati più quadri di distribuzione, alimentati da un quadro di distribuzione principale, per alimentare gli utilizzatori trifase di grande potenza tipici di questo tipo di cantieri (gru, betoniere, ecc..). L'alimentazione può avvenire direttamente in bassa tensione ma, per i cantieri molto grandi, può essere necessaria un'alimentazione in MT.

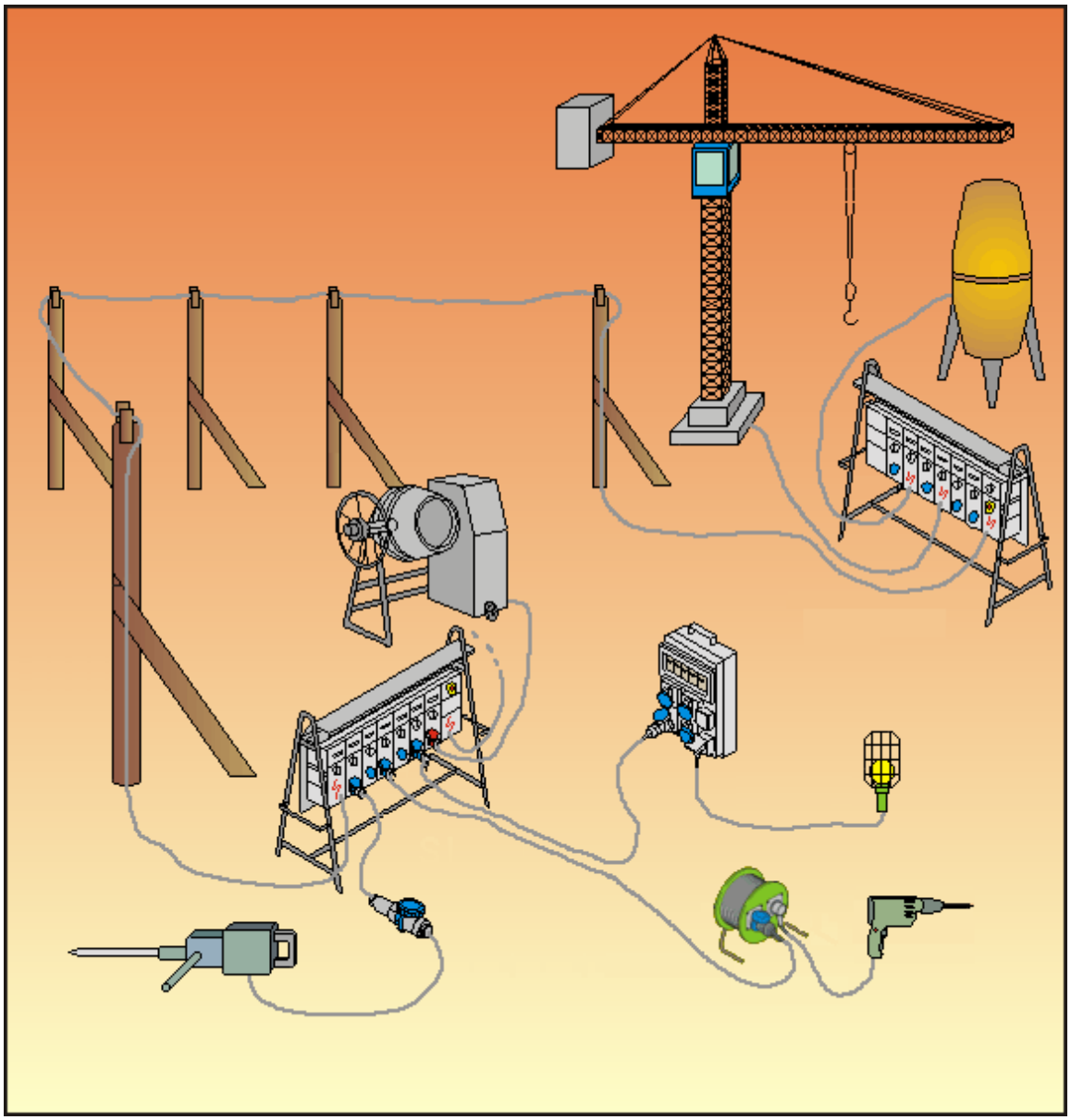


Fig. 15 – Nei grandi cantieri sono necessari più quadri di distribuzione derivati da un quadro di distribuzione principale

Cantieri alimentati tramite gruppi elettrogeni - l'alimentazione mediante gruppi elettrogeni può rendersi necessaria in caso di cantieri impiantati in zone non servite dal distributore pubblico. In questo caso si rende indispensabile l'utilizzo di almeno un quadro di distribuzione principale allacciato mediante collegamento fisso al gruppo elettrogeno. Se il gruppo elettrogeno alimenta un impianto esteso si ricorre in genere ad un sistema di tipo TN-S collegando a terra il centro stella del gruppo. Fanno eccezione i piccoli gruppi elettrogeni che alimentano un solo apparecchio utilizzatore monofase (si può fare a meno del quadro di cantiere) per i quali può essere adottato il sistema di protezione per separazione elettrica. In questo caso se l'utilizzatore è di classe I deve essere approntato un conduttore equipotenziale che colleghi la massa del gruppo elettrogeno e la massa dell'utilizzatore.

3.4 Prese a spina, avvolgicavi e cavi prolungatori

Le particolari condizioni di lavoro impongono per le prese a spina impiegate nei cantieri alcuni requisiti specifici:

• un grado di protezione minimo IP44 per un uso normale che deve essere garantito sia con la spina inserita sia con la spina disinserita. Se le prese a spina sono utilizzate per collegamenti volanti o in zone del cantiere dove si fa uso di getti d'acqua il grado di protezione minimo non deve essere inferiore a IP67. E' comunque consigliabile, a causa dei continui spostamenti e trasformazioni che subisce il cantiere, utilizzare sempre il grado di protezione più elevato;

• un sufficiente grado di protezione agli urti;

• devono essere di tipo industriale conformi alle norme EN 60309 (CEI-23-12);

• devono essere all'interno di quadri di distribuzione o sulle pareti esterne degli stessi;

• devono essere protette a monte, fino ad un massimo di 6 prese, con un interruttore differenziale avente una I dn non superiore a 30 mA le prese a spina con correnti nominali fino a 32 A;

• devono essere protette contro le sovracorrenti, singolarmente o in gruppo, tramite interruttore fusibile (fig. 17) o magnetotermico (fig. 18) avente corrente nominale non superiore alla corrente nominale della presa ;

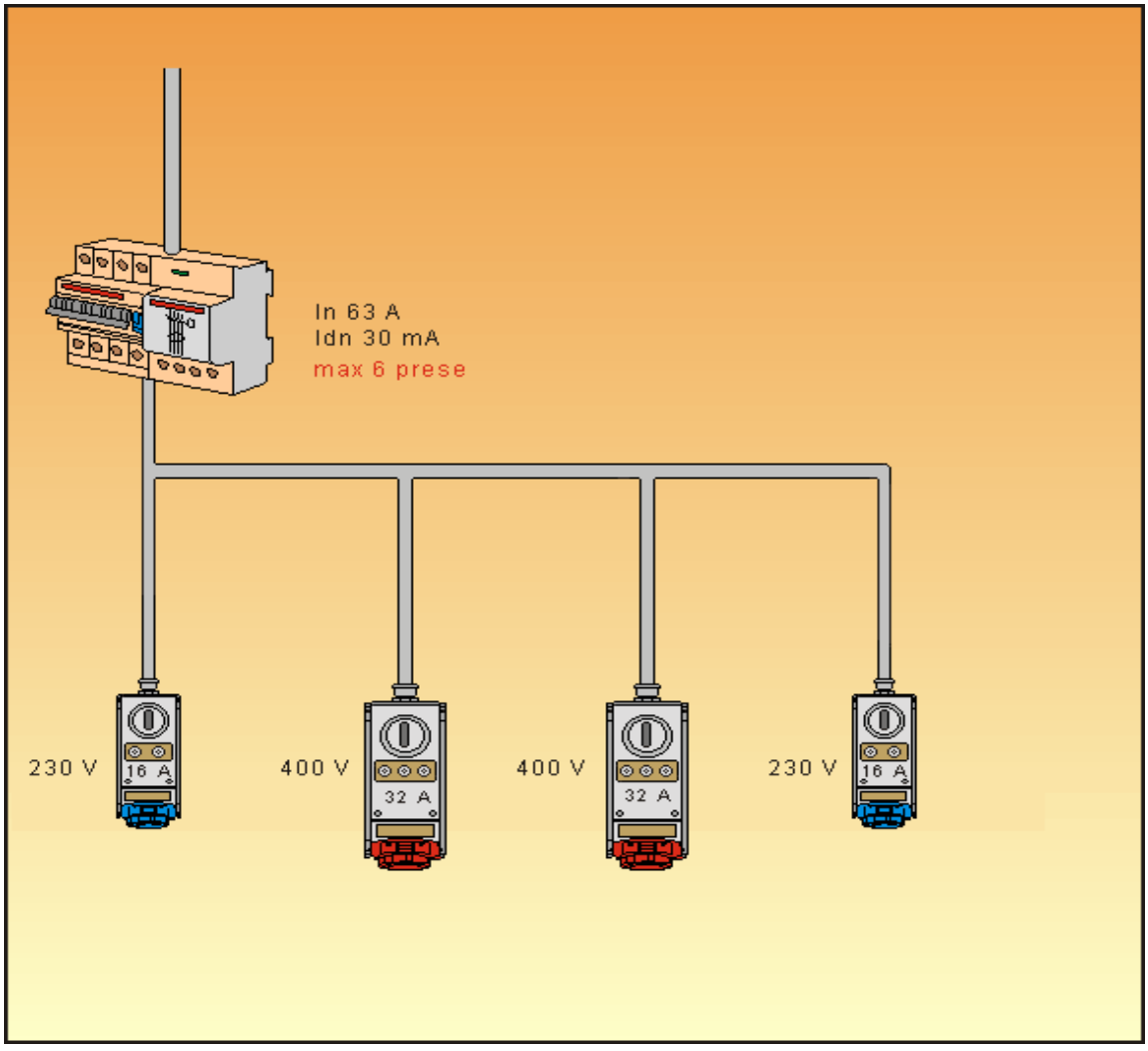


Fig. 17 – Le prese possono essere protette contro le sovracorrenti singolarmente tramite fusibile avente corrente nominale non superiore alla corrente nominale della presa protetta , contro i contatti indiretti, fino ad un massimo di 6 prese, mediante interruttore differenziale con Idn non superiore a 30 mA

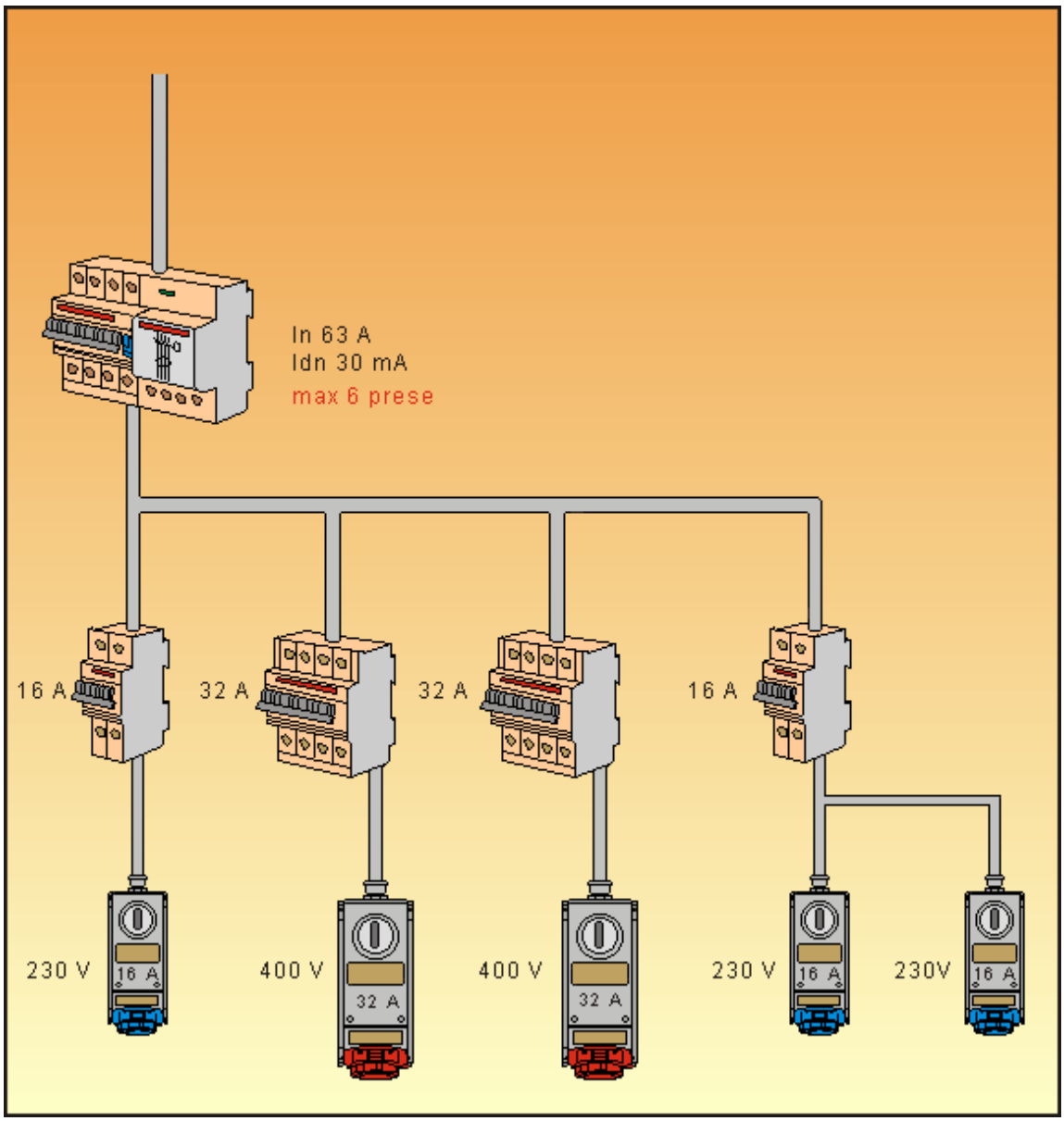


Fig. 18 – Le prese possono essere protette contro le sovracorrenti, singolarmente o in gruppo tramite interruttore avente corrente nominale non superiore alla corrente nominale delle prese protette, contro i contatti indiretti, fino ad un massimo di 6 prese, mediante interruttore differenziale con Idn non superiore a 30 mA

In alcuni casi per attività di breve durata e cantieri di modeste dimensioni è ammesso, purché le condizioni ambientali lo permettano, l'uso di prese a spina per uso domestico e similare (CEI 23-50).

N el montaggio delle prese a spina devono essere posta particolare cura soprattutto nel collegamento del conduttore giallo-verde di terra al quale occorre fornire una certa abbondanza rispetto a quelli di fase e di neutro. Si adotta questo accorgimento perché si vuole evitare che in caso di sforzi in trazione troppo elevati sul cavo il conduttore giallo-verde si possa interrompere prima di quello di fase (fig. 19).

4. Illuminazione del cantiere

Il cantiere è attivo abitualmente durante il periodo diurno perciò non esistono particolari esigenze di illuminazione se non per cantieri con cicli di lavorazione superiori a quelli normali o ubicati in gallerie o in locali normalmente bui. In questi particolari casi, oltre il problema dell'illuminazione per le normali lavorazioni, sorge la necessità anche di un impianto per l'illuminazione di sicurezza. Nella realizzazione

dell'impianto si terrà allora conto delle specifiche esigenze dettate dal progetto sulla sicurezza. Gli impianti di illuminazione possono essere fondamentalmente di tre tipi: fissi, trasportabili e portatili.

Gli impianti fissi devono avere le stesse caratteristiche dell'impianto di cantiere con l'avvertenza di installare i vari componenti in posizioni comode e protetti contro gli urti accidentali. Il grado di protezione dovrà essere almeno IP44 e si dovrà verificare che il posizionamento degli apparecchi di illuminazione non sia causa di abbagliamento. Gli impianti di illuminazione trasportabili sono in genere costituiti da proiettori con lampade alogene installati su adatti sostegni. Funzionano in posizione fissa ma possono essere trasportati dopo aver tolto l'alimentazione. Le lampade, essendo a portata di mano, devono essere protette mediante vetri. Il tipo di lavorazioni con spruzzi d'acqua tipico di questi ambienti di lavoro consiglia un grado di protezione minimo IP44 e, ove possibile, l'impiego di apparecchi di classe II. I cavi di alimentazione devono essere adatti alla posa mobile (H07RN-F o equivalenti). Le lampade portatili possono essere impugnate e spostate frequentemente. Devono essere conformi alla norma CEI EN 60598-2-8, e possedere almeno le seguenti caratteristiche:

- impugnatura in materiale isolante;
- parti in tensione o che possono andare in tensione completamente protette;
- protezione meccanica della lampada.

Se queste lampade sono impiegate in luoghi conduttori ristretti devono essere alimentate tramite circuiti a bassissima tensione di sicurezza SELV. Il grado di protezione minimo consigliato è IP44.

5. L'impianto di terra

L'impianto di terra deve possibilmente essere unico per evitare, in presenza di impianti di terra separati, che in caso di un doppio guasto a terra ininterrotto si possano stabilire differenze di potenziale (fino a 400 V) pericolose fra due masse (fig. 21). La Norma consente di tenere separati i dispersori allorquando sia impossibile toccare simultaneamente le due masse ma l'abituale impiego nei cantieri di prolunghe per l'alimentazione di utensili portatili impedisce di fatto una tale soluzione. Fra le due masse con impianti di terra separati potrebbero infatti stabilirsi differenze di potenziale comunque superiori a 25 V anche in condizioni di corretto coordinamento e tempestivo intervento dei dispositivi di protezione.

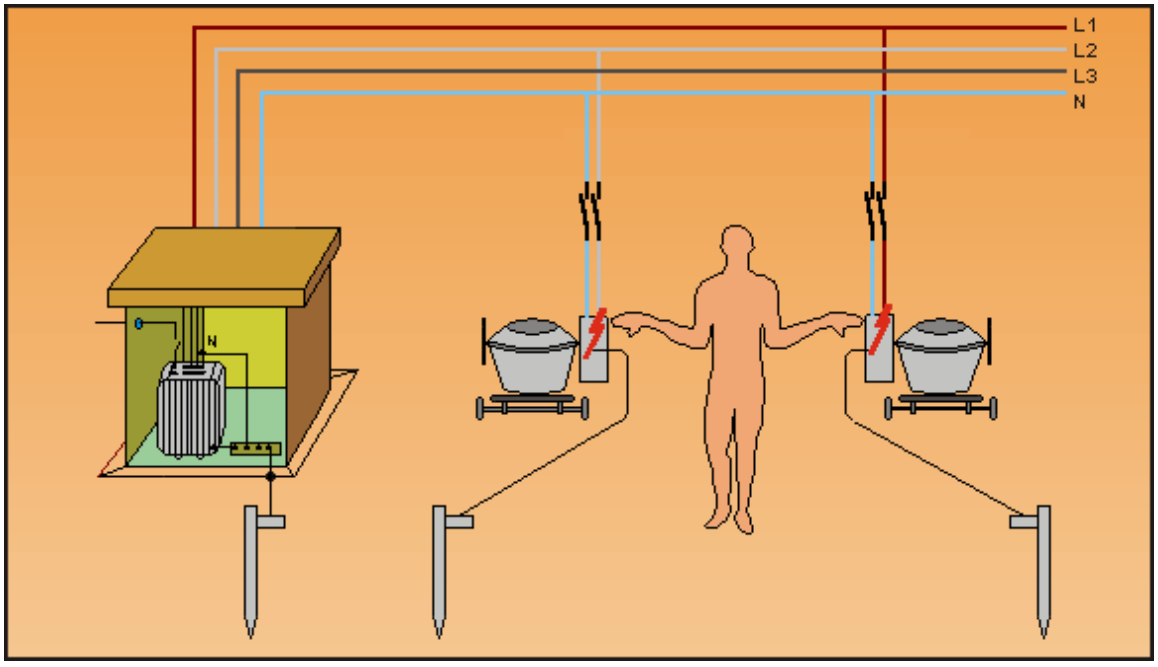


Fig. 21 - In presenza di impianti di terra separati per ogni singolo utilizzatore, in caso di un doppio guasto a terra ininterrotto si possono stabilire differenze di potenziale pericolose, fino a 400 V, a causa di due guasti su fasi diverse non tempestivamente interrotti.

In fig 22 è rappresentato un tipo di dispersore ottenuto mediante una corda di rame o di acciaio interrata a non meno di 0,5 m di profondità attorno al cantiere e integrato con dei picchetti. Gli utilizzatori fissi sono collegati direttamente all'impianto di terra mentre gli utilizzatori mobili alimentati dai quadri di cantiere tramite presa a spina fanno capo direttamente al collegamento a terra dei quadri stessi.

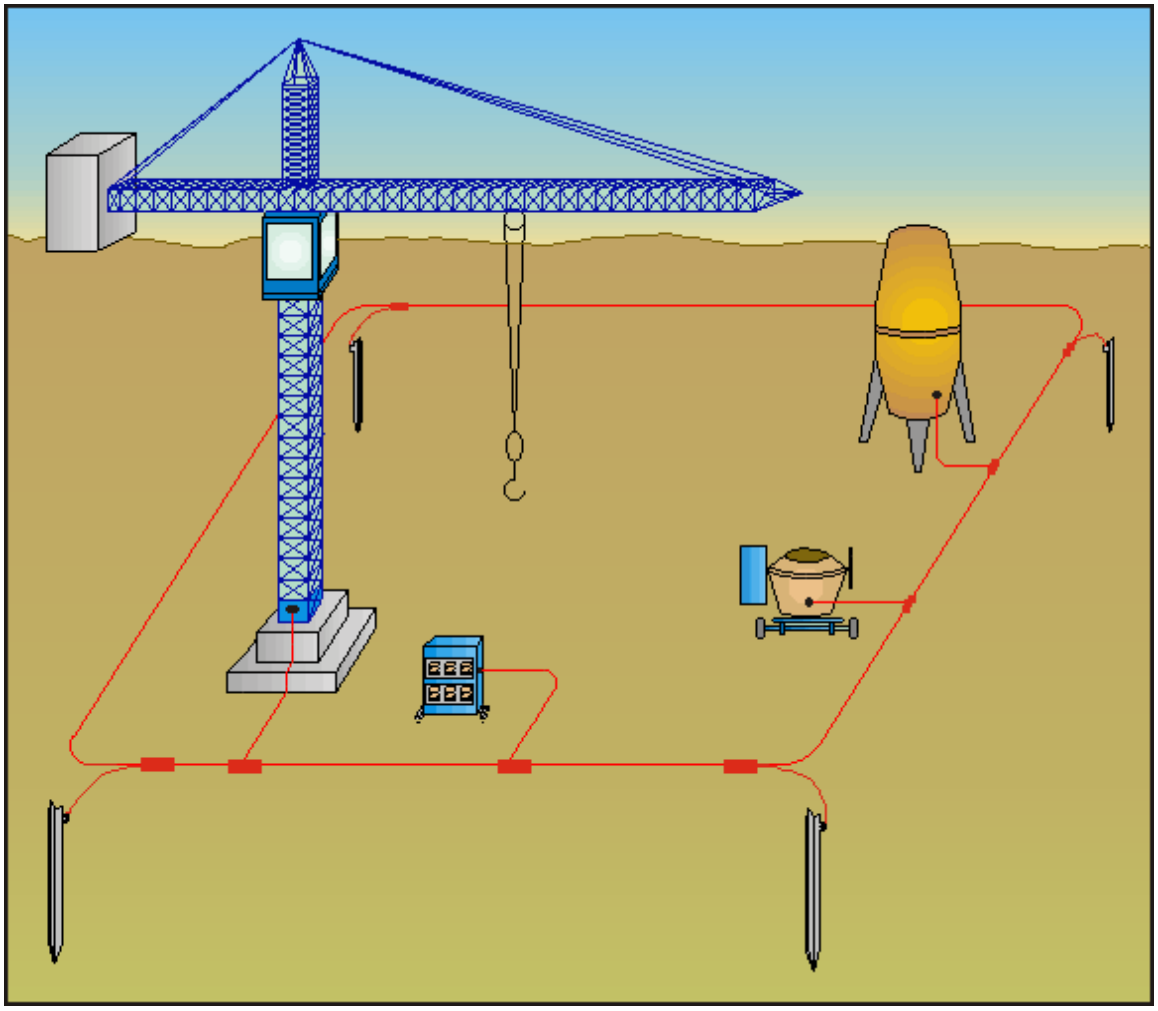


Fig. 22 – Tipico dispersore per cantieri edili.

6. Gruppi elettrogeni

La protezione dai contatti indiretti quando si utilizzano gruppi elettrogeni nei cantieri può essere ottenuta realizzando, con un collegamento a terra del centro stella del generatore, un sistema di tipo TN e coordinando opportunamente l'impedenza dell'anello di guasto con adeguati dispositivi di protezione (fig. 23). Nel calcolare l'impedenza dell'anello di guasto si deve tener conto dell'elevata reattanza interna del generatore e delle conseguenti piccole correnti di cortocircuito che generalmente non permettono di interrompere il guasto in tempo utile mediante interruttori magnetotermici. Una buona protezione può essere ottenuta solo mediante interruttori differenziali posti a protezione di ogni singola derivazione. Se il gruppo elettrogeno è monofase ed alimenta un singolo utilizzatore è possibile adottare la misura di protezione per separazione elettrica che però non può essere applicata ad installazioni più estese a causa della difficoltà nei cantieri di garantire il necessario isolamento verso terra.

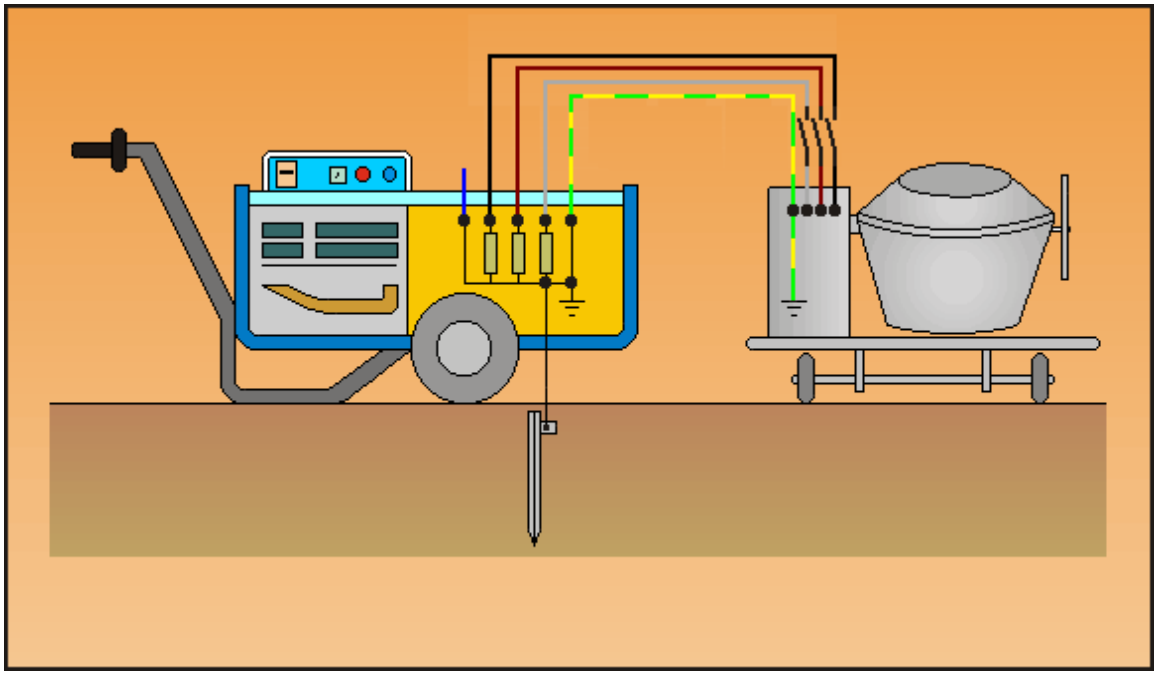


Fig 23 – Alimentazione tramite gruppo elettrogeno

7. Piccoli cantieri

Nei piccoli cantieri l'impianto di terra può essere omesso purché si impieghino misure di protezione per separazione elettrica. Le protezioni possono essere messe in atto tramite quadri da cantiere muniti di prese a spina alimentate singolarmente mediante trasformatore di isolamento. Nei piccoli cantieri che alimentano le macchine attraverso impianti fissi, come ad esempio da un impianto fisso di tipo TT di un abitazione privata, ci si può servire direttamente dell'impianto di terra e delle protezioni dell'impianto a cui ci si deriva. Da non dimenticare che i dispositivi per l'interruzione automatica dell'alimentazione devono essere opportunamente coordinati con il valore della resistenza dell'impianto di terra in modo che in qualsiasi momento non sia superata la tensione limite di contatto di 25 V.

8. Protezione contro i fulmini

La necessità di proteggere le strutture del cantiere contro i fulmini deve essere stabilita mediante una corretta valutazione dei rischi così come è definita dalla norma CEI 81-1. La valutazione può essere effettuata attraverso la procedura completa o attraverso la procedura semplificata applicabile alla maggioranza dei casi. Le strutture del cantiere quali baracche, depositi, uffici, ecc. generalmente possono essere classificate, ai fini della valutazione del rischio, come strutture ordinarie senza impianti interni sensibili. Se è prevedibile la presenza di persone in numero elevato o per un lungo periodo di tempo e la pavimentazione non può essere considerata isolante la valutazione del rischio deve essere svolta mediante la procedura completa. In tutti gli altri casi la procedura di valutazione da impiegare potrà essere quella semplificata. Le strutture metalliche del cantiere quali ponteggi, gru, ecc., per le quali si considerano solo le tensioni di passo, possono invece essere sempre valutate con la procedura semplificata e pertanto possono essere considerate sicuramente autoprotette a condizione che il terreno circostante abbia una pavimentazione isolante o possa essere ragionevolmente esclusa la presenza di persone in numero elevato o per un lungo periodo di tempo. La guida fornisce a tal proposito una utile curva che permette, sotto precise condizioni di riferimento, di stabilire la necessità o meno di proteggere gru e ponteggi in funzione del loro sviluppo lineare e della loro altezza (fig. 24)

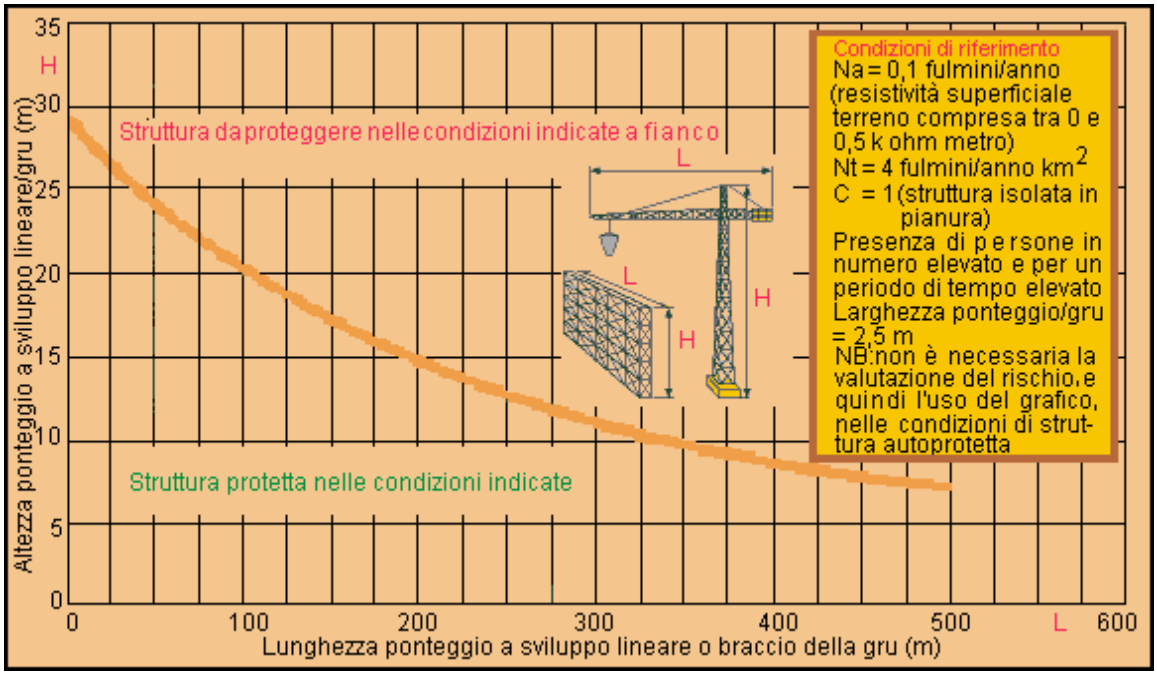


Fig. 24 - Verifica della necessità di proteggere contro i fulmini gru e ponteggi a sviluppo lineare

9. Comando di emergenza

Le macchine che possono determinare situazioni pericolose, in genere (ad esempio gru, betoniere, idrovore, ecc..) devono essere equipaggiate con dispositivo per l'arresto di emergenza. Normalmente tale dispositivo, dovendo queste apparecchiature sottostare alla direttiva macchine, quando previsto deve essere installato direttamente in fabbrica. Sui quadri ASC non è quindi obbligatoria l'installazione di un comando per l' arresto di emergenza. Nei cantieri è comunque consigliabile l'installazione di un dispositivo di emergenza sul quadro generale, soprattutto quando le dimensioni del cantiere sono notevoli. In questo caso, poiché i quadri di cantiere sono normalmente chiusi a chiave, il dispositivo di emergenza deve essere installato all'esterno del quadro stesso per rispettare il criterio di accessibilità del comando; se invece il quadro è aperto, come comando di emergenza è utilizzabile l'interruttore generale del quadro, a patto che sia adeguatamente segnalato. In ogni caso è preferibile la soluzione con il pulsante esterno.

10. Manutenzione delle apparecchiature

Spesso la causa di infortunio di origine elettrica nei cantieri dipende da guasti agli utensili elettrici. L'uso di questi apparecchi deve quindi essere il più possibile sicuro e le necessarie caratteristiche di sicurezza devono essere mantenute nel tempo. La tipicità delle attività svolte in questi ambienti di lavoro sottopongono infatti queste apparecchiature a sollecitazioni particolarmente intense che possono condurre ad una rapida usura. Nei cantieri sono all'ordine del giorno urti, trazioni di vario genere esercitate sui cavi di alimentazione, esposizione all'aggressività di agenti atmosferici e chimici che possono provocare danneggiamenti all'involucro ed ai cavi di alimentazione di un apparecchio che può precocemente perdere le caratteristiche di sicurezza iniziali. Il datore di lavoro non deve quindi sottovalutare l'importanza di effettuare verifiche periodiche tese ad accertare il buono stato di conservazione degli elettroutensili utilizzati in cantiere. Se tramite controlli a vista o mediante l'impiego di opportuni strumenti vengono evidenziati danni o malfunzionamenti si deve quindi intervenire con tempestività e ripristinare tutte le caratteristiche di sicurezza iniziali. Da parte sua il lavoratore ha il dovere di eseguire regolarmente controlli a vista sulle varie apparecchiature e di segnalare eventuali malfunzionamenti o difetti al responsabile del cantiere.