



**COMUNE DI ROMA**  
**SOVRAINTENDENZA BB. CC.**  
**U.O. INTERSETTORIALE**  
**Servizio Prevenzione e Protezione**

**Corso di formazione**  
**Quaderno N° 5**

**Parte I**

**GLI IMPIANTI ELETTRICI**  
**“ conoscerli per evitarne i rischi”**

## **PREMESSA**

Gli impianti elettrici, in tutte le strutture ove sono presenti tecnologie avanzate, rappresentano un sistema il cui utilizzo è destinato ad una utenza dalla più ampia e generica fattispecie da cui deriva che alla informazione dei rischi derivanti dal loro uso è demandato il compito più impegnativo sul lato della prevenzione.

Se si considera che in Italia si verificano in media ben cinque infortuni elettrici per settimana e circa il 20% degli incendi sono attribuiti ad installazioni elettriche, è inopinabile considerare gli impianti elettrici come uno degli impianti ancora più pericolosi benché siano oggetto sia di un enorme impegno normativo che di ricerca tecnologica.

La corrente elettrica non è un elemento o un'entità che si vede, ne possiamo vedere solo gli effetti finali e di quelli purtroppo negativi per l'uomo ne possiamo solo constatarne le conseguenze a posteriori.

L'impegno di tutti noi utenti di impianti elettrici deve essere quello di mantenerli in conformità alle norme di sicurezza evitando le manomissioni e le riparazioni artigianali e in particolar modo quello di acquisire quelle informazioni basilari tese a prevenire certune operazioni che, seppure eseguite in buona fede, potrebbero essere causa di incidenti ed infortuni.

## INTRODUZIONE

Per completare alcune informazioni date sull'argomento in un precedente opuscolo ecco un "user friendly" che, senza pretese cognitive di concetti che sono prerogativa del progettista, vuole rendere edotta l'utenza su alcuni elementi fondamentali di elettrotecnica.

L'acquisizione di tali concetti è tesa a far diminuire quei rischi derivanti dall'uso di energia elettrica che a seguito di operazioni subentrate nella quotidianità lavorativa, sono eseguite alcune volte senza cognizione di causa dai lavoratori che si trovano impegnati ad utilizzare apparecchiature elettriche della più svariata gamma e tipologia .

Poiché gli incidenti elettrici le cui conseguenze possono causare incendi e folgorazione sono nella maggior parte dei casi riconducibili a corti circuiti, surriscaldamenti, contatti accidentali con parti in tensione conseguenti ad errori umani e sottovalutazioni, nel testo saranno affrontati in una **I parte** temi relativi a :

- *conoscenza generica su qualche grandezza elettrica e loro unità di misura;*
- *pericolosità della corrente elettrica sull'uomo e concetti di terreno come conduttore elettrico;*
- *concetto di contatto diretto ed indiretto e i sistemi di protezione dai contatti di parti in tensione;*
- *qualche informazione sull'importanza del dimensionamento delle condutture e coordinamento con i dispositivi di protezione ;*
- *modalità di lavoro in sicurezza*

in una **parte II** argomenti specifici per :

- *impianti di illuminazione d'emergenza*

ed in una ultima e **III parte** :

- *impianti elettrici nei cantieri*

*P.I. Alessandro Moglioni*

## QUALCHE GRANDEZZA ELETTRICA


Per meglio comprendere alcuni concetti che in seguito saranno affrontati è opportuno acquisire le più elementari informazioni su alcune grandezze elettriche e le loro unità di misura.

**Tensione** : unità di misura : Volt  
simbolo : V

definizione: differenza di potenziale esistente tra diversi elementi di un impianto di distribuzione di energia elettrica; la conseguenza di una differenza di potenziale in un circuito elettrico è la “corrente elettrica”

**Corrente**: unità di misura : Ampere  
simbolo : A

definizione: movimento degli elettroni in un circuito elettrico alimentato ai capi da una differenza di potenziale (d.d.p.-V)

**Resistenza elettrica**: unità di misura : Ohm  
simbolo :  $\Omega$  

definizione: impedimento al movimento della corrente in un circuito in dipendenza delle caratteristiche elettromeccaniche del conduttore impiegato per la realizzazione del circuito ( resistenza totale del circuito: R carico + R conduttori)

Queste tre grandezze elettriche sono quelle fondamentali per conoscere gli effetti di “una corrente elettrica” in un circuito:

- quando una corrente elettrica I attraversa una resistenza R si verifica una caduta di tensione (c.d.t.) ed un riscaldamento definito “ effetto Joule”

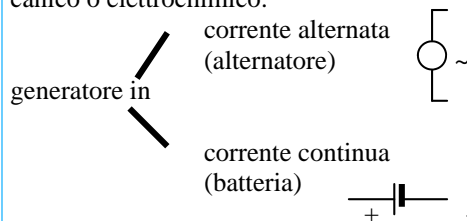
**Caduta di tensione**: diminuzione della tensione misurata ai capi di un qualsiasi utilizzatore alimentato da un circuito di resistenza R ed attraversato da una corrente I

Formula :  $V = R \times I$

**Effetto Joule**: un qualsiasi conduttore attraversato da una corrente elettrica genera calore (energia termica) a causa dell'impedimento ( resistenza elettrica) che questo esercita sulla corrente

Unità di misura : Joule

La tensione e di conseguenza la corrente è originata da un generatore di tensione elettromeccanico o elettrochimico:



### Legge di Ohm

$$V = R \times I$$

La relazione lineare matematica permette conoscendo 2 grandezza tra V, R ed I di ricavare la terza

$$I = V / R$$

$$R = V / I$$

simbolo:  $W \times t$  ( Energia)

formula :  $E_j = R \times I^2 \times t$

**Potenza** : unità di misura W

simbolo : P

definizione: trasformazione in effetto Joule o lavoro prodotto da una macchina elettrica a seguito del passaggio di una corrente I nel proprio circuito

Formula :  $P = V \times I$  ;  $P = R \times I^2$

in c. a. monofase  $P = V \times I \cos \varphi$

in c.a. trifase  $P = \sqrt{3} V \times I \cos \varphi$

### **PERICOLOSITA' DELLA CORRENTE ELETTRICA SULL'UOMO**

Sono molto conosciuti gli esperimenti che Galvani fece alla fine del XVIII secolo sulla contrazione del muscolo di una rana per l'applicazione di una d.d.p. elettrico.

Da allora la conoscenza dei fenomeni elettrici inerenti il corpo umano e degli effetti della corrente elettrica esterna introdotta su di essi, sono studiati dall'"elettrofisiologia".

Stimoli elettrici provenienti dall'esterno e di una certa intensità possono risultare pericolosi e influire sulle funzioni vitali.

La pericolosità di questi stimoli può variare a seconda dell'intensità e della natura della corrente, dalla durata del contatto, dalla costituzione fisica della persona colpita (massa corporea e stato di salute) e dalla frequenza.

Risultano più sopportabili correnti a maggior frequenza in quanto la durata dell'impulso è inversamente proporzionale alla frequenza e per l'"effetto pelle" per il quale la corrente elettrica tende a disporsi sulla superficie di un qualsiasi conduttore.

Quando una corrente elettrica attraversa un corpo umano può produrre effetti pericolosi consistenti in alterazioni delle varie funzioni vitali, in lesioni del sistema nervoso, ai vasi sanguigni, all'apparato visivo ed uditivo, all'epidermide ecc. alcuni di questi effetti risultano essere particolarmente pericolosi:

**Tetanizzazione:** i muscolo si contraggono e risulta difficile staccarsi dalla parte in tensione creando così un prolungamento del contatto con conseguenze dannose.

Il valore max di corrente per cui una persona è ancora in

grado di staccarsi è compreso tra 10mA e 15mA per 50 Hz.

**Arresto della respirazione:** una conseguenza alla tetanizzazione è la paralisi dei centri nervosi che controllano la respirazione.. Se la corrente elettrica attraversa i muscoli respiratori la contrazione di questi altera il normale funzionamento del sistema respiratorio ed il soggetto rischia il soffocamento

**Fibrillazione ventricolare:** è l'effetto più pericoloso ed è conseguenza della sovrapposizione delle correnti provenienti dall'esterno con quelle fisiologiche la cui sommatoria fa perdere il giusto ritmo al muscolo cardiaco. Il cuore, proprio a causa della natura elettrica del suo funzionamento, è particolarmente sensibile a qualunque corrente elettrica proveniente dall'esterno che potrebbe avere effetti molto gravi con alterazione della sincronizzazione dei movimenti con conseguente paralisi dell'operazione di pompaggio del sangue. Questa anomalia si chiama fibrillazione ed è particolarmente pericolosa perché diviene irreversibile se non si interviene entro i primi due o tre minuti dall'evento mediante una forte scarica elettrica impiegando un defibrillatore. I fattori più significativi che possono determinare l'innescò della fibrillazione sono:

- l'intensità della corrente che attraversando il corpo interessa il cuore ; l'impossibilità di realizzare esperimenti non ha permesso di determinare il minimo valore di corrente che può dare inizio al fenomeno
- i diversi percorsi seguiti dalla corrente considerando come riferimento il percorso mano sinistra-piedi
- momento dello shock con il ciclo cardiaco
- durata dello shock maggiore del ciclo cardiaco

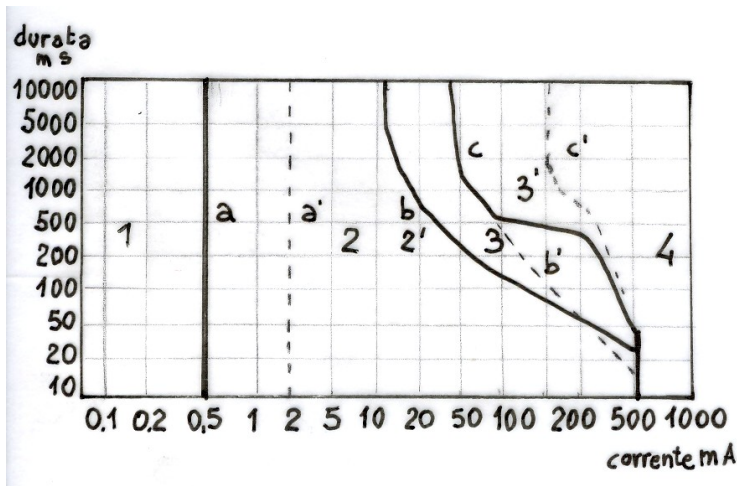
**Ustioni:** prodotte dal calore che si sviluppa per effetto Joule dalla corrente elettrica ( una corrente di circa 60 mA al mm<sup>2</sup> produce una carbonizzazione del tessuto umano).

Nella Fig. 1 è riportato un grafico tempo-corrente ( IEC) che indica i limiti convenzionali( Tab 1) di pericolosità sull'uomo della corrente elettrica alternata a 50HZ e della

la corrente continua:

LIMITI DI CORRENTE	C.A.	C.C.
Il passaggio di corrente non provoca nessuna reazione qualunque sia la durata	0,5 mA	2 mA
non si hanno in genere effetti pericolosi	10 mA	50 mA
Non pericolosa se la durata del contatto è decrescente rispetto alla I	>10 mA	>50 mA

Tab 1



**Fig 1** Zone di pericolosità convenzionali della corrente elettrica alternata 50Hz e corrente continua

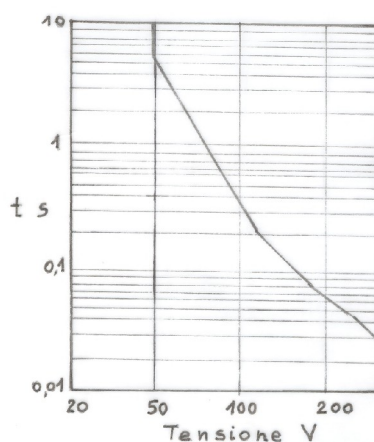
- Zona 1 e 1'**: non si hanno effetti dannosi.
- Zona 2 e 2'**: tra la retta a e la curva b (a' e b') non si hanno normalmente effetti fisiopatologici pericolosi.
- Zona 3 e 3'**: tra la curva b e c (b' e c') possono verificarsi effetti quasi sempre reversibili che possono tramutarsi in pericolosi se non avviene il rilascio portandosi così nella zona 4 e 4'.
- Zona 4 e 4'**: la pericolosità aumenta allontanandosi dalla curva c e c'

Nota:  
 -a frequenza di 50 Hz è trascurabile l'effetto capacitivo  
 - le correnti a 50Hz sono nella fascia più pericolosa

Dal diagramma e dalla tabella sopra riportate si è accertato che la corrente elettrica può risultare pericolosa a partire da valori di 10 mA.

Ai fini pratici è più conveniente riferirsi ai valori di tensione che sono in grado di far circolare una particolare piuttosto che ai valori di corrente veri e propri.

L'I.E.C. (International Electrotechnical Commission) ha individuato la curva di sicurezza riportata in Fig. 2 che fornisce, in corrispondenza ad ogni valore di tensione di contatto il tempo massimo che un dispositivo di protezione deve impiegare per interrompere il circuito stesso affinché non vi sia pericolo per la persona soggetta al contatto.



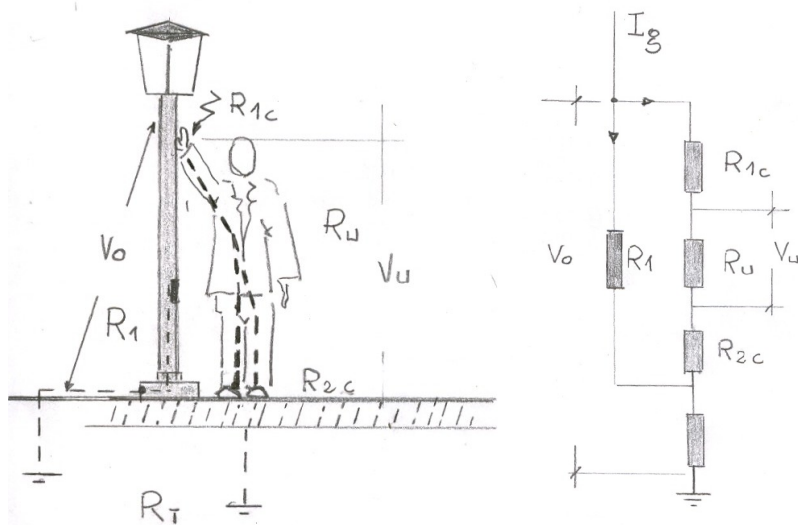
**Fig. 3**

La curva mostra come tensioni aventi un valore efficace inferiore a 50 V possano permanere indefinitivamente nel tempo senza provocare pericolo per le perso-

ne.

Tale valore di tensione viene denominato tensione di contatto limite indicato con  $U_L$ . In condizioni ambientali particolari (cantieri, locali agricoli, piscine, lavori all'aperto) la tendenza normativa è di ridurre la tensione di contatto limite a 25 V.

Normalmente, dipendendo la tensione di contatto da fattori indipendenti dall'impianto, come la resistenza dell'uomo ed al tipo di contatto, la persona che casualmente tocca una carcassa metallica di un apparecchio messo a terra durante un guasto d'isolamento, che scarica a terra una corrente di guasto  $I_g$  non sarà sottoposto alla tensione di esercizio dell'impianto ma ad una d.d.p. che chiameremo tensione di contatto a vuoto  $V_c$  inferiore alla tensione di rete. Per facilitarne la comprensione ( **Fig. 3** ) creiamo un circuito equivalente e vediamo quali sono i valori della tensione  $V_c$  che saranno in grado di far circolare una particolare corrente in funzione delle resistenze di contatto  $R_c$  che si vengono a determinare e la resistenza dell'uomo  $R_u$ .



**Fig. 3** circuito equivalente

Mediante l'esempio della precedente figura possiamo iniziare a familiarizzare con nuovi concetti:

### **IL TERRENO COME CONDUTTORE ELETTRICO**

**La Resistenza di terra:** se a due elettrodi infissi nel terreno viene applicata una d.d.p.  $V_0$  il terreno è assimilabile ad un conduttore elettrico, ed ogni porzione di terreno offre una resistenza tanto più piccola quanto maggiore è la distanza dal dispersore( **Fig. 4** ). Si dice resistenza di terra  $R_t$  la somma delle resistenze elettriche elementari di ogni porzione .



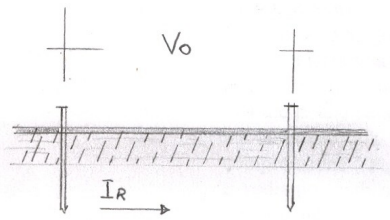
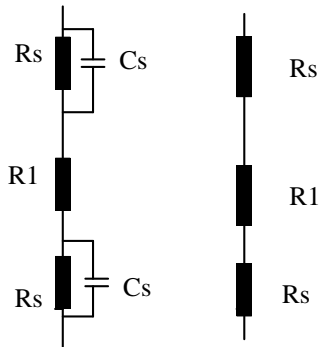


Fig. 4 Resistenza di terra



L'impedenza capacitiva è rilevante per frequenze superiori 1000 Hz

Fig.5 Circuito equivalente del corpo umano tra due punti

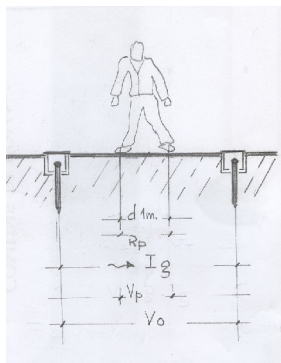


Fig. 6 Tensione di passo

## CONTATTI DIRETTI E CONTATTI INDIRETTI

**Resistenza verso terra di una persona :** somma della resistenza dell'uomo  $R_u$  e della sua resistenza di contatto verso terra ( Fig. 5).

**Tensione di contatto:** è la d.d.p.  $V_c$  alla quale può essere soggetto il corpo umano in contatto con una carcassa metallica di una qualsiasi apparecchiatura elettrica durante il cedimento dell'isolamento (vedi Fig. 3).

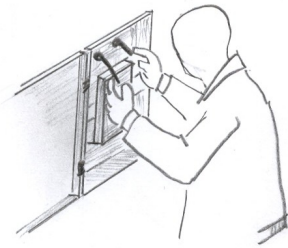
Una persona che tocca la carcassa posta nelle condizioni di cui sopra è soggetta ad una tensione di contatto  $V_c$  che è funzione della resistenza di contatto con la carcassa stessa, del punto di contatto verso terra, della resistenza propria della persona e dal modo in cui avviene il contatto ( mani-mani, mani-piedi).  $V_c$  è tendenzialmente sempre inferiore a  $V_0$ , ma particolari condizioni possono far coincidere le due tensioni creando in tal modo la condizione più sfavorevole.

**Tensione di passo:** è la d.d.p. che può risultare applicata tra i piedi di una persona alla distanza di un passo ( 1mt) durante il cedimento dell'isolamento ( Fig. 6).

**Tensione totale:** è la tensione  $V_0$  che assume una carcassa metallica di un qualsiasi apparecchio elettrico collegato ad un dispersore che disperde una corrente di guasto  $I_g$  (vedi Fig.3).

**Contatto diretto:** si parla di contatto diretto quando una persona entra in contatto con una parte attiva dell'impianto e cioè con conduttori che sono normalmente in tensione come ad esempio la parte metallica dei

Cavi di una linea elettrica, i morsetti di un interruttore o le barre di un quadro elettrico (**vedi Fig.7**)



**Fig. 7** esempio di contatto diretto

Contatto indiretto : si parla di contatto indiretto quando una persona entra in contatto con una massa o una parte conduttrice che sia a contatto con una massa durante un guasto dell'isolamento.

Mentre ci si può difendere dal contatto diretto, mantenendo le persone a distanza dal pericolo, nel contatto indiretto, essendo un pericolo invisibile, ci si può difendere solo con adeguati sistemi di protezione elettromeccanica. (**vedi Fig. 8**)



**Fig.8** Esempio di contatto indiretto

#### Rif.to 1

Convenzionalmente si è adottato un codice composto dalle lettere IP seguite da due o tre cifre.

La prima cifra indica il grado di protezione contro i corpi estranei, la seconda contro la penetrazione di liquidi e l'eventuale terza la resistenza meccanica



**Fig. 9**

#### Misure di protezione contro i contatti diretti:

- **isolamento**: consiste nel rendere completamente isolata la parte attiva mediante uno strato di isolante. Gli isolanti dovranno avere adeguata resistenza meccanica, elettrica e termica;
- **adozione di involucri e barriere**: consiste nella segregazione delle parti attive in involucri e barriere. Gli involucri devono garantire un **grado di protezione** (**Rif. 1**) contro la penetrazione di solidi e liquidi e una resistenza meccanica. In ogni caso l'apertura degli involucri deve avvenire esclusivamente da parte di personale addestrato previo sezionamento dell'impianto e mediante l'utilizzo di appositi attrezzi.
- **protezioni passive**: consiste nell'utilizzo delle apparecchiature classificate secondo il sistema di protezione adottato contro i contatti indiretti in maniera da rendere impossibile il manifestarsi di tensioni di contatto pericolose. Per esempio utilizzo di apparecchi di classe II con isolamento doppio o rinforzato che non hanno masse e sono provvisti di un isolamento speciale e pertanto sprovvisti di morsetto di terra. Tali apparecchiature sono contraddistinte dal marchio riportato in Fig. 9. Altro sistema è l'adozione di

#### Rif.to 1

In relazione al sistema di protezione adottato dal costruttore contro i contatti indiretti i componenti sono suddivisi in classi:  
**Cl. 0:** solo isolamento principale e la carcassa è sprovvista di morsetto di terra e devono essere allacciati ad impianti con tensione inferiore a 50 V in c.a. e 120 in c.c.

**Cl. I :** con isolamento principale e la carcassa è provvista di morsetto di terra ed utilizzabili per impianti con tensione fino a 1000 V in c.a. e 1550 V in c.c.

**Cl II:** sono provvisti di isolamento supplementare e privi di morsetto di terra sono contraddistinti da un marchio costituito da due quadrati concentrici

**Cl III :** le parti in tensione possono essere scoperte poiché l'alimentazione è min bassissima tensione

#### Rif.to 2

L'adozione dell'interruttore differenziale ad alta sensibilità è frutto di un compromesso tra le esigenze di sicurezza per le persone e la continuità del servizio dell'impianto il che non permette di assicurare la sicurezza totale dell'infortunato e , a secondo dei tipi di guasto , l'intervento dell'interruttore

apparecchiature di classe III realizzate mediante l'impiego di opportuni trasformatori di isolamento o alimentando i circuiti con sorgenti autonome di energia ( **Rif. 1** ) In ogni caso l'apertura delle apparecchiature è assolutamente vietata all'utente .

- **protezioni attive:** le misure di protezione fin qui indicate sono finalizzate ad evitare il contatto diretto. Può tuttavia avvenire un contatto diretto per cedimento della protezione o per imprudenza da parte dell'utente. Per proteggere le persone in tal caso può essere impiegato come metodo addizionale l'utilizzo di un dispositivo di interruzione automatica denominato interruttore differenziale ad alta sensibilità con I<sub>dn</sub> non superiore a 30 mA ( **Rif.2** ) .

#### Misure di protezione contro i contatti indiretti:

**protezioni attive:** la misura di protezione più usuale contro questo tipo di contatti è quella di collegare la massa dell'apparecchio a terra mediante un apposito conduttore denominato "conduttore di protezione". In ogni caso nell'eventualità di cedimento dell'isolamento, con conseguente pericolo per le persone, si deve garantire l'interruzione automatica del circuito mediante adeguati interruttori automatici.

Per la scelta del dispositivo di protezione occorre fare alcune considerazioni:

il sistema di distribuzione di energia in b.t. consentito dalla Norma CEI 64-8 nel caso in cui l'utilizzatore dell'energia elettrica sia diverso dal distributore della stessa è il tipo denominato TT (**Fig. 10**).

E' il caso di tutti gli ambienti della Sovrintendenza.

Questo sistema ha un punto collegato direttamente a terra e le masse dell'impianto collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema di alimentazione.

In caso di guasto a terra il circuito percorso dalla corrente si richiude attraverso il terreno , in quanto il neutro del sistema e la massa interessata dal guasto fanno capo a dispersori separati; il valore della corrente di guasto può essere molto contenuto.

La Norma CEI 64-8 nel caso di sistemi TT prevede che per attuare la protezione dai contatti indiretti deve essere soddisfatta la condizione che  $R_T \leq 50 / I_a$

dove

$R_T$  è il valore della resistenza dei conduttori e dei dispersori;

$I_a$  è il valore della corrente che provoca il funziona-

mento automatico della protezione inserita a monte dell'utilizzatore (Fig. 10).

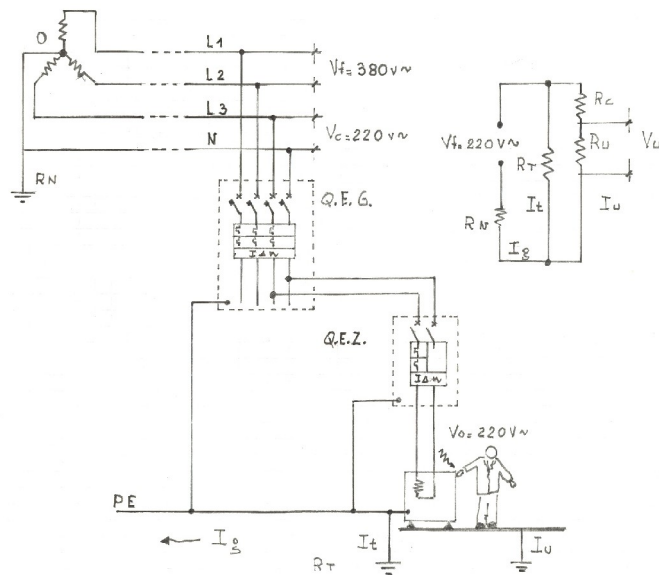


Fig. 10

Il valore di  $R_T$  che si ottiene per la condizione sopra detta risulterebbe però estremamente basso e quindi di difficile realizzazione ai fini pratici. La Norma CEI 64-8 prevede quindi che la protezione dai contatti indiretti venga raggiunta mediante l'inserimento nell'impianto di un interruttore differenziale avente una opportuna corrente d'intervento denominata corrente nominale differenziale  $I_{\Delta n}$ .

Ne consegue che in caso di sostituzione dell'interruttore sia garantito il ripristino con uno di uguali caratteristiche e l'utente non è abilitato a nessun intervento sull'apparecchiatura se non quelle di normale attivazione e disattivazione.

**Protezioni passive:** in aggiunta a quanto detto nelle protezioni contro i contatti diretti:

- Utilizzo di sistemi a bassissima tensione in cui l'apparecchio è alimentato da un sistema elettrico a tensione non superiore ai limiti di sicurezza
- Trasformatore d'isolamento in cui l'apparecchio è alimentato da un trasformatore di sicurezza con rapporto di trasformazione 1/1 .

## LE PROTEZIONI E COORDINAMENTO CON LE CONDUTTURE

Le apparecchiature predisposte alla protezione degli impianti e destinate alla manovra da parte dell'utente più comunemente utilizzate nella gestione dei siti della Sovrintendenza sono:  
*interruttori automatici magnetotermici*  
*interruttori automatici differenziali*



Fig. 11 Interruttore automatico magnetotermico modulare



Fig. 12 Interruttore automatico magnetotermico scatolare

**Interruttori automatici magnetotermici:** apparecchiature modulari ( Fig. 11 ) o scatolari ( Fig. 12 ) adatte al sistema di distribuzione ( mono, trif, trif +N ) capaci di stabilire, portare e interrompere correnti normali e intervenire aprendo il circuito in condizioni anormali per esempio situazioni di c.c. o in situazioni in cui la corrente superi il valore predeterminato (sovracorrente).

Il suo principio di funzionamento rappresentato nella Fig. 13 è basato sull'effetto:

- Joule per quanto riguarda la protezione per sovraccarico con tempi di intervento inversamente proporzionali
- elettromagnetico con intervento istantaneo per la protezione dal c.c.

In commercio esistono varie tipologie a cui il progettista può far ricorso per assicurare la protezione delle linee, la selettività e la manovra; solo quest'ultima destinata all'utente.

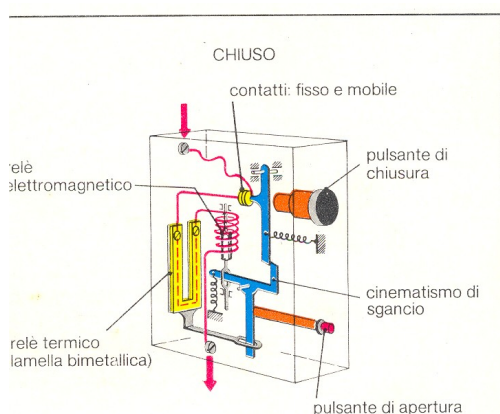


Fig. 13 principio di funzionamento di un interruttore automatico magnetotermico

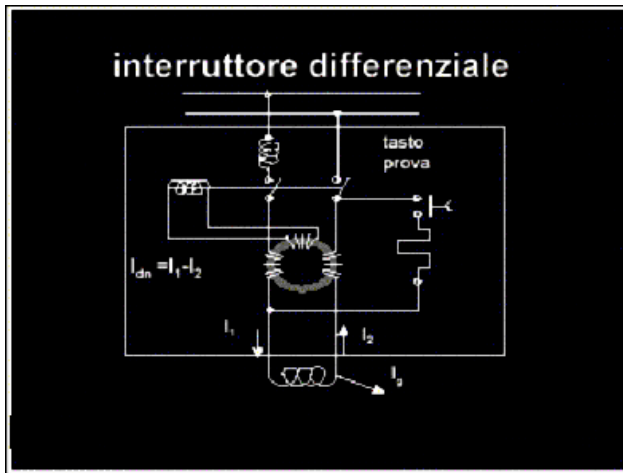
**Interruttori automatici differenziali:** apparecchiature modulari o scatolari (vedi Fig. 14) adatte al sistema di distribuzione ( monofasi, trifasi, trifasi+N) destinate a



**Fig.14** Interruttore automatico magnetico termico-differenziale

connettere e disconnettere un circuito all'alimentazione mediante comando manuale e ad aprire il circuito automaticamente quando una corrente "differenziale" supera un valore determinato. Tale dispositivo è considerabile una protezione attiva sia contro i contatti indiretti, come abbiamo visto, sia contro gli incendi causati dagli effetti termici dovuti alle correnti di guasto verso terra.

In Fig. 15 è schematizzato il principio di funzionamento di un interruttore differenziale monofase. Esso è composto essenzialmente da un nucleo magnetico toroidale su cui sono avvolte 2 bobine collegate in serie al circuito da proteggere e da una bobina di rilevazione che agisce sull'organo di comando.



**Fig.15** Schema elettrico funzionale di un differenziale bipolare

In condizioni normali la forza magnetomotrice risulta nulla in quanto la bobina è attraversata da due valori identici di  $I$  ( $I_1=I_2$ ) ma di verso opposto.

Se l'isolamento dell'apparecchiatura collegata a terra e posta a valle dell'interruttore avrà un cedimento, una corrente di guasto  $I_g$  è convogliata verso terra ed una delle due bobine sarà eccitata diversamente dall'altra inducendo nel nucleo una forza magnetomotrice che indurrà nella bobina una forza elettromotrice che farà circolare una corrente  $I_d$ . Tale corrente opportunamente amplificata interessa l'organo di comando dello sganciatore provocando l'apertura dei contatti.

$R$  è il tasto prova, con cui i costruttori consigliano l'utenza di sottoporre a prova di funzionamento l'apparecchio almeno 1 volta al mese.

I criteri di scelta delle protezioni sono determinate dalle caratteristiche dell'impianto e dell'utilizzatore che devono proteggere.

La loro corrente nominale  $I_n$  deve pertanto essere compresa tra corrente d'impiego  $I_B$  ed il valore massimo della corrente termica  $I_{th}$  del circuito da proteggere che in genere deve coincidere con la portata massima dei cavi  $I_z$ .

La scelta deve essere determinata anche con la verifica dei valori di c.c. min e c.c. max

Una condotta percorsa da una corrente sviluppa calore per effetto Joule che viene disperso nell'ambiente circostante finché non raggiunge la temperatura di



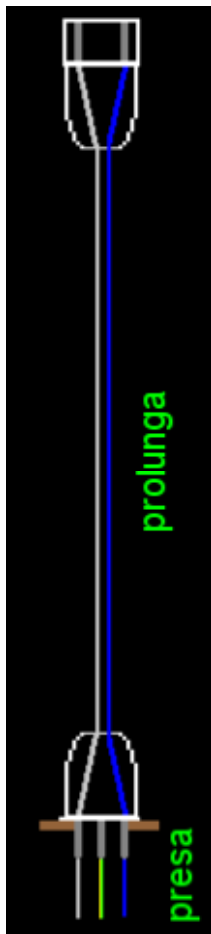


Fig.16 Prolunga

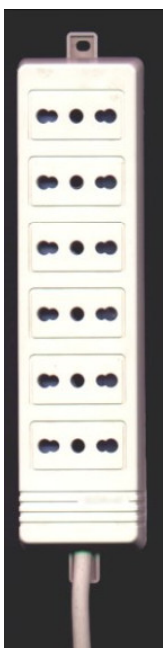


Fig. 17 Multipresa  
"ciabatta"

regime. da quanto esposto è evidente che la portata di un cavo non è unica per ogni sezione ma dipendendo dal regime termico è funzione del tipo di posa, dal tipo di cavo ( uni-tri -polare, dall'isolante), dalla vicinanza di altri cavi percorsi da corrente e dalla temperatura ambiente.

Se per un certo tempo avviene un sovraccarico ( corrente superiore alla portata  $I_z$  della conduttura compresa tra 2 e 3 volte  $I_n$ ) la conduttura tende ad un livello superiore di regime termico che non deve far superare la temperatura max per cui è stato progettato quel tipo di cavo.

Per valori di corrente molto maggiori della portata ( correnti superiori a 10 volte  $I_n$ ) non si può più parlare di sovraccarico ma di c.c. che provoca danni per sollecitazioni termiche, elettriche, meccaniche ed archi elettrici che risultano distruttivi per la conduttura stessa.

E' molto diffuso in ambito museale, per le mutevoli esigenze di nuove esposizioni, mostre ed eventi, adattare al posizionamento originario nuove apparecchiature elettriche da alimentare tramite gli impianti precedentemente dimensionati secondo le potenze ed i fattori di contemporaneità di utilizzo adottati in fase di dimensionamento progettuale originario.

Analogamente gli uffici possono essere utilizzati con nuove postazioni di lavoro o queste ultime implementate con nuove o più potenti attrezzature.

Ricorrentemente, in ambedue i casi, il prelievo dell'energia necessaria per le nuove esigenze è effettuata tramite le prese di corrente esistenti o direttamente dai quadri di settore mediante la posa di impianti volanti e prolunghe.

La diffusione di tale atteggiamento comporta un superficiale utilizzo di nuove apparecchiature, per esempio prolunghe ( Fig. 16) o dispositivi multipresa comunemente denominate "ciabatte" (Fig. 17).

Le normali prolunghe hanno generalmente una sezione del cavo molto piccola ( per esempio 0,75 mmq o di 1 mmq) che seppure conformi alla normativa vigente per le condizioni d'uso e per l'impiego in luoghi di lavoro generici non risultano conformi alle norme specifiche ( per esempio potrebbero: essere collegati a carichi con assorbimento superiore alla portata nominale della prolunga, essere collegate a prese con alveolo di terra e la prolunga sprovvista di conduttore di protezione, l'isolante non conforme all'utilizzo in ambienti particolari).

Con le prolunghe che terminano con prese come quelle in figura, bisogna prestare ancora più attenzione a

non superare la corrente massima prevista prelevabile da una presa multipasso( 16 A). Infatti è meccanicamente possibile inserire fino a 6 spine che assorbono 16A ciascuna, per un totale improponibile di 96 A. Gli esempi per avvalorare che gli interventi di implementazione e modifica degli impianti elettrici possono essere eseguiti esclusivamente solo dopo la verifica da parte da parte di un tecnico dei dati progettuali.

**MANUTENZIONE  
E  
VERIFICHE**

Dall'entrata in vigore del D.P.R. 462 del 22 ottobre 2001 “ regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi” risultano completamente aggiornate sia le procedure di omologazione e messa in esercizio degli impianti elettrici che le responsabilità attribuite al Datore di Lavoro.

In ordine cronologico le adempienze previste dalla nuova normativa possono così riassumersi:

1) l'installatore realizzato l'impianto esegue:

- le verifiche previste dalle norme
- rilascia le dichiarazioni di conformità ai sensi dell'art. 9 della L 46/90

2) il Datore di Lavoro ricevuta la dichiarazione di conformità con cui viene omologato l'impianto:

- può mettere in esercizio l'impianto
- entro 30 gg. Dalla messa in esercizio invia copia della dichiarazione di conformità all' ISPELS ed all' ASL/ARPA territorialmente competenti
- effettua regolare manutenzione agli impianti
- È tenuto a far sottoporre a verifica periodica gli impianti ( ASL/ARPA o Organismi riconosciuti)

Biennalmente: cantieri, locali uso medico, ambienti a maggior rischio in caso d'incendio)

Quinquennale : in tutti gli altri ambienti

3) l'organismo riconosciuto o l'ASL/ARPA rilascia un verbale di visita da conservare in atti .



**PROCEDURE GENERALI E  
PRESCRIZIONI DI LAVORO IN  
SICUREZZA**

**A ) OBBLIGHI E DIVIETI PER IL PERSONALE**

- 1) nel caso in cui il personale venga a conoscenza o identifichi una fonte di pericolo o malfunzionamenti tecnici ( impianti elettrici, impianti elettrici di illuminazione artificiale e di emergenza ed attrezzature ed apparecchiature elettriche in genere ) deve darne immediata comunicazione al Responsabile del Servizio ;
- 2) in caso di malfunzionamento o di pericolo derivante dagli impianti e/ o utilizzatori elettrici deve essere posto fuori servizio l'impianto mediante il distacco dell'energia elettrica al quadro di protezione installato nelle vicinanze o mediante l' interruttore di bordo dell'utilizzatore ;
- 3) durante l'utilizzo delle attrezzature e macchine elettriche installate nei luoghi di lavoro è obbligatorio attenersi alle prescrizioni riportate sui libretti di uso e manutenzione in dotazione alle stesse ed attenersi ai divieti e prescrizione di cui ai mod. 8 "**AVVERTIMENTO**" ed 8bis "**ATTENZIONE**" affissi nel luogo di lavoro;
- 4) è vietato rimuovere i dispositivi di protezione e di sicurezza delle attrezzature elettromeccaniche durante le lavorazioni; le operazioni di manutenzione possono essere eseguite solo da personale specializzato incaricato; l'utilizzatore può svolgere le sole operazioni di manutenzione demandategli nelle istruzioni riportate nel "Manuale di uso e manutenzione" di ogni attrezzatura fornita; l'utilizzatore, oltre ad aver cura delle attrezzature messe a disposizione, non deve apporre modifiche di propria iniziativa e deve evitare qualsiasi tentativo di riparazione "*fai da te*";
- 5) al termine delle attività giornaliere il dipendente ultimo ad uscire dalla propria stanza o luogo di lavoro assicura la porta d'accesso della stanza in posizione di chiusura avendo cura che non risulti chiusa mediante chiave;
- 6) controlla, periodicamente e visivamente, l'efficienza e l'integrità degli impianti di alimentazioni delle apparecchiature e delle attrezzature in dotazione;
- 7) il personale addetto alla custodia:

al termine delle attività giornaliere o durante i periodi di inattività , in conformità alle disposizioni dettate dai responsabili di settore, disattiverà gli impianti elettrici avendo cura di lasciare inserite le sole alimentazioni dedicate alle “luci di emergenza” , notturna e di sussidio alla rilevazione immagini nei locali dotati di video sorveglianza, nonché tutte le alimentazioni ritenute necessarie in conformità alle esigenze locali ( antintrusione, allarmi etc.)

## **B) PROCEDURE DI LAVORO IN SICUREZZA PER L'UTILIZZO DI ATTREZZATURE ELETTRICHE IN DOTAZIONE**

È vietato l'utilizzo di macchinari ed attrezzature elettriche da parte del personale esterno non addetto e non autorizzato

Attrezzature usualmente in dotazione presso la postazione di lavoro:

Elaboratore, stampante, tastiera, schermo.  
Fax, modem, telefono.  
Calcolatrice elettrica.  
Fotocopiatrice

### **ELABORATORE ( video, tastiera, stampante, processore, altre unità periferiche )**

#### **- RACCOMANDAZIONI:**

prima di procedere all'installazione ed all'utilizzo leggere attentamente il libretto di uso e manutenzione in dotazione; la corrente elettrica proveniente dai cavi di alimentazione , dalle linee telefoniche e trasmissione dati può essere pericolosa; prendere visione di quanto riportato nel quaderno n° 3 “ Lavoro al videoterminale “.

#### **-RISCHI**

rischi da radiazioni  
disturbi visivi  
disturbi posturali  
elettrocuzione  
ustioni

affaticamento mentale

### -CONDIZIONI DI SICUREZZA

per evitare il pericolo di elettrocuzione:

- durante i temporali non collegare o scollegare i cavi, non effettuare installazione di componenti, la manutenzione e la riconfigurazione;
- collegare tutti i cavi di alimentazione ad una presa di corrente munita di presa di terra;
- collegare l' alimentazione delle macchine ad idonee prese elettriche ( controllare tensione di esercizio ed assorbimento nominale dell'unità e il terzo alveolo di terra);
- quando possibile utilizzare una sola mano per collegare o scollegare i cavi di segnale;
- non accendere apparecchiature in presenza di incendi, allagamenti, o danni strutturali;
- non aprire le protezioni meccaniche e gli involucri;
- non procedere a spostamenti e riposizionamenti delle componenti con unità collegate elettricamente;
- collegamento e scollegamento:

per collegare:

- spegnere tutte le unità;
- collegare tutti i cavi ai dispositivi;
- collegare tutti i cavi di segnale ai rispettivi connettori;
- inserire i cavi di alimentazione nelle prese elettriche;
- accendere l'unità con l'interruttore di bordo ( ON );

per scollegare:

- spegnere tutte le unità;
- rimuovere tutti i cavi di alimentazione dalle prese elettriche;
- rimuovere tutti i cavi di segnale dai connettori;
- rimuovere tutti i cavi dalle unità.

- La eventuale sostituzione di batterie esauste può rappresentare rischio di esplosione se sostituita non correttamente; quando si sostituisce una batteria, usare solo componenti contrassegnate dallo stesso numero identificativo della casa madre o di tipo equivalente raccomandato dalla stessa casa:
  - non gettare o immergere le batterie in acqua o liquidi;
  - non sottoporla a riscaldamento;
  - non smontarla;
  - non tentare di ricaricarla;
  - non tentare di ripararla;
  - non gettare le batterie esauste nella spazzatura o nei cestini dei rifiuti ; esse vanno conferite al fornitore di nuove.
- alcuni P.C. sono assemblati ad unità di memorizzazione ottica che utilizzano tecnologia laser : l'apertura dell'unità CD-ROM o DVD-ROM può dar luogo ad esposizione a radiazioni laser visibili ed invisibili nocive la cui esposizione può danneggiare in particolare la vista : **NON APRIRE LE PROTEZIONI** ; al termine dell'attività lavorativa applicare le procedure di arresto e spegnere

l'elaboratore e le periferiche collegate.

## **FAX, TELEFONO, MODEM**

### **- RACCOMANDAZIONI:**

prima di procedere all'installazione leggere il libretto di uso e manutenzione in dotazione; la corrente elettrica proveniente dai cavi di alimentazione e dalle linee telefoniche può essere pericolosa.

### **- RISCHI**

disturbi visivi  
disturbi posturali  
rumore  
elettrocuzione  
ustioni  
affaticamento mentale

### **- CONDIZIONI DI SICUREZZA**

per evitare il pericolo di elettrocuzione:

- durante i temporali non collegare o scollegare i cavi, non effettuare installazione di componenti e la manutenzione;
- collegare tutti i cavi di alimentazione ad una presa di corrente munita di presa di terra (alcuni utilizzatori muniti di particolari protezioni non necessitano di collegamento a terra e sono evidenziabili con prese a due soli puntali con simbolo di doppio quadrato sulla targa di macchina);
- collegare le alimentazione della macchina ad una idonea presa elettrica (controllare tensione di esercizio ed assorbimento nominale dell'unità e terzo alveolo di terra);
- quando possibile utilizzare una sola mano per collegare o scollegare i cavi di segnale;
- non accendere apparecchiature in presenza di incendi, allagamenti, o danni strutturali;
- non aprire le protezioni meccaniche e gli involucri;
- non procedere a spostamenti e riposizionamenti delle componenti collegate elettricamente;
- collegamento e scollegamento:
  - per collegare:
    - a) spegnere l'unità (interruttore di bordo OFF);
    - b) collegare gli eventuali cavi di segnale ai rispettivi connettori;
    - c) inserire il cavo di alimentazione nelle prese elettriche;

d)accendere l'unità con l'interruttore di bordo ( ON );

per scollegare:

- a) spegnere l' unità ( interruttore OFF);
- b) rimuovere il cavo di alimentazione dalle prese elettriche;
- c) rimuovere gli eventuali cavi di segnale dai connettori.

- la eventuale sostituzione di batterie esauste può rappresentare rischio di esplosione se sostituita non correttamente; quando si sostituisce una batteria, usare solo componenti contrassegnate dallo stesso numero identificativo della casa madre o di tipo equivalente raccomandato dalla stessa casa:
  - non gettare o immergere le batterie in acqua o liquidi;
  - non sottoporla a riscaldamento;
  - non smontarla;
  - non tentare di ricaricarla;
  - non tentare di ripararla;
  - non gettare le batterie esauste nella spazzatura o nei cestini dei rifiuti ;
  - esse vanno conferite al fornitore di nuove.

## **CALCOLATRICE ELETTRICA**

### **- RACCOMANDAZIONI:**

prima di procedere all'installazione leggere il libretto di uso e manutenzione in dotazione ; la corrente elettrica proveniente dal cavo di alimentazione può rappresentare un pericolo.

### **-RISCHI:**

disturbi visivi  
disturbi posturali  
rumore  
elettrocuzione  
ustioni

### **- CONDIZIONI DI SICUREZZA:**

per evitare il pericolo di elettrocuzione:

- durante i temporali non collegare o scollegare il cavo, non effettuare la manutenzione;
- collegare il cavo di alimentazione ad una presa di corrente munita di

- presa di terra ( alcuni utilizzatori muniti di particolari protezioni non necessitano di collegamento a terra e sono evidenziabili con prese a due soli puntali con simbolo di doppio quadrato sulla targa di macchina;
- collegare l'alimentazione della macchina ad una idonea presa elettrica ( controllare tensione di esercizio ed assorbimento nominale dell'unità );
  - non accendere la calcolatrice in presenza di incendi, allagamenti, o danni strutturali;
  - non aprire le protezioni meccaniche e gli involucri;
  - collegamento e scollegamento:
    - per collegare:
      - a) spegnere l'unità ( interruttore di bordo OFF);
      - b) inserire il cavo di alimentazione nella presa elettrica;
      - c) accendere l'unità con l'interruttore di bordo ( ON );
    - per scollegare:
      - a) spegnere l' unità ( interruttore OFF);
      - b) rimuovere il cavo di alimentazione dalla presa elettrica;
  - non coprire la calcolatrice quando è in funzione in quanto potrebbe essere sottoposta a surriscaldamento e divenire causa d'incendio;
  - non utilizzare solventi ed alcool per la pulizia;
  - non utilizzare né lasciare la calcolatrice esposta ai raggi solari, all'umidità, alla polvere ed a sorgenti di calore.

## **FOTOCOPIATRICE**

### **- RACCOMANDAZIONI:**

prima di procedere all'utilizzo leggere attentamente il libretto di uso e manutenzione in dotazione; la fotocopiatrice è un utilizzatore elettromeccanico e pertanto la corrente elettrica proveniente dai cavi di alimentazione ed il calore nonché l'eventuale emissione di fumi e vapori prodotti dal funzionamento prolungato della stessa possono rappresentare pericolo e disagio per il lavoratore; durante l'utilizzo è obbligatorio attenersi ai divieti e prescrizione di cui ai mod. 8 "AVVERTIMENTO" ed 8bis "ATTENZIONE" affissi nel luogo di lavoro; è vietato rimuovere i dispositivi di protezione e di sicurezza durante il funzionamento.

### **- RISCHI**

disturbi visivi  
rumore  
elettrocuzione  
ustioni  
schiacciamento e cesoiamento delle mani  
chimico

allergie  
irritazione delle mucose delle vie respiratorie  
infiammazione degli occhi

#### - CONDIZIONI DI SICUREZZA

- Le fotocopiatrici devono essere installate in locali spaziosi e ben aerati anche per garantire la piena agibilità alle operazioni di manutenzione ordinarie e straordinarie;
- non trasformare il locale fotocopie in deposito materiali o in momentaneo archivio;
- la chiusura del pannello copri-piano durante l'utilizzo della macchina permette all'operatore di lavorare senza affaticamento, fastidio o danno alla vista;
- durante l'inattività della macchina interrompere la linea di alimentazione agendo sull'interruttore di bordo (OFF);
- per la sostituzione dei toner attenersi alle indicazioni e prescrizioni dei produttori e non disperdere i contenitori vuoti che debbono essere conferiti nell'apposito contenitore predisposto dall'A.C. ;
- accertarsi che il cavo di alimentazione elettrica sia mantenuto in condizioni integre ed efficienti;
- accertarsi che la macchina sia sottoposta a manutenzione;
- prima di sfilare la spina dalla presa non agire sul cavo ma direttamente dalla spina avendo preventivamente disattivato la macchina con l'interruttore di bordo (OFF)