



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Caserta

PRESENTAZIONE : ing. Rosario DIETZE – CE 974

IL RISCHIO ELETTRICO IN BASSA TENSIONE

ESTRATTA DA DOCUMENTO DELL'ing. S. Cantone

AVERSA 5 – 6 - 2015



PREMESSA

ELEMENTI FONDAMENTALI DI UN IMPIANTO ELETTRICO

1. Corretta progettazione.
2. Utilizzo componentistica adeguata.
3. Installazione a regola d'arte.
4. Manutenzione attenta e periodica.

RISCHIO GENERICO

E' il prodotto della probabilità "P" che l'incidente avvenga per la gravità "G" del danno provocato :

$$\text{RISCHIO} = P \times G$$

Matematicamente : il rischio è alto se i due elementi hanno valore elevato e si riduce quando uno dei termini viene quasi azzerato o entrambi hanno valore basso.

Ma poiché la "G" non è ritoccabile, occorre lavorare sulla "P" adottando le debite precauzioni.



- Il rischio dipende sia dal livello di sicurezza degli impianti e macchinari elettrici che dal loro corretto utilizzo e manutenzione.
- Il non rispetto delle condizioni di impiego, installazione e manutenzione, congiuntamente al mancato o insufficiente addestramento del personale addetto possono pregiudicare fortemente il livello di sicurezza e dunque le condizioni di rischio.

Le caratteristiche di un impianto elettrico devono essere tali da garantire tre fondamentali esigenze :

1. - La sicurezza delle persone contro il pericolo dell'elettricità.
2. - Il corretto funzionamento, in base all'uso previsto ed alle condizioni effettive di esercizio.
3. - L'efficienza funzionale, in termini di servizio e durata.

PERICOLI DELL'ELETTRICITA'

I pericoli per le persone che possono venire in contatto con le apparecchiature e gli impianti elettrici in genere, derivano essenzialmente da :

- CONTATTI DIRETTI
- CONTATTI INDIRETTI

CONTATTI DIRETTI

contatto di parti del corpo umano con parte attive di un circuito elettrico destinate ad essere in tensione durante il normale servizio (morsetti, prese, conduttori).

CONTATTI INDIRETTI

contatto di parti del corpo umano con masse, ossia carcasse o involucri metallici conduttivi, normalmente non in tensione, ma che possono andare accidentalmente in tensione per guasti o cedimenti dell'isolamento di un'apparecchiatura elettrica.



CONSEGUENZE DELLA CORRENTE ELETTRICA

- Dal punto di vista infortunistico, e dunque delle conseguenze derivanti da incidenti di natura elettrica, le principali tipologie possono essere ricondotte a:
 - **elettrocuzione**, dovuta al passaggio di corrente nel corpo umano, per contatto diretto o indiretto.
 - **incendio**, dovuto alla contemporanea presenza di materiale infiammabile e fenomeni elettrici (archi, scintille, punti caldi superficiali) atti ad innescare l'incendio;
 - **esplosione**, dovuta alla contemporanea coesistenza di atmosfera pericolosa (presenza di sostanza miscela gas, vapore o polvere potenzialmente esplosivi) e fenomeni elettrici (archi, scintille, punti caldi superficiali) atti ad innescare l'esplosione.

ELETTROCUZIONE

Gli effetti della corrente elettrica sul corpo umano

Il corpo umano è un conduttore di elettricità, che presenta una resistenza elettrica variabile da persona a persona e dalle condizioni ambientali

- *Se il corpo umano viene attraversato da corrente elettrica si possono verificare i seguenti fenomeni:*
 - **tetanizzazione,**
 - **arresto della respirazione**
 - **fibrillazione ventricolare**

*Altri effetti derivanti dalla elettrocuzione sono quelli di tipo termico, come **bruciature ed ustioni** (generalmente profonde) che vanno spesso a sommarsi agli effetti precedenti*



Gli effetti della corrente elettrica sul corpo umano

- **Tetanizzazione**, consiste nella contrazione dei muscoli del corpo che spesso non permette il rilascio delle parti in tensione con cui si è venuto a contatto. Il mancato rilascio inoltre consente alla corrente elettrica di continuare ad attraversare il corpo umano. Il valore minimo della corrente per cui accade la tetanizzazione e il mancato rilascio delle parti in tensione è detta “ corrente di rilascio”;
- **Arresto della respirazione**, consistente nella tetanizzazione dei muscoli respiratori. Il perdurare di tale tetanizzazione può condurre alla morte per asfissia;
- **Fibrillazione ventricolare**, dovuta alla interferenza della corrente elettrica con la normale attività elettrica del cuore che da luogo ad una contrazione irregolare dei ventricoli che conduce nella maggior parte dei casi all’arresto cardiaco. Infatti la fibrillazione ventricolare è considerato un fenomeno quasi irreversibile, poichè quando si innesca il cuore non ritorna a funzionare spontaneamente, salvo con l’applicazione di un defibrillatore di difficile reperibilità in tempo utile (generalmente 10 – 15 minuti).



- *La dinamica dell'elettrocuzione dipende da molti fattori, quali la resistenza elettrica del corpo, le condizioni della pelle, la durata del contatto, la superficie interessata al contatto.*
- *La pericolosità della corrente oltre che dalla sua intensità (che a parità di tensione dipende dalla resistenza del corpo umano), dipende anche dalla durata del contatto, cioè dall'intervallo di tempo in cui la corrente agisce sul corpo umano*
- *I limiti di pericolosità sono riportati CEI 64 "Effetti della corrente attraverso il corpo umano"*

GRAFICO PERICOLOSITA' CORRENTE CONTINUA

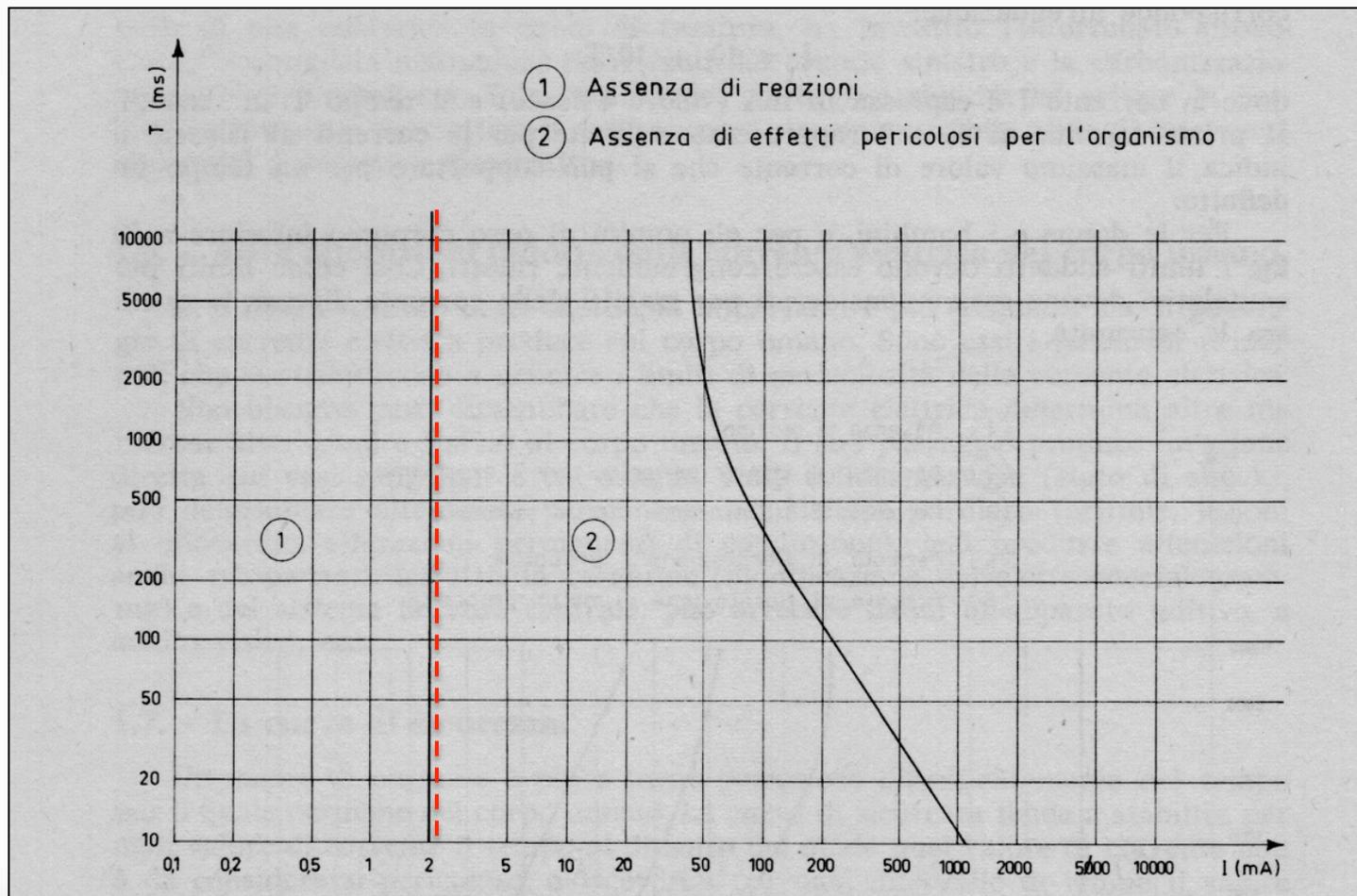
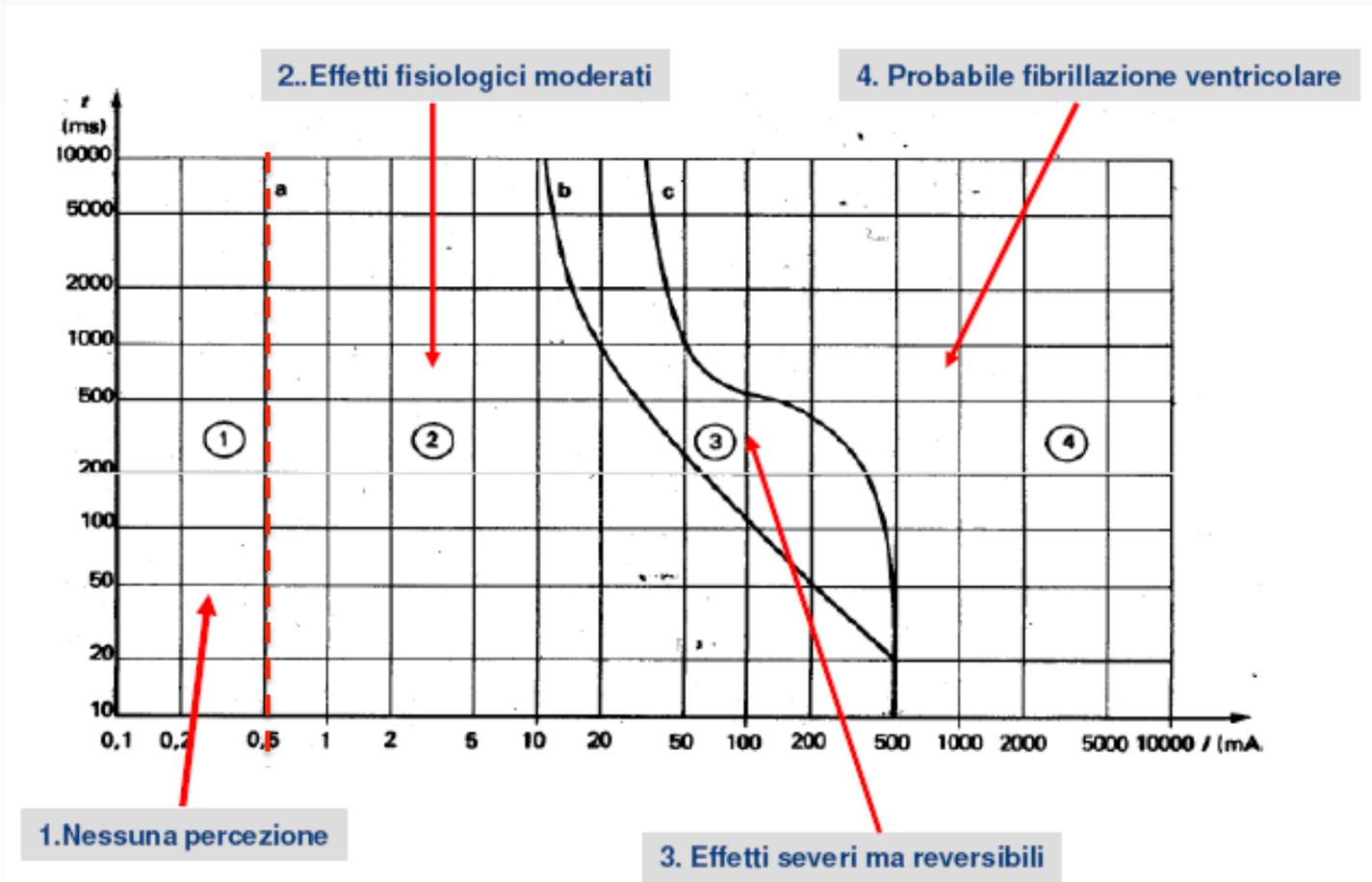


GRAFICO PERICOLOSITA' CORRENTE ALTERNATA 50HZ





PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Generalmente la protezione contro i contatti diretti viene realizzata con tecniche di “**protezione passiva**”, cioè senza interruzione automatica del circuito segregando le parti elettricamente attive in modo da renderle inaccessibili e quindi impedendone il contatto. Le misure di protezione, indicate nella parte 4 della norma CEI 64-8, possono essere di due tipi:

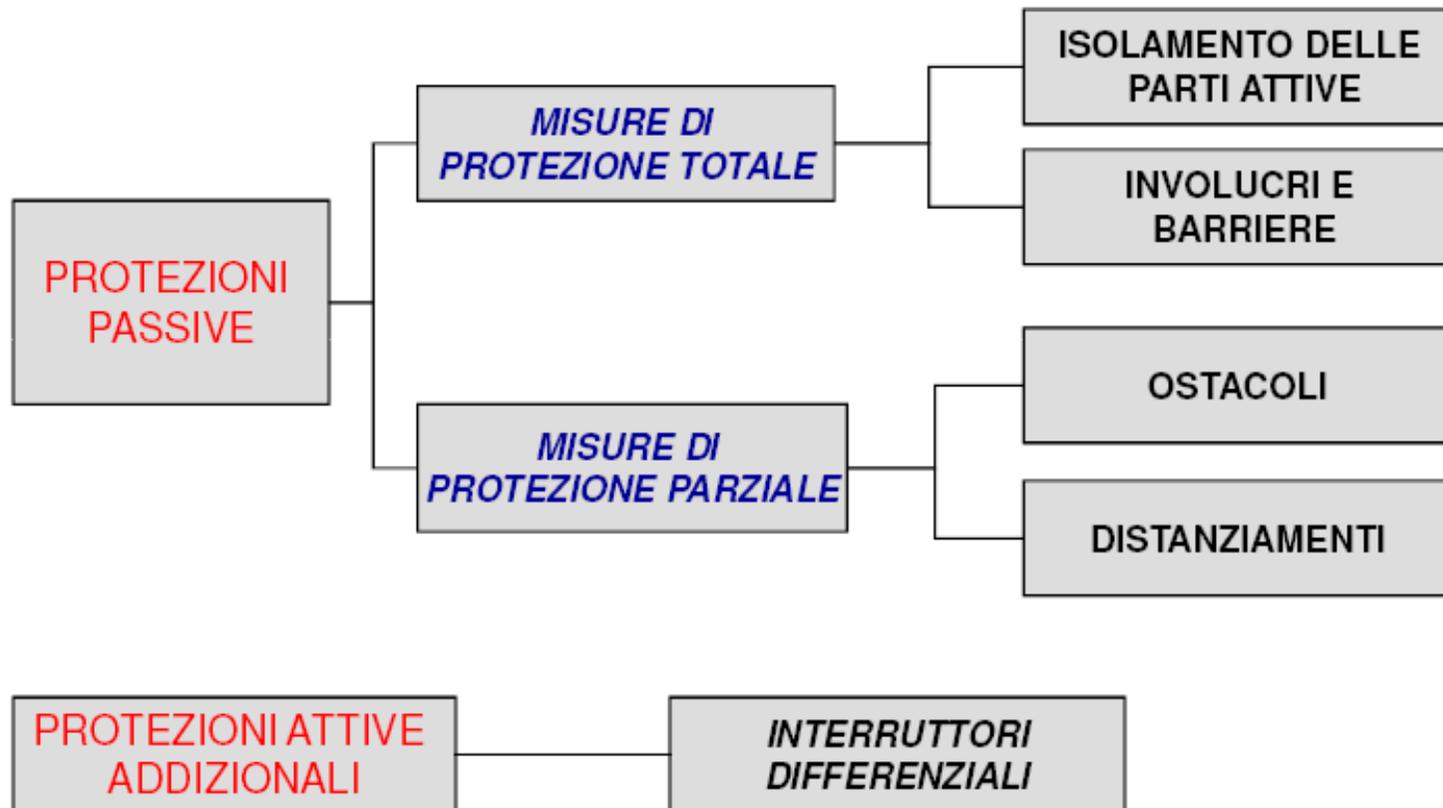
- **protezione totale**, destinata ad impianti accessibili a tutti;
- **protezione parziale**, destinata ad impianti accessibili solo a personale addestrato, le cui conoscenze tecniche e l'esperienza sono tali da costituire di per se una protezione contro i pericoli dell'elettricità.



Ricordiamo che la norma (CEI 11-27) divide il “genere umano” in 3 categorie :

- I “PEC” = Persone Comuni (che non eseguono lavori elettrici se non in determinate condizioni).
- I “PAV” = Persone Avvertite (appositamente addestrate per eseguire lavori elettrici).
- I “PES” = Persone Esperte (in possesso di adeguate conoscenze dei fenomeni elettrici).

PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI DIRETTI





PROTEZIONI TOTALI

□ **Isolamento delle parti attive.**

Le parti che sono normalmente in tensione devono essere ricoperte completamente da un isolamento non rimovibile, se non per distruzione dello stesso. L'isolamento deve resistere agli sforzi meccanici, elettrici e termici che possono manifestarsi durante il funzionamento.

□ **Protezione con involucri e barriere**

- *Vi sono parti attive che, per la funzione da svolgere, devono essere accessibili e dunque non possono essere isolati in modo completo (ad es. i morsetti).*
- *In tal caso la protezione può essere effettuata mediante involucri e barriere. Per “involucro” si intende un “elemento costruttivo tale da impedire il contatto diretto in ogni direzione”; la “barriera” è un “elemento costruttivo tale da impedire il contatto diretto nella direzione abituale di accesso.”*
- *Il grado di protezione di un involucro è identificato in sede internazionale dal “codice IP” (International Protection), stabilito dalla norma IEC 529, recepita dalla Norma Europea EN60529 e classificato in Italia come Norma CEI 70-1.*

PROTEZIONI PARZIALI

□ Ostacoli.

- Devono impedire, oltre all'avvicinamento non intenzionale a parti attive, anche il contatto casuale con esse durante i lavori sotto tensione o di manutenzione.
- Nei luoghi accessibili al personale addestrato devono essere rispettate distanze minime per i passaggi tra ostacoli, organi di comando e pareti (tali distanze sono riportate nella norma 64-8 /4).

□ Distanziamenti

- La norma CEI 64.8 prescrive che il “distanziamento” delle **“parti simultaneamente accessibili”** deve essere tale che esse non risultino a **“portata di mano”**. Per parti “simultaneamente accessibili” si intendono quelle parti che possono essere toccate simultaneamente da una persona.
- Si ritengono simultaneamente accessibili quelle parti che distano fra loro non più di 2,5 m. in verticale e di 2 m. in orizzontale



PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI INDIRECTI

- *Le misure di protezione contro i contatti indiretti sono prevalentemente di tipo attivo. Le protezioni hanno la funzione di interrompere il circuito in caso di guasto, impedendo ad eventuali tensioni pericolose che possono venire a crearsi, di persistere per un tempo sufficiente a provocare effetti fisiologici pericolosi.*
- *Il sistema di protezione più utilizzato per gli impianti di distribuzione è quello coordinato **dell'impianto di terra e degli interruttori differenziali.***
- *L'efficacia del sistema di protezione dai contatti indiretti è legato al corretto coordinamento tra impianto di terra e interruttori differenziali.*



INTERRUTTORI DIFFERENZIALI

Come abbiamo visto una corrente di 50 mA può essere letale. Allora come fare a limitare a valori di sicurezza (30 mA) tale corrente ?

Utilizzando l'interruttore differenziale (detto "salvavita") vengono misurati i due flussi di corrente :

- entrante (filo di fase marrone, nero o grigio) e quello
- uscente (filo neutro, blu).

Per la legge di conservazione dell'energia l'energia elettrica entrante deve essere uguale a quella uscente, a meno di flussi dispersi che abbiano preso altre vie quali il nostro corpo. Sfruttando questo principio, l'interruttore differenziale verifica continuamente se i due flussi sono uguali e qualora la loro differenza superi i 30 mA (soglia di pericolosità), interrompe il circuito di alimentazione.



L'IMPIANTO DI TERRA

- *Nel sistema di protezione contro i contatti indiretti la funzione dell'impianto di terra è quella di convogliare verso terra la corrente di guasto, provocando l'intervento delle protezioni ed evitando così il permanere di tensioni pericolose sulle masse.*
- *Il principio base di un impianto di terra è quello della **equipotenzialità**.*
- *L'impianto di terra ha la funzione di rendere quanto più possibile equipotenziale l'ambiente, riducendo al massimo le differenze di potenziale fra masse, masse estranee e terreno.*
- *Gli impianti di terra sono soggetti a prescrizioni di legge (DPR 462/01) e alla normativa tecnica (CEI 64-8 e 64-12).*



L'IMPIANTO DI TERRA

Il famoso DPR 547 imponeva l'impianto di terra come sistema di prevenzione contro i contatti indiretti già nel lontano 1955, ma era applicabile solo ai luoghi di lavoro (dipendente ed assimilato) per cui nel settore residenziale (ambiente di vita) era di fatto inesistente.

Se in un appartamento qualcuno rimaneva colpito da elettrocuzione, veniva trattato alla stregua di un semplice incidente.

Solo con la legge 833 "Istituzione del S.S.N." del 1978 si parlò per la prima volta di sicurezza negli ambienti di vita e di lavoro, anche se poi sono mancati i decreti attuativi.



L'IMPIANTO DI TERRA

Infine nel 1990 la legge 46 (adesso sostituita dalla legge 37 del 2008) l'impianto di terra è divenuto oggetto di particolare attenzione, sia dal punto di vista normativo che da parte degli operatori del settore, richiamati ad una realtà di "regola d'arte" un poco trascurata nel settore civile.

Ma cosa è questo fantomatico impianto di terra ?

E' un insieme di elementi metallici che collegano, per motivi o funzionali o di sicurezza, varie parti dell'impianto elettrico.



FUNZIONI DELL'IMPIANTO DI TERRA

Un impianto di terra può avere la funzione di:

- 1.MESSA A TERRA DI PROTEZIONE
- 2.MESSA A TERRA DI FUNZIONAMENTO
- 3.MESSA A TERRA PER LAVORI



MESSA A TERRA DI PROTEZIONE

Ha lo scopo di collegare tutte le parti metalliche di un impianto e degli apparecchi utilizzatori con lo scopo di limitare – oppure agevolare l'interruzione di un guasto – le tensioni pericolose che potrebbero applicarsi ad un corpo umano che malauguratamente venga a contatto con un involucro metallico sotto tensione per difetto di isolamento.

La messa a terra di protezione riguarda anche gli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, di drenaggio delle cariche elettrostatiche e la messa a terra di apparecchiature elettroniche che presentano elevate correnti di dispersione anche in condizioni di normale funzionamento.



MESSA A TERRA DI FUNZIONAMENTO

Ha lo scopo di garantire il regolare funzionamento degli impianti come nel caso della messa a terra del centro stella dei sistemi elettrici di alta tensione.

MESSA A TERRA PER LAVORI

Ha lo scopo di mettere in sicurezza una parte di impianto momentaneamente fuori servizio per esigenze di manutenzione.



L'IMPIANTO DI TERRA

L'obbligo della messa a terra è riportato dalla norma CEI 64-8, che prescrive:

- *l'obbligo dell'impianto di messa a terra per tutti i sistemi di I categoria, a prescindere dal luogo e dall'attività;*
- *salvo casi particolari l'impianto di terra deve essere comune a tutti gli impianti contenuti nello stesso edificio;*
- *tutte le masse devono essere collegate all'impianto di terra mediante il conduttore di protezione PE*
- *tutte le tubazioni metalliche e le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto devono essere collegate all'impianto di terra (collegamento equipotenziale);*
- *tutte le prese a spina per l'alimentazione di utilizzatori per i quali è previsto il collegamento a terra devono avere il contatto di terra collegato al conduttore di protezione.*



SICUREZZA DEGLI IMPIANTI IN AMBIENTI PARTICOLARI

Sono considerati ad esempio ambienti particolari ad esempio:

- *impianti in luoghi umidi e bagnati(contenenti bagni o docce);*
- *piscine;*
- *locali contenenti riscaldatori per saune*
- *cantieri di demolizione e costruzione*
- *strutture adibite ad uso agricolo o zootecnico*
- *luoghi conduttori ristretti*
- *luoghi contenenti apparecchiature di elaborazione dati*
- *aree di campeggio per caravan e camper*
- *impianti in locali adibiti a pubblico spettacolo o trattenimento;*
- *impianti a maggior rischio di incendio;*
- *impianti in luoghi adibiti ad uso medico;*
- *impianti in luoghi con pericolo di esplosione.*



Impianti elettrici in ambienti a maggior rischio in caso di incendio.

- *Per ambienti a maggior rischio di incendio si intendono “gli ambienti che presentano, in caso di incendio, un rischio maggiore di quello che presentano gli ambienti ordinari”. Il rischio relativo all’incendio dipende dalla probabilità che esso si verifichi e dall’entità del danno per le persone e le cose.*
- *La norma CEI 64-8 opera una suddivisione degli ambienti sulla base delle “caratteristiche prevalenti”. Gli ambienti vengono così suddivisi in tre gruppi: A, B e C.*



GRUPPO A

“Ambienti a maggior rischio di incendio a causa dell’elevata densità di affollamento, per l’elevato tempo necessario per il deflusso, o per l’elevato danno a persone, animali e cose”.

Fra questi si segnalano:

- *locali di spettacolo o trattenimento di capienza superiore a 100 persone;*
- *alberghi, pensioni, hotel con oltre 25 posti letto;*
- *scuole di ogni ordine e grado*
- *ambienti di esposizione e vendita con superficie superiore a 400 m²;*
- *stazioni sotterranee di ferrovie, metropolitane e simili;*
- *ambienti destinati ai degenti negli ospedali e negli ospizi, ai detenuti nelle carceri e ai bambini negli asili e negli ambienti simili;*
- *le vie di uscita, i vani e i condotti di ventilazione forzata negli edifici di abitazione civile con altezza di gronda superiore a 24 m.;*
- *edifici di pregio da un punto di vista artistico o storico o destinati a contenere biblioteche, archivi, collezioni e comunque beni sottoposti alla vigilanza dello Stato.*



GRUPPO B

“Ambienti a maggior rischio di incendio in quanto a struttura combustibile”.

Rientrano in tale classe gli edifici con strutture in legno.

GRUPPO C

“Ambienti a maggior rischio di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione o deposito, ma non in quantità o con caratteristiche tali da classificare gli ambienti tra quelli con pericolo di esplosione”.

Rientrano in questa categoria anche materiali come legno, carta, paglia, grassi lubrificanti, ecc.



Il maggior rischio di incendio comporta la realizzazione di impianti elettrici che, oltre alle norme di carattere generale, dovranno rispondere a prescrizioni particolari

La norma CEI 64-8, parte 7, fornisce le seguenti indicazioni:

- negli ambienti a maggior rischio di incendio devono essere installati solo gli elementi strettamente necessari;*
- nelle vie d'uscita non devono essere installati componenti liquidi infiammabili;*
- dove è consentito l'accesso al pubblico, i dispositivi di manovra, controllo e protezione devono essere manovrabili solo dal personale addetto;*
- i componenti elettrici non devono raggiungere temperature pericolose, né in servizio ordinario, né in caso di guasto, tenuto conto dell'intervento dei dispositivi di protezione*
- gli apparecchi di illuminazione devono essere tenuti ad adeguata distanza dagli oggetti combustibili illuminati.*



Impianti di protezione contro le scariche atmosferiche

- *Gli impianti di protezione contro i fulmini, data l'origine naturale e l'aleatorietà di questi fenomeni su cui non è possibile intervenire, hanno la funzione di ridurre la pericolosità non potendo garantire in modo assoluto l'immunità di persone e cose.*
- *Dal **01.02.07** la materia, a livello di normativa tecnica è regolata dalle **Norme CEI EN 62305-1-2-3-4**, norme ratificate a livello internazionale ed europeo e recepite in Italia dal CEI, che vanno a sostituire le precedenti norme CEI 81-1 e 81-4.*



Allegato 1

NORMA CEI 64-8



La norma 64-8 - La protezione persone e componenti

La protezione deve essere effettuata in riguardo a:

- Contatti diretti
- Contatti indiretti
- Effetti termici
- Sovracorrenti (effetti termici e/o meccanici)
- Sovratensioni

La norma 64-8

Si applica a:

- + Edifici a destinazione residenziale
- + Edifici a destinazione commerciale
- + Edifici destinati a ricevere il pubblico
- + Edifici destinati ad uso industriale
- + Edifici destinati ad uso agricolo e industriale
- + Caravan, campeggi, cantieri, mostre, fiere, darsene, ecc.



La norma 64-8

Non si applica a:

- ✚ Impianti per la distribuzione pubblica dell'energia elettrica
- ✚ Impianti di produzione e trasmissione dell'energia elettrica e ai servizi ausiliari di tali impianti

LA NORMA CEI 64-8

- **Norma CEI 64-8/1**
“Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali”.
- **Norma CEI 64-8/2**
“ Parte 2: Definizioni”
- **Norma CEI 64-8/3**
“ Parte 3: Caratteristiche generali”.
- **Norma CEI 64-8/4**
“ Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza”.
- **Norma CEI 64-8/5**
“Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici”
- **Norma CEI~64-8/6**
“Parte 6: Verifiche”.
- **Norma CEI 64-8/7**
“ Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari”



La norma 64-8

La Norma CEI 64-8 si compone di 7 fascicoli distinti.

PARTE 1

Oggetto, scopo e principi fondamentali

Precisa gli impianti elettrici ai quali la Norma si applica e dove essa non si applica.

Essa fissa inoltre i principi fondamentali che un impianto elettrico deve possedere ai fini di una **sua corretta progettazione ed esecuzione secondo criteri di sicurezza e funzionalità.**

PARTE 2

Definizioni

PARTE 3

Caratteristiche generali

Precisa i requisiti che deve possedere un impianto elettrico in termini di caratteristiche generali, relativamente alla sua configurazione circuitale, alla alimentazione elettrica, ecc.



La norma 64-8

PARTE 4

Prescrizioni per la sicurezza

Il presente fascicolo fornisce le prescrizioni necessarie a garantire la sicurezza delle persone e dei beni e le prescrizioni relative alla loro applicazione nelle varie situazioni. In particolare vengono trattate le prescrizioni riguardanti la protezione contro i contatti diretti ed indiretti, contro gli effetti termici, contro le sovracorrenti e le prescrizioni riguardanti il sezionamento ed il comando.

PARTE 5

Scelta ed installazione dei componenti elettrici

Il presente fascicolo fornisce le prescrizioni riguardanti la scelta delle condutture elettriche, le loro modalità di posa e la determinazione delle loro portate, le prescrizioni riguardanti gli impianti di terra e quelle riguardanti la scelta dei dispositivi destinati alla protezione contro i contatti elettrici, contro le sovracorrenti e dei dispositivi di sezionamento e comando.



La norma 64-8

PARTE 6

Verifiche

Tratta le verifiche, costituite da esami a vista e da prove, che devono venire eseguite in un impianto elettrico per accertare che, per quanto praticamente possibile, le prescrizioni della Norma siano state rispettate.

PARTE 7

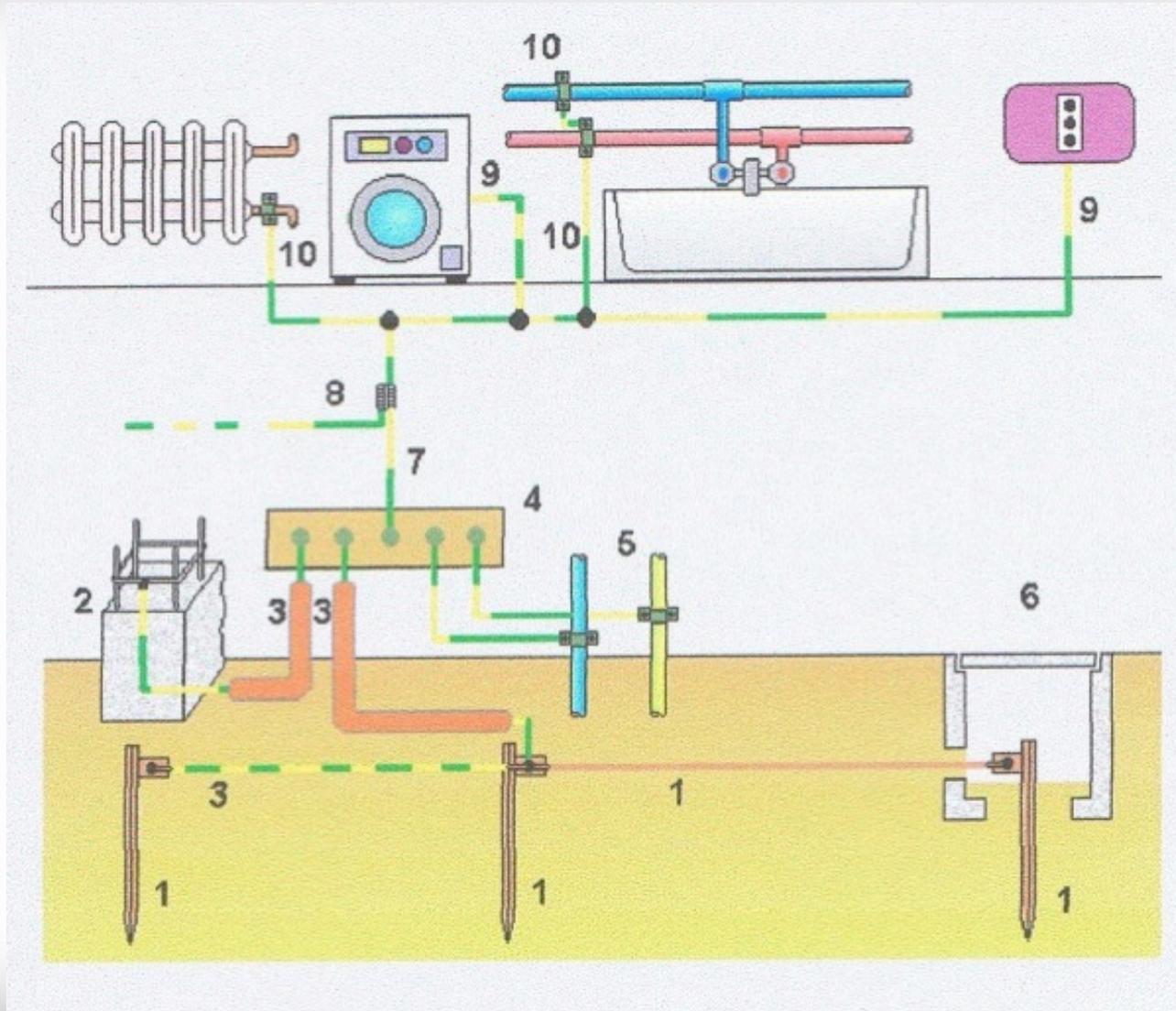
Ambienti ed applicazioni particolari

Tratta le prescrizioni particolari alle quali devono soddisfare gli impianti elettrici realizzati negli ambienti e nelle applicazioni nelle quali è maggiore il rischio elettrico: queste prescrizioni integrano, modificano od annullano le prescrizioni generali delle prime sei parti della presente Norma.



Allegato 2

IMPIANTO DI TERRA





I componenti principali di un impianto di terra sono:

- 1) DISPERSORE INTENZIONALE O ARTIFICIALE (DA), ottenuto mediante picchetti (puntazze) infissi verticalmente nel terreno, nastri, piastre oppure corde nude interrate orizzontalmente
- 2) DISPERSORE DI FATTO O NATURALE (DN), costituito da strutture metalliche interrate come ferri d'armatura, tubazioni metalliche dell'acqua (non sono solitamente utilizzabili le tubazioni dell'acquedotto pubblico), schermi metallici dei cavi, ecc..
- 3) CONDUTTORE DI TERRA (CT), collega i dispersori fra loro e al collettore principale di terra, gli eventuali tratti di corda nuda a contatto col terreno devono essere considerati parte del dispersore. E consigliabile proteggere le parti interrate e quelle emergenti mediante tubi per migliorare le difese contro la corrosione e contro gli urti.



- 4) COLLETTORE PRINCIPALE DI TERRA, è il nodo principale, realizzato mediante sbarra o morsettiera, al quale fanno capo le diverse parti dell'impianto
- 5) COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI PRINCIPALI (EQP), collegano al collettore principale di terra le masse estranee (tubazioni dell'acqua, del gas, ecc..) entranti alla base dell'edificio
- 6) POZZETTO DI ISPEZIONE, non obbligatorio
- 7) CONDUTTORE DI PROTEZIONE PRINCIPALE MONTANTE (PE), connette il collettore principale di terra con i PE di collegamento alle masse e con i conduttori equipotenziali di collegamento alle masse estranee
- 8) DERIVAZIONE PRINCIPALE SUL PE con collegamento passante senza interruzione del PE montante
- 9) CONDUTTORE DI PROTEZIONE SECONDARIO (PE), collega le masse al collettore principale di terra tramite il PE montante
- 10) COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI SUPPLEMENTARI (EQS), collegano le masse estranee fra loro e al conduttore di protezione



UN CORDIALE :
“IN BOCCA AL LUPO”
AI NEO-COLLEGHI