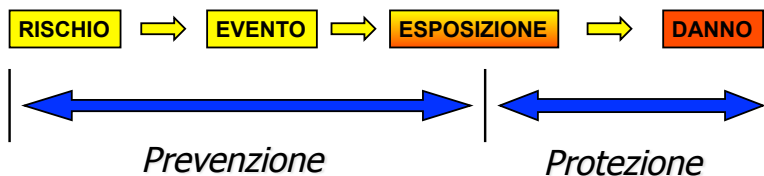


Modulo B/4 - B/8 Analisi dei rischi Rischio infortuni

DIMeG - CISQ
Politecnico di Bari
20 gennaio 2012

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro



Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro

L'approccio prestazionale

PRECETTI PRESTAZIONALI: si limitano a prevedere il risultato prevenzionale che si vuole raggiungere, lasciando al debitore di sicurezza la scelta del modo in cui raggiungere il risultato



Misure di prevenzione soggettiva ad integrazione
delle misure di prevenzione oggettiva

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

I PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO

I rischi lavorativi presenti negli ambienti di lavoro, in conseguenza dello svolgimento delle attività lavorative in un determinato luogo di lavoro, possono essere suddivisi in macro-categorie:

RISCHI CONNESSI ALL' ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO

RISCHIO FISICO

RISCHIO INFORTUNI

RISCHIO CHIMICO/BIOLOGICO

RISCHIO INCENDIO

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

I PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO

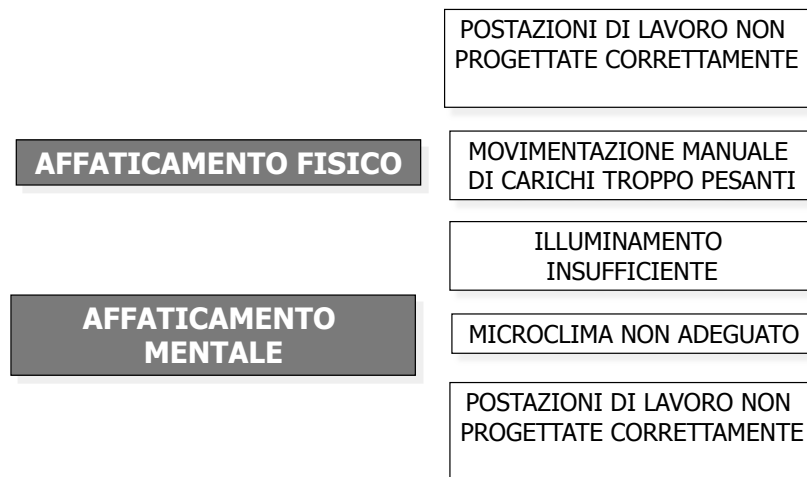


Fattori psicologici - esempi



Rischio da stress lavoro-correlato

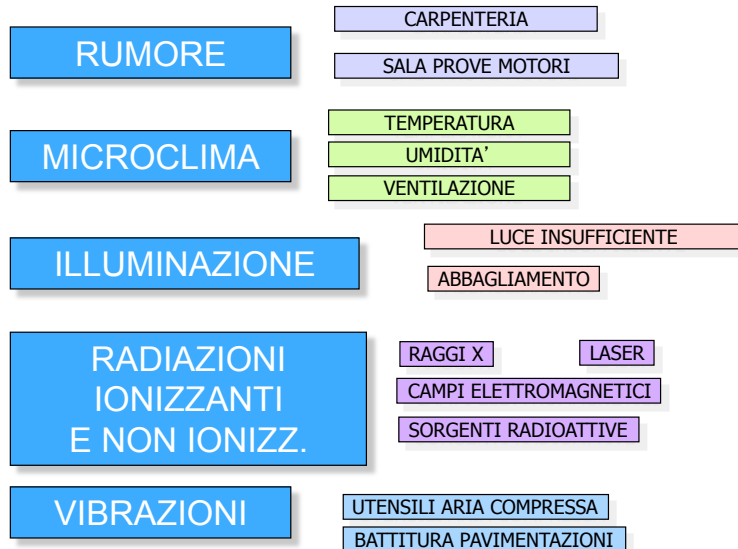
Fattori ergonomici - esempi



I PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO

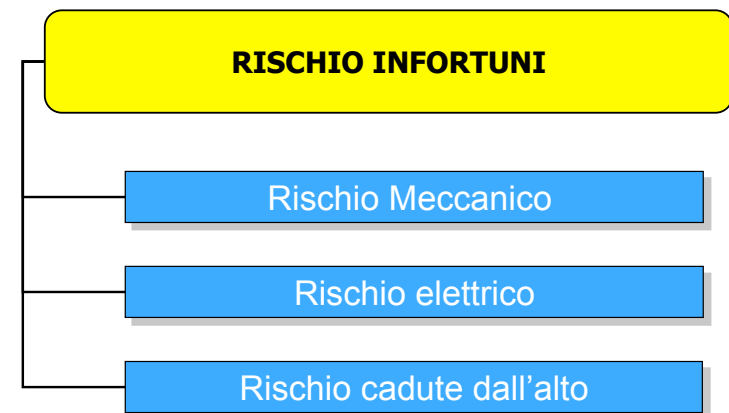


RISCHIO FISICO - esempi



Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

I PRINCIPALI FATTORI DI RISCHIO



Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Rischio Meccanico - esempi

- IMPIGLIAMENTO
- SCHIACCIAMENTO
- INTRAPPOLAMENTO
- TRASCINAMENTO
- PROIEZIONE
- ATTRITO - ABRASIONE
- ATTORCIGLIAMENTO
- URTO
- PERFORAZIONE
- CONTATTO - TAGLIO

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Rischio Elettrico - esempi

- CONTATTO DIRETTO
- CONTATTO INDIRETTO
- Tetanizzazione
- Arresto della respirazione
- Fibrillazione ventricolare
- Ustione

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Gli infortuni sul lavoro

Definizione di Infortunio sul lavoro

(art. 2, D.P.R. 30 giugno 1965, n. 1124

Testo unico delle disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali):

Alterazione dell'organismo...

“... per causa violenta in occasione di lavoro, da cui sia derivata la morte o un'inabilità permanente al lavoro, assoluta o parziale, ovvero un'inabilità temporanea assoluta che comporti l'astensione del lavoro per più di tre giorni“

NOTE

- Il requisito della "occasione di lavoro" sussiste ogni qualvolta l'infortunio sia collegato con un nesso causa-effetto - sia pure indiretto e mediato - con l'attività lavorativa.
- Per inabilità permanente si intende l'annullamento o la riduzione per tutta la vita della capacità lavorativa.
- Per inabilità temporanea si intende la riduzione della capacità lavorativa per un periodo determinato.

Infortuni sul lavoro

Infortunio

Dal latino “fors” (sorte, destino) e “in” (avverso, contrario)

Caratteristiche dell'infortunio

Evento:

- non voluto
- ad accadimento improvviso
- dell'organismo umano
- in occasione del lavoro

INABILITA'

Si distinguono:

- **inabilità permanente assoluta:** la conseguenza di un infortunio che tolga completamente e per tutta la vita l'attitudine al lavoro;
- **inabilità permanente parziale:** la conseguenza di un infortunio che diminuisca in misura superiore al 15% e per tutta la vita l'attitudine al lavoro;
- **inabilità temporanea assoluta:** la conseguenza di un infortunio che impedisca totalmente e di fatto per più di tre giorni di assenza dal lavoro.

Definizione di Malattia Professionale

Malattia causata esclusivamente o prevalentemente da sostanze nocive o da determinati lavori nell'esercizio dell'attività professionale

- ✓ Conseguenza di un ambiente di lavoro nocivo
- ✓ Provocata da meccanismi lesivi diluiti nel tempo

INFORTUNIO vs MALATTIA PROFESSIONALE

La distinzione tra **infortuni** e **malattie professionali** assume notevole rilevanza in quanto:

- le forme di tutela previdenziale sono separate e distinte;
- esistono norme differenti relativamente al periodo di conservazione del posto ed all'ammontare del trattamento economico;

Definizione di Malattia Professionale

Si può definire come lo stato di aggressione dell'organismo del lavoratore - **eziologicamente connessa all'attività lavorativa** - associata ad una definitiva alterazione dell'organismo stesso comportante una riduzione della capacità lavorativa.



PROVA DEL NESSO EZIOLOGICO:

- elenchi delle malattie professionali contenute nelle tabelle allegato al D.P.R. n. 1124/1965 , D.P.R. 336/94.

Per le malattie diverse da quelle tabellate ovvero riconducibili a lavorazioni diverse da quelle descritte in tabella (o manifestatesi oltre i termini ivi indicati), spetta al lavoratore dimostrare "*la causa di lavoro*".

CLASSIFICAZIONE E STATISTICHE DEGLI INFORTUNI

La classificazione è uno strumento di audit della sicurezza.

Possibili classificazioni in base a :

- Gravità
- Indennizzabilità
- Forma
- Agente materiale
- Natura e sede della lesione.

Classificazione degli infortuni secondo la gravità e l'indennizzabilità

• infortuni-medicazione:

permettono ai lavoratori infortunati di riprendere il lavoro dopo medicazione della lesione subita;

• infortuni in franchigia:

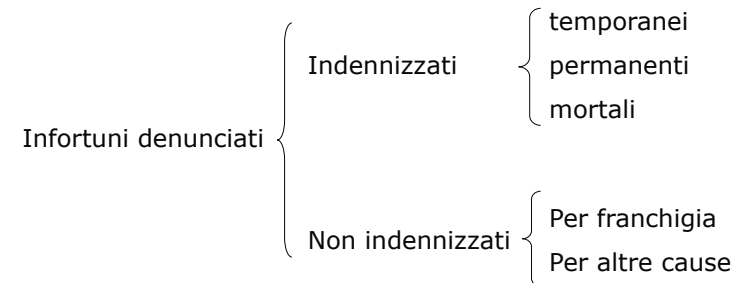
l'abbandono del lavoro da parte del lavoratore è limitato al periodo di franchigia o di non indennizzabilità (3 giorni) da parte dell'Istituto Assicuratore (INAIL);

• infortuni indennizzabili

comportando una assenza dal lavoro superiore al periodo di franchigia, sono indennizzati da parte dell'Istituto Assicuratore.

Infortuni
a carico
del datore
di lavoro

Classificazione degli infortuni secondo la gravità e l'indennizzabilità



IL REGISTRO INFORTUNI

- Il datore di lavoro ha l'obbligo di annotare su di un apposito registro gli infortuni che comportano l'assenza dal lavoro per più di un giorno.
- Il registro deve essere conservato sul luogo di lavoro a disposizione dell'organo di vigilanza.

Il datore di lavoro ha inoltre l'obbligo di denunciare gli infortuni indennizzabili all'INAIL.

Classificazione degli infortuni secondo modalità di accadimento, cause e conseguenze

• forma:

modalità di verificarsi dell'infortunio a contatto con oggetti sostanze o altri fattori lesivi;

- Caduta di persone
- Caduta di oggetti
- Calpestamento di oggetti, urto contro oggetti o da parte di oggetti
- Esposizione o contatto con elettricità
- Esposizione o contatto con sostanze dannose e radiazioni
- ...

Classificazione degli infortuni secondo modalità di accadimento, cause e conseguenze

▪ agente materiale:

elemento causa dell' infortunio;

- Macchine
- Mezzi di trasporto e di maneggio
- Materiali, sostanze, radiazioni
- Ambiente di lavoro
- Altri agenti
- Agenti materiali non classificabili per mancanza di dati

▪ natura e sede della lesione

- | | |
|-------------------------------------|--------------------|
| • Fratture | • Cranio |
| • Lussazioni | • Occhi |
| • Storte o slogature | • Faccia |
| • Commozioni o altri traumi interni | • Collo |
| • Amputazioni | • Cingolo toracico |
| • ... | • ... |

individuazione dei mezzi di protezione!!

STATISTICHE INFORTUNI e INDICI

- Le statistiche degli infortuni *permettono di verificare l'andamento infortunistico* di un tipo di attività, una tipologia di azienda, di un comparto industriale o di un gruppo di lavorazioni.
- Le rilevazioni sistematiche sugli infortuni permettono di tracciare linee di tendenza che non possono essere attribuite a pura e semplice casualità.
- Per ottenere delle statistiche di infortunio omogenee e confrontabili è necessario standardizzare la metodologia di calcolo.
- La necessaria omogeneizzazione è ottenuta attraverso due indici infortunistici: l'indice di frequenza e l'indice di gravità.

Indice di frequenza If:

rapporto tra il numero di infortuni ed il numero di ore lavorative svolte dagli assicurati INAIL (misura dell'esposizione al rischio)

$$I_f = \left(\frac{N}{H} \right) \cdot 10^6$$

H = numero di ore lavorate nel periodo nel complesso

N = numero infortuni (t + p + m)

t = numero di infortuni temporanei

p = numero di infortuni permanenti

m = numero di infortuni mortali

Indice di gravità Ig

rapporto fra la misura della durata dell'inabilità (giorni persi per infortunio) ed una misura dell'esposizione al rischio (numero di ore lavorative svolte)

$$I_g = \left[G \cdot \frac{\lambda}{g} + \left(m + \frac{S}{100} \right) \cdot 6000 \right] \cdot \frac{10^3}{H}$$

G = somma delle giornate di invalidità temporanea

λ/g = rapporto medio tra le giornate lavorative ed il numero totale di giorni del periodo (normalmente per un anno λ/g è = 300/365 = 0,823)

S = somma dei gradi percentuali di invalidità permanente

6000 = n. di giornate che il lavoratore avrebbe potuto lavorare fino al pensionamento

(20 [anni] * 300 [giorni])

COSTI DIRETTI

- ❑ Premi assicurativi versati
- ❑ Spese sostenute per l' infortunato (medicinali, servizio infermeria, assistenza medica)

COSTI INDIRETTI

- ❑ Ore lavorative perse per il soccorso dell' infortunato
- ❑ Perdite di produzione per arresto del processo produttivo
- ❑ Danni a materiali, macchine, impianti, attrezzature
- ❑ Minore rendimento di chi sostituisce l' infortunato
- ❑ Minore rendimento dell' infortunato alla ripresa del lavoro (per inabilità temporanea o permanente)

RUOLO DELLE ISTITUZIONI PUBBLICHE

• Enti ed organi con funzione consultiva

In materia sanitaria:

- ❑ Consiglio Sanitario Nazionale
- ❑ Istituto Superiore di Sanità

In materia tecnica:

- ❑ CNR
- ❑ RINA

• Enti ed organi con funzione di indirizzo e di coordinamento

- ❑ ASL
- ❑ Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco
- ❑ Ispettorato del lavoro

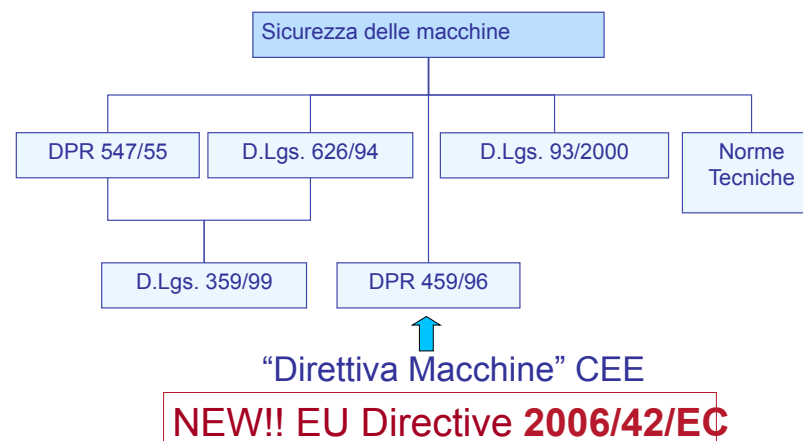
• Enti ed organi con funzione di vigilanza ed omologazione

- ❑ ISPESL → INAIL
- ❑ Organismi Notificati

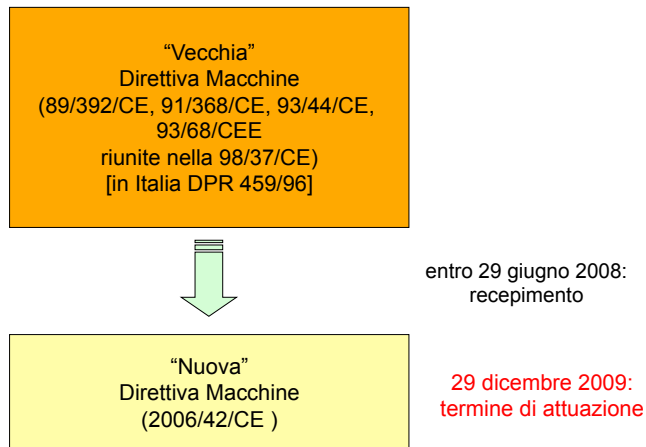
Il rischio meccanico

- **Principali riferimenti normativi**
- **La Direttiva Macchine**
- **Il processo di analisi del rischio**
- **La marcatura CE**

Rischi prevalenti di natura meccanica: inquadramento normativo



Rischi prevalenti di natura meccanica: inquadramento normativo



Importanza della Direttiva Macchine

Gli Stati europei che hanno recepito la Direttiva garantiscono la libera circolazione nel mercato europeo solo alle macchine che soddisfano precisi requisiti tecnici di sicurezza, indipendentemente dalla provenienza delle macchine.

Importanza della Direttiva Macchine

Possono essere immesse sul mercato o messe in servizio nel territorio dell'Unione europea soltanto macchine marcate CE, ossia macchine che soddisfano precisi requisiti di sicurezza.

Definizione di macchina:

- ha almeno una parte in movimento;
- è un insieme di elementi connessi solidalmente;
- ha una applicazione determinata;
- presenta almeno uno dei rischi elencati nell'allegato I al DPR 459/96.

Definizione di macchina:

- è un insieme di macchine;
- è costituita da elementi disposti e comandati in modo da avere un funzionamento solidale;
- ha una applicazione determinata.

Norme comunitarie di supporto alla Direttiva Macchine

- Norme tecniche
- Norme tecniche armonizzate

Obblighi

- Per le macchine interessate dal provvedimento esiste l'obbligo di essere:
 - progettate
 - costruite
 - impiegate

in conformità ai **Requisiti Essenziali di Sicurezza e Salute (RES)**, definiti nell'allegato I al DPR 459/96.

Il fascicolo tecnico della costruzione

- Documenta la conformità del progetto della macchina ai **RES** ad essa applicabili.
- E' predisposto e conservato dal fabbricante.
- Contiene fra l'altro:
 - **Manuale d'uso della macchina**
 - **Analisi dei rischi**

Manuale d'uso della macchina

- Deve essere considerato un elemento costitutivo della macchina.
- Riporta informazioni importanti per la sicurezza degli addetti nelle fasi di:
 - trasporto
 - installazione
 - collaudo
 - USO: accensione, preparazione, lavorazione e spegnimento
 - manutenzione
 - dismissione della macchina

L'analisi dei rischi

[Osservazioni preliminari dell'Allegato I al DPR 459/96]

- "Il fabbricante ha l'obbligo di effettuare una analisi dei rischi per cercare tutti quelli che concernono la sua macchina; deve inoltre progettare e costruire la macchina tenendo presente l'analisi".

L'analisi dei rischi può essere effettuata in base a:

- **Categorie di rischio, per ogni fase di impiego**
 - Approccio del progettista
- **Fasi di impiego, per ogni categoria di rischio**
 - Approccio dell'utilizzatore
 - Utile nella stesura del manuale di manutenzione

Definizioni

[UNI EN ISO 14121-1:2007 "Safety of machinery - Risk Assessment - Part 1: Principles"] ← UNI EN 1050:1996

Danno: effetto negativo su uomini, beni materiali o ambiente

Pericolo: evento che può causare danno

Misure di sicurezza: mezzi che eliminano pericolo o riducono il rischio

Rischio residuo: rischio non eliminato dall'introduzione di misure di sicurezza

Definizione di Rischio

- Il **rischio** è funzione di:
 - Probabilità
 - Severità
- } dell'evento dannoso.

UNI EN 1050 (Appendice B): esempi di metodi di stima dei rischi (PHA, "What if" Method, FMEA, FTA, Delphi-Technique,..)

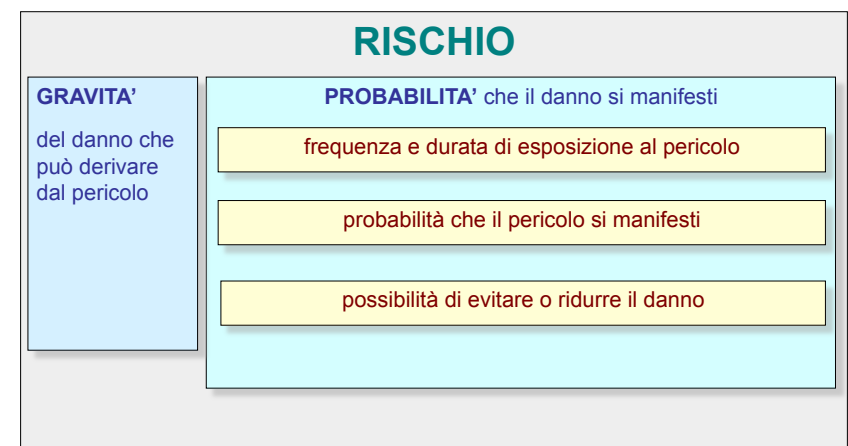
Probabilità dell'evento dannoso

- dipende da:
- frequenza e durata di esposizione al pericolo;
- probabilità che il pericolo si manifesti;
- possibilità di evitare o ridurre il danno.

Severità dell'evento dannoso

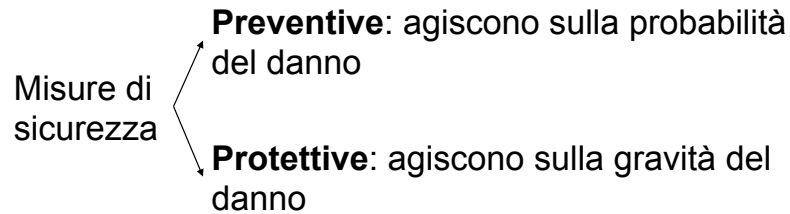
- dipende da:
- natura dell'entità da proteggere;
- reversibilità / irreversibilità del danno;
- estensione del danno.

Stima dei rischi



Valutazione dei rischi

- Stabilire se la macchina è sicura o se è necessario introdurre misure di sicurezza aggiuntive.



Presunzione di conformità

- implica la conformità alle **norme tecniche armonizzate** redatte dai comitati tecnici nazionale
 - forniscono un esempio di prodotto costruito a regola d'arte
 - le **direttive comunitarie**, dopo che sono state recepite dagli stati, assumono il valore di legge cogente
 - l'applicazione delle norme tecniche è volontaria, in quanto esse forniscono solo un esempio di regola d'arte
 - se il produttore decide di non attenersi alle norme deve dimostrare, se richiesto, che i propri prodotti rispondono in ogni caso ai RES previsti dalla/dalle direttive applicabili al prodotto
- La strada della presunzione di conformità è quindi una semplificazione*

La marcatura CE

- Le macchine conformi ai RES possono disporre della "marcatura CE"



conseguentemente....

le macchine con "marcatura CE" possono essere liberamente commercializzate nella Unione Europea.

La procedura di certificazione

- Normalmente è una autocertificazione del costruttore.
- Per le macchine ad elevato rischio (allegato IV del Regolamento) è necessario un Organismo Certificatore Notificato.

Effetti del recepimento della Direttiva Macchine

- Beneficio sociale della sicurezza
 - Migliore qualità del prodotto
 - Possibilità di commercializzazione dei prodotti all'estero
 - Maggiore competitività nel mercato interno
- Incremento dei costi di:
 - progettazione
 - costruzione
 - certificazionedelle macchine.

Macchine antecedenti al DPR 459/96 [DPR 459/96, Circolare 1067/99]

- Sussiste l'obbligo per chiunque venda, noleggi, conceda in uso o in locazione finanziaria macchine già in servizio alla data di entrata in vigore del DPR 459/96 e non marcate CE di attestarne, sotto la propria responsabilità, la conformità alla normativa previgente.

Controllo di conformità della macchina ai RES

[art. 7, DPR 459/96]

- E' esercitato dal Ministero dell'Industria, del commercio e dell'artigianato e dal Ministero del lavoro e della previdenza sociale che, a loro volta, possono avvalersi, per accertamenti di carattere tecnico da uffici tecnici dello Stato.

Casi particolari di marcatura CE

- Tutti gli interventi effettuati su di una macchina che introducono elementi di rischio non valutati in fase di progettazione richiedono marcatura CE.



Interventi che introducono condizioni di uso e funzionamento non previste dal fabbricante richiedono marcatura CE.

Esclusioni dalla marcatura CE

Gli interventi di manutenzione (ordinaria o straordinaria) non richiedono marcatura CE.

Manutenzione ordinaria: mantenimento delle condizioni di uso e di funzionamento previste dal fabbricante

Manutenzione straordinaria: ripristino delle condizioni di uso e di funzionamento previste dal fabbricante

Il Rischio elettrico Parte I

- ❑ Principali riferimenti legislativi e normativi
- ❑ Pericolosità della corrente per l'uomo
- ❑ Protezione da contatti indiretti
 - ❑ Messa a terra

Adeguamento macchine usate

- Gli interventi di adeguamento delle macchine alle esigenze di sicurezza non richiedono marcatura CE purché:
 - eseguiti con componenti conformi alla legge e installati secondo le istruzioni del fabbricante;
 - non modifichino le condizioni di uso e funzionamento previste dal fabbricante.

Principali riferimenti legislativi e normativi

- DPR 27 aprile 1955, n. 547
- Legge 1 marzo 1968, n. 186
- Legge 18 ottobre 1977, n. 791
- Legge 5 marzo 1990, n. 46 e suo regolamento di attuazione
- DPR 6 dicembre 1991, n. 447
- Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI)

Legge 1 marzo 1968, n. 186

Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.

art. 1 “Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d’arte”

*art. 2 “I materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le norme del **Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI)** si considerano costruiti a regola d’arte”*

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISOQ - Politecnico di Bari

DPR 6 dicembre 1991, n. 447

“Regolamento di attuazione della Legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti” (G.U. 15.2.92, n. 38)

- Stabilisce requisiti tecnico-professionali dei soggetti abilitati alla progettazione, realizzazione, trasformazione, ampliamento e manutenzione degli impianti.
- Il regolamento di attuazione fornisce indicazioni tecniche sulla progettazione e l’installazione degli impianti.
- la redazione del progetto è obbligatoria per:
 - tutte le utenze condominiali di uso comune aventi potenza impegnata superiore a **6kW e** per utenze domestiche di singole unità abitative di superficie superiore a 400 mq;
 - in ogni caso per impianti di potenza complessiva maggiore di **1200 VA** rese dagli alimentatori;
 - per gli impianti relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi, quando le utenze sono alimentate a tensione superiore a 1000 V, inclusa la parte in bassa tensione, o quando le utenze sono alimentate in bassa tensione qualora la superficie superi i 200 mq;

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISOQ - Politecnico di Bari

Legge 5 marzo 1990, n. 46

“Norme per la sicurezza degli impianti”(G. U. 12/3/90, n. 59)

Art. 1. Ambito di applicazione.

a) impianti di produzione, di trasporto, di distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica all'interno degli edifici a partire dal punto di consegna dell'energia fornita dall'ente distributore; (compresi quelli) relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi.

Art. 2. Soggetti abilitati.

1. Sono abilitate all'installazione, alla trasformazione, all'ampliamento e alla manutenzione degli impianti di cui all'articolo 1 tutte le imprese, singole o associate, regolarmente iscritte nel registro delle ditte ... o nell'albo provinciale delle imprese artigiane.
2. L'esercizio delle attività di cui al comma 1 è subordinato al possesso dei requisiti tecnico-professionali, di cui all'articolo 3, da parte dell'imprenditore ... (o preposto)

Art. 6. Progettazione degli impianti.

2. La redazione del progetto per l'installazione, la trasformazione e l'ampliamento degli impianti di cui al comma 1 è obbligatoria al di sopra dei limiti dimensionali indicati nel regolamento di attuazione

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISOQ - Politecnico di Bari

Norme CEI

- *Sono norme minime di sicurezza*
- *Da un punto di vista giuridico devono essere intese come integrazione al DPR 547/55*
- *“Rappresentano l’evoluzione delle norme di prevenzione degli infortuni ...”*

Alcune norme CEI:

- *CEI 11-1: “Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali”*
- *CEI 64-2: “Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione”*
- *CEI EN 60529: “Classificazione dei gradi di protezione degli involucri di apparecchiature elettriche”*
- *CEI 64-8: “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”*
- *CEI 96-2: “Trasformatori di isolamento e trasformatori di sicurezza -*

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISOQ - Politecnico di Bari

Classificazione CEI (64-8) degli impianti elettrici in base ai livelli di tensione

Categoria 0: $U \leq 50$ V (corrente alternata) $U \leq 75$ V (corrente continua)			
Categoria I:	50 V	<	$U \leq 1.000$ V (c.a.)
	75 V	<	$U \leq 1.500$ V (c.c.)
Categoria II:	1.000 V	<	$U \leq 30.000$ V (c.a.)
	1.500 V	<	$U \leq 30.000$ V (c.c.)
Categoria III:		>	30.000 V (c.a. e c.c.)

Tetanizzazione muscolare

- Corrente di rilascio per frequenze $f = 50 \div 100$ Hz:
 - ✓ circa 10 mA per le donne
 - ✓ circa 15 mA per gli uomini
- Corrente di rilascio di $100 \div 300$ mA in corrente continua
- Conseguenze: blocco muscolare (tetanizzazione), difficoltà respiratorie
- Incide per circa il 10 % degli infortuni elettrici mortali

Pericolosità della corrente per l'uomo

Il corpo umano è costituito essenzialmente da una soluzione elettrolitica.

Se sottoposto ad una differenza di potenziale, il corpo umano è attraversato da corrente di convezione, che interagisce con l'attività elettrica e biologica dell'organismo (in particolare: ritmo cardiaco)

Effetti della corrente sul corpo umano:

Tetanizzazione
Arresto della respirazione
Fibrillazione ventricolare
Ustioni

Fattore di percorso

Curve di pericolosità della corrente

Arresto della respirazione

Per valori di corrente superiori a quelli che determinano la tetanizzazione si può compromettere il funzionamento dei muscoli dell'apparato respiratorio fino ad avere fenomeni di asfissia.

Intervento: Respirazione artificiale

Fibrillazione ventricolare

- Attività elettrica non sincronizzata del cuore con annullamento della sua capacità di pompaggio ⇒ Aritmia mortale
- L'entità del fenomeno dipende anche dal percorso seguito dalla corrente.

Ustioni

All'ingresso ed all'uscita della corrente dal corpo umano si possono avere fenomeni di ustione della pelle.

Ustioni gravi possono determinare fenomeni di insufficienza renale.

Fattore di percorso F

$$F = \frac{I_{\text{rif}}}{I}$$

I_{rif} : corrente di riferimento (mano sinistra – piedi)
 I : corrente del percorso considerato

Percorso della corrente	Fattore di percorso
mano sinistra - piede sinistro	1.0
mano sinistra - piede destro	1.0
mano sinistra - mano destra	0.4
mano sinistra - dorso	0.7
mano sinistra - torace	1.5
mano destra - piede sinistro	0.8
mano destra - piede destro	0.8
mano destra - dorso	0.3
mano destra - torace	1.3
Regione glutea - mani	0.7

All'aumentare del fattore di percorso aumenta la pericolosità della corrente.

Suddivisione degli infortuni elettrici negli stabilimenti industriali in base al percorso della corrente

Percorso	1	2	3	4	5	6
Infortuni (%)	21.2	64.4	2.6	3	2.9	5.9

- 1: mano - mano
- 2: mano (i) - piedi
- 3: dita della stessa mano o parti dello stesso braccio
- 4: testa - piedi
- 5: attraverso il tronco, il torace o l'addome
- 6: altro

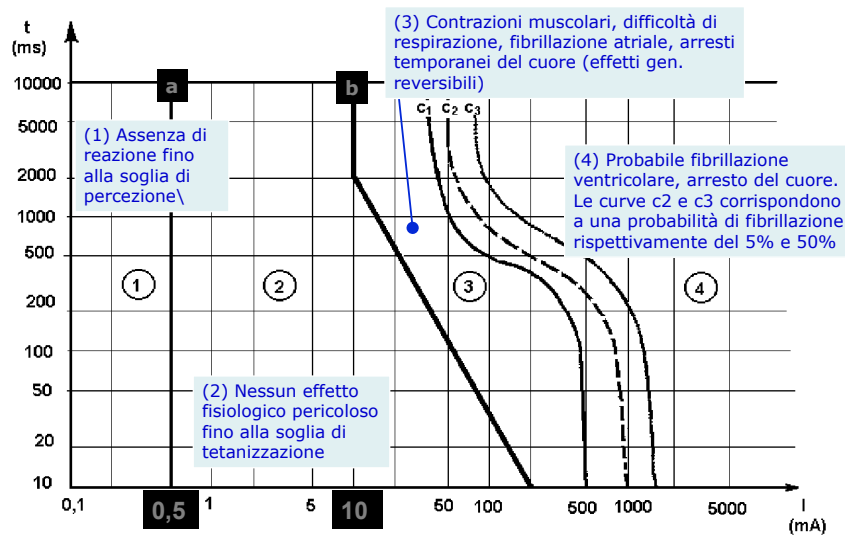
Statistica degli effetti degli infortuni elettrici (Ministero dell'Interno)

Effetto dell'infortunio	esito mortale (%)	totale (%)
Tetanizzazione	13.4	23.6
Asfissia	5.6	0.5
Fibrillazione	90.9	19.8
Ustioni lievi	2.6	26.4
Ustioni gravi	11.0	32.7
Trauma da caduta	4.5	4.5
Altro	0.7	4.5

Nota: uno stesso infortunio può determinare più effetti per cui la somma delle percentuali è > 100.

Curve di pericolosità della corrente alternata

International Electrotechnical Commission (IEC)



Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

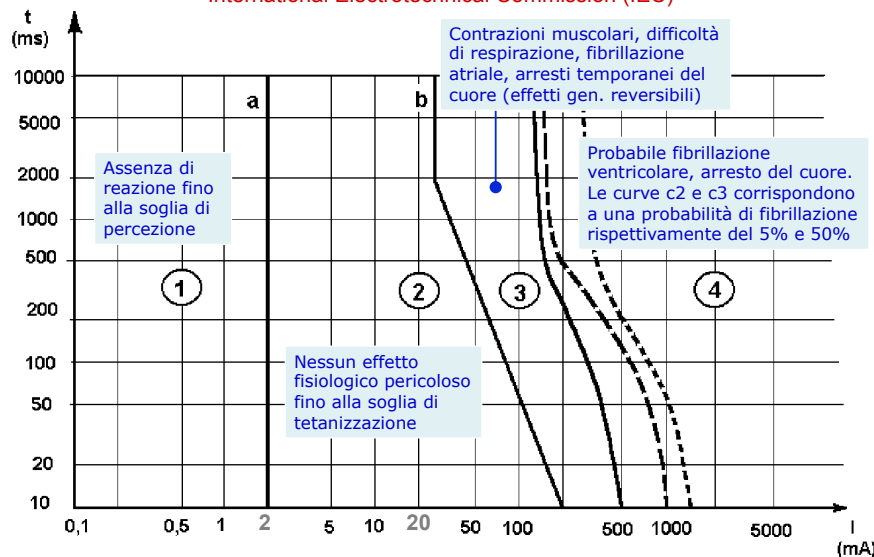
Zone di pericolosità della corrente alternata

- zona 1: assenza di reazione fino alla soglia di percezione (curva b, 0.5 mA)
- zona 2: nessun effetto fisiologico pericoloso fino alla soglia di tetanizzazione (curva b, 10 mA è il limite di rilascio)
- zona 3: contrazioni muscolari, difficoltà di respirazione, fibrillazione atriale, arresti temporanei del cuore (effetti gen. reversibili)
- zona 4: probabile fibrillazione ventricolare, arresto del cuore. Le curve c₂ e c₃ corrispondono a una probabilità di fibrillazione rispettivamente del 5% e 50%

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Curve di pericolosità della corrente continua

International Electrotechnical Commission (IEC)



Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Osservazioni

- Resistenza del percorso mano-piede, senza scarpe
 $\sim 2.500 \div 3.000 \Omega$.
- Corrente determinata a 220 V ($V = R \times I$)
 $220/2.500 = 0,090 \text{ A}$ o $220/3.000 = 0,07 \text{ A} \Rightarrow$ valori pericolosi
- In pratica, è più comodo riferirsi a **valori di tensione** piuttosto che a valori di corrente
- Corrente tollerata dall'organismo umano: 0,025 A
- Tensione limite di pericolosità:
 $0,025 \times 2.000 = 50 \text{ V}$ (valore prudenziale).

Tensione limite di contatto

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Curva di sicurezza in c.a.

International Electrotechnical Commission

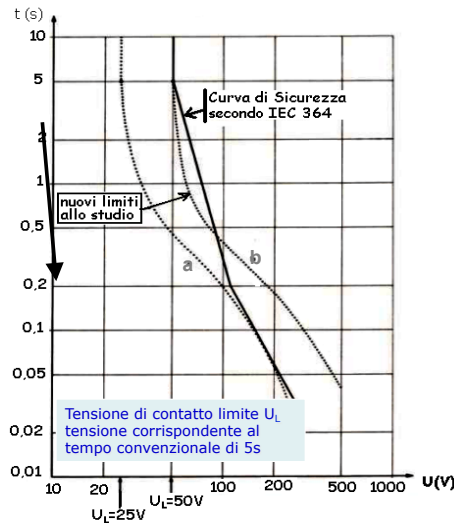
Curva b: condizioni ordinarie

Curva a: condiz. particolari (es. ambienti bagnati)

I dispositivi di protezione devono intervenire non appena la tensione sulle masse U_T supera il valore U_L e la loro caratteristica di intervento deve soddisfare la curva di sicurezza.

Il parametro cui il dispositivo è sensibile, generalmente la corrente, e che lo fa intervenire in un tempo massimo di 5s deve essere tale da determinare una

$$U_T(p(5s)) \leq U_L$$



Contatti elettrici

Contatti indiretti

Contatti diretti

Contatti indiretti

- Contatti di persone con parti metalliche di impianti elettrici messe in tensione in caso di guasto
- Le parti metalliche non sono in tensione in condizioni ordinarie di esercizio.

Tale contatto rappresenta un pericolo subdolo in quanto determinato da masse normalmente accessibili poste in tensione da imprevedibili difetti di isolamento

Contatti diretti

Contatto con una parte attiva dell'impianto cioè con conduttori che sono normalmente in tensione

Es: conduttori di una linea elettrica, compreso il Neutro, ma escluso il conduttore PEN.

Definizioni

Tensione totale di terra U_T : è la tensione che si stabilisce durante il cedimento dell'isolamento tra una massa ed un punto del terreno sufficientemente lontano a potenziale zero

Tensione di contatto U_C : è la differenza di potenziale alla quale può essere soggetto il corpo umano in contatto con parti simultaneamente accessibili, escluse le parti attive, durante il cedimento dell'isolamento

Tensione di passo U_p : è la differenza di potenziale che può risultare applicata tra i piedi di una persona a distanza di un passo (convenzionalmente un metro) durante il cedimento dell'isolamento

Tensione di contatto limite convenzionale U_L : massimo valore di tensione di contatto che è possibile mantenere per un tempo indefinito in condizioni ambientali specificate

Osservazioni

- La carcassa di un apparecchio messa a terra (collegata ad un dispersore) che disperde la corrente di guasto I_g assume una tensione: $U_T =$ **tensione totale di terra.**
- Una persona che toccasse tale carcassa durante un guasto d'isolamento è soggetta ad una tensione U_C (**tensione di contatto**) $\leq U_T$
- Situazione più pericolosa \Rightarrow contatto che avviene lontano dal dispersore in un punto del terreno a potenziale prossimo allo zero (es.: punto di contatto tramite una conduttività idrica) \Rightarrow resistenza di contatto verso terra della persona pressoché nulla $\Rightarrow U_C \approx U_T$

Modulo B/4 - B/8 - *Analisi dei rischi*
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Principali sistemi di protezione da contatti indiretti

Protezione senza interruzione automatica del circuito (protezione passiva) :

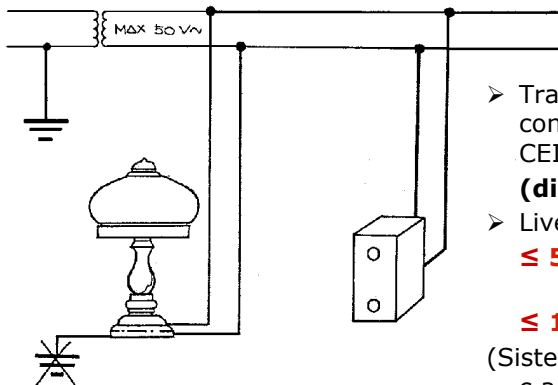
- Sistemi a Bassissima tensione di sicurezza (SELV) o di protezione (PELV)
- Involucri e barriere
- Separazione elettrica e Locali isolanti

Protezione con interruzione automatica del circuito (protezione attiva) :

- Protezione mediante messa a terra + dispositivo automatico

Modulo B/4 - B/8 - *Analisi dei rischi*
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Safety Extra Low Voltage (SELV)



- Trasformatore conforme alle norme CEI 96-2 (**di sicurezza**)
- Livelli di tensione: ≤ 50 V c.a.
- ≤ 120 V c.c.
- (Sistemi di categoria 0 in c.a.)

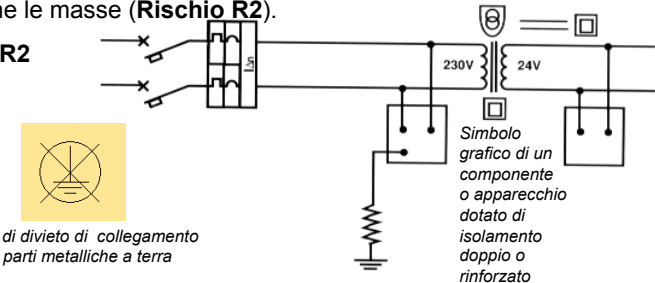
Trasformatore a prova di guasto:

il trasformatore non sopporta la corrente di cortocircuito nel senso che si possono bruciare gli avvolgimenti; tuttavia, particolari provvedimenti impediscono che si possano produrre contatti tra primario e secondario anche ad avvolgimenti bruciati.

Modulo B/4 - B/8 - *Analisi dei rischi*
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Safety Extra Low Voltage (SELV)

- Trasformatore con doppio isolamento (e a prova di guasto).
Rischio di difetto di isolamento: **R1**
- Secondario a bassissima tensione, dell'ordine dei 12/24 V (max 50 V) per assicurare la non pericolosità di un eventuale contatto dopo il guasto di isolamento dell'utilizzatore.
- Masse metalliche non collegate a terra per evitare che malfunzionamenti dell'impianto di terra possano mettere in tensione le masse (**Rischio R2**).
- $R1 \ll R2$

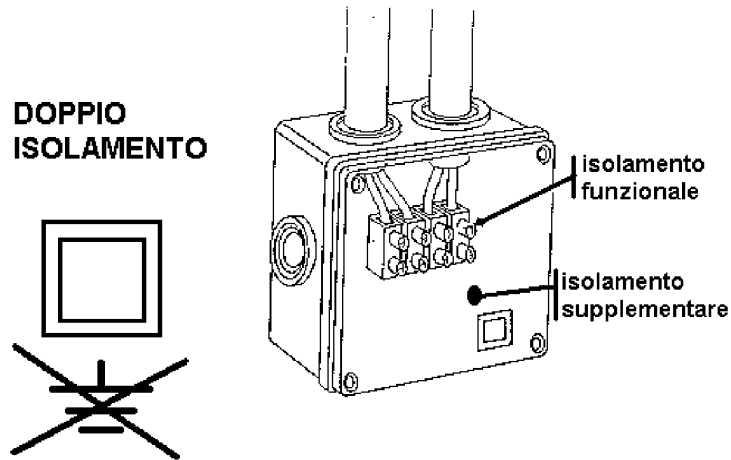


Simbolo di divieto di collegamento delle parti metalliche a terra

Simbolo grafico di un componente o apparecchio dotato di isolamento doppio o rinforzato

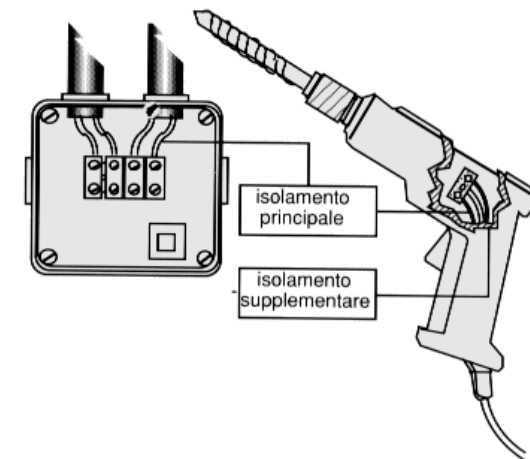
Modulo B/4 - B/8 - *Analisi dei rischi*
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Isolamento delle parti attive dei componenti elettrici



Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Esempi di doppio isolamento



Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

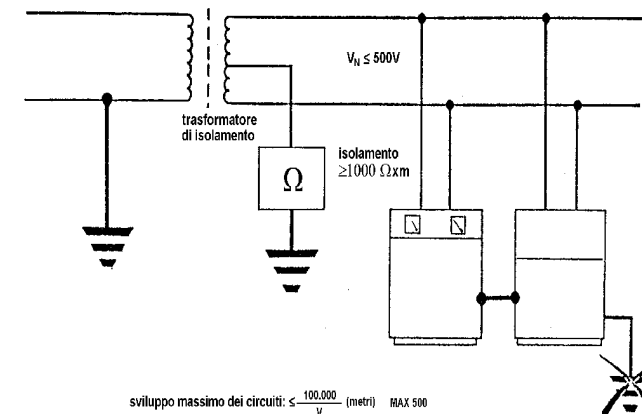
Separazione elettrica

Consiste nell'impedire l'esistenza di vie di richiusura del circuito verso terra attraverso il contatto di un operatore con massa metallica accidentalmente in tensione

- sorgente: trasf. di isolamento (CEI 96-2)
- lunghezza circuito non superiore a 500 m
- è vietata la messa a terra delle masse
- masse collegate fra loro mediante conduttori equipotenziali: in caso di guasto di due utenze differenti alimentate da fasi diverse, i conduttori EQS realizzano un c.to c.to fra le fasi che fa intervenire le protezioni da sovracorrenti (dispositivi di massima corrente, posti a protezione delle singole linee)

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Separazione elettrica



In un **sistema isolato completamente da terra** chi venisse in contatto con una parte in tensione non correrebbe alcun rischio, in quanto, se l'impianto è tanto poco esteso da poter trascurare le correnti capacitive, è impossibile la chiusura del circuito verso terra per cui la tensione sulla persona è limitata dall'elevata impedenza verso terra del sistema elettrico

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Locali isolanti

- Le CEI 64-8 prevedono la possibilità di protezione da contatti indiretti mediante isolamento completo verso terra dell'ambiente

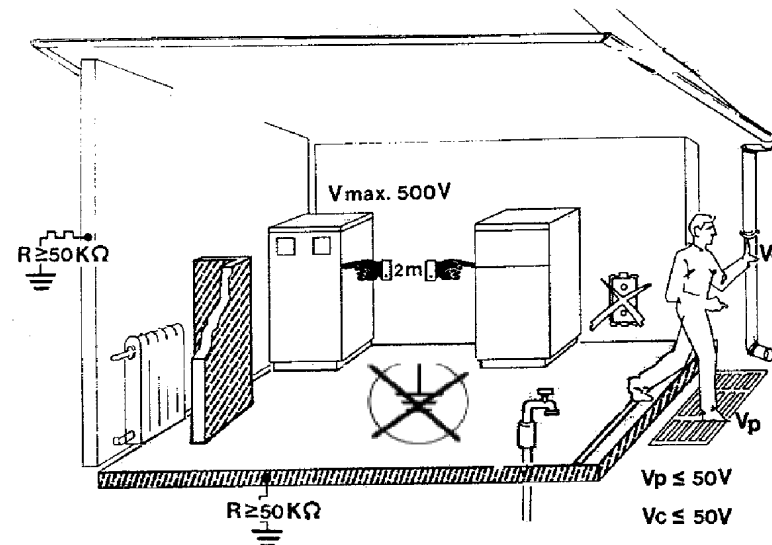
$$R_p \geq 50 [k\Omega] \text{ per } U \leq 500 [V]; \quad R_p \geq 100 [k\Omega] \text{ per } U > 500 [V]$$

R_p: Resistenza verso terra di pareti e pavimenti

- Vietato l'uso di prese a spina (alimentazione con collegamenti fissi)
- Vietata la presenza di masse estranee che possono generare potenziale elettrico \Rightarrow eventuali tubazioni metalliche devono essere isolate mediante manicotti all'entrata e all'uscita dei locali
- Soluzione da porre sotto controllo di personale addestrato per evitare involontarie introduzioni di situazioni di pericolo (apparecchi collegati a terra, introduzione di potenziale mediante aste, ferri, conduttori, tubi,..)
- Questo tipo di protezione non può essere adottato negli edifici civili e similari

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Locali isolanti



Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Modalità di Messa a terra nei sistemi elettrici di I categoria

Sistema TT

Sistema TN

Sistema IT

Classificati in base allo stato:

- **del Neutro** (1^a lettera)
- **delle Masse (carcasce metalliche)** rispetto alla **terra** (2^a lettera)

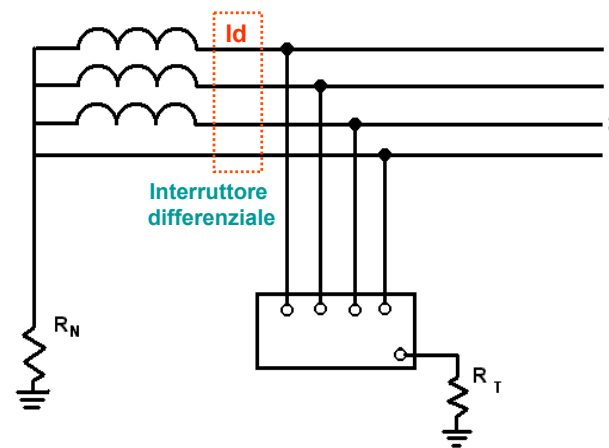
1^a lettera

- **T**- Neutro collegato a terra
- **I** - Neutro isolato da terra: non collegato oppure collegato a terra tramite un'impedenza

2^a lettera

- **T**- Masse collegate a terra
- **N** - Masse collegate al neutro del sistema

Sistema TT



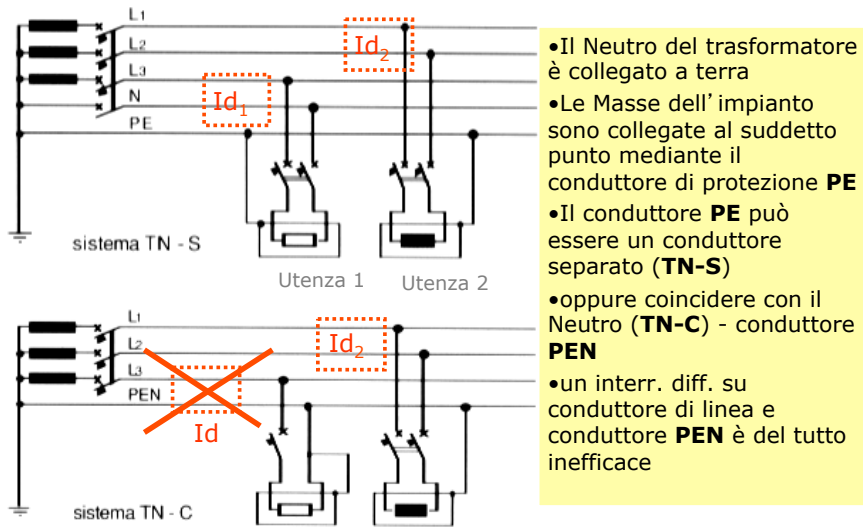
Il Neutro del trasformatore (cabina ENEL) è collegato a terra.

Le Masse dell'impianto utilizzatore sono collegate ad un secondo impianto di terra indipendente.

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Sistema TN



Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Necessità di interruttori automatici in un sistema TT

- U_T / U_C cresce con il diminuire della resistenza di terra del locale R_{TL}
- Sul solo valore di R_{TL} non si può contare in quanto non necessariamente noto e comunque variabile sensibilmente con le condizioni del terreno
- Anche ipotizzando condizioni favorevoli rappresentate da valori di R_{TL} molto bassi, la sola messa a terra non è sufficiente a garantire tensioni di contatto basse (< 50 V), come dimostra il seguente esempio:

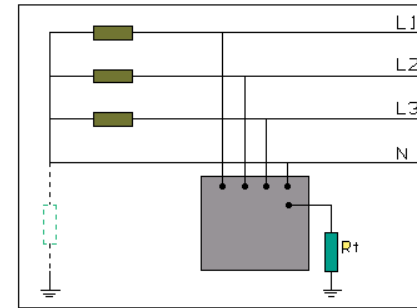
Assunti: $R_{TC} = 1 \Omega$, $R_{TL} = 0,5 \Omega$, $R_U = 500 \Omega$, si ha

$$\frac{U_T}{U_C} = 1 + \frac{R_{TC}}{R_{TL}} + \frac{R_{TC}}{R_U} \cong 3 \quad \text{e quindi: } U_C = \frac{220}{3} \cong 73.3 \text{ [V]}$$

Il sistema TT è utilizzato prevalentemente come sistema di distribuzione pubblica ed inoltre l' utente non conosce il valore della R_{TC} . Per conseguire la sicurezza occorre **ridurre il tempo di permanenza di tale tensione**.

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Sistema IT



Si ricorre al sistema di distribuzione IT negli impianti in cui è necessario garantire la continuità, perché un disservizio potrebbe provocare gravi danni alla produzione o alla salute delle persone.

Il neutro è isolato o connesso a terra tramite impedenza di valore opportuno (alcune centinaia di ohm negli impianti 230/400 V) e le masse sono connesse a terra.

Le Norme CEI ne consentono l' utilizzo negli impianti di 1ª categoria dotati di **cabina propria** e prescrivono che la tensione limite sulle masse, a causa di un primo guasto a terra, non superi $U_L = 50$ V o 25 V (rispettiv. per ambienti ordinari e per ambienti particolari). Deve essere presente un dispositivo di controllo continuo, con avvisatore acustico, dell' isolamento delle parti attive verso terra ed il tempo di intervento del dispositivo di protezione quando si verifica un secondo guasto a terra non deve superare i 5 s.

- Possibilità di mantenere in servizio l' impianto con il 1° guasto a terra (avvisatore acustico del malfunzionamento)
- Impianto di terra di basso costo

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Messa a terra e coordinamento dell' Intervento delle protezioni in un sistema TT

La R_{TL} deve avere un valore coordinato con la caratteristica d' intervento del dispositivo di protezione in modo che la tensione totale sia eliminata in tempi inferiori a quelli previsti dalla curva di sicurezza.

NORMA CEI 64-8:

il dispositivo automatico di protezione da contatti indiretti (interruttore magnetotermico, fusibile o differenziale) deve avere caratteristiche di intervento dalla curva tempo-corrente del costruttore tali che risulti:

$$I \leq 50/R_T$$

I = corrente di intervento delle protezioni:

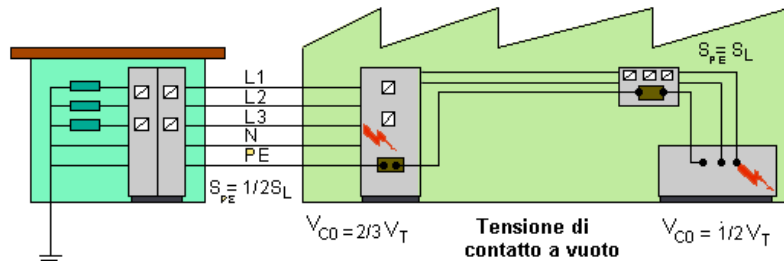
- entro 5 secondi per i dispositivi di massima corrente (interruttori magnetotermici e fusibili);
- entro 1 secondo per gli interruttori differenziali (in tal caso **I** è la corrente differenziale nominale I_{dn})

50 V = tensione di contatto limite ammessa per un periodo massimo di 5 secondi (da ridurre a **25 V** in luoghi particolari)

R_T = resistenza dell' impianto di terra.

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

Campo di applicazione del sistema TN Impianti dotati di propria cabina di



- Impianti dotati di propria cabina di trasformazione MT/BT per applicazioni industriali.
- Il coordinamento delle protezioni magnetotermiche può essere difficoltoso.
- Impianto di terra costoso.

Rischio elettrico - II

- ❑ **Protezione da contatti indiretti**
 - ❑ Interruttori automatici
 - ❑ Impianto di terra
- ❑ **Protezione da contatti diretti**

Interruttori automatici

• Fusibili

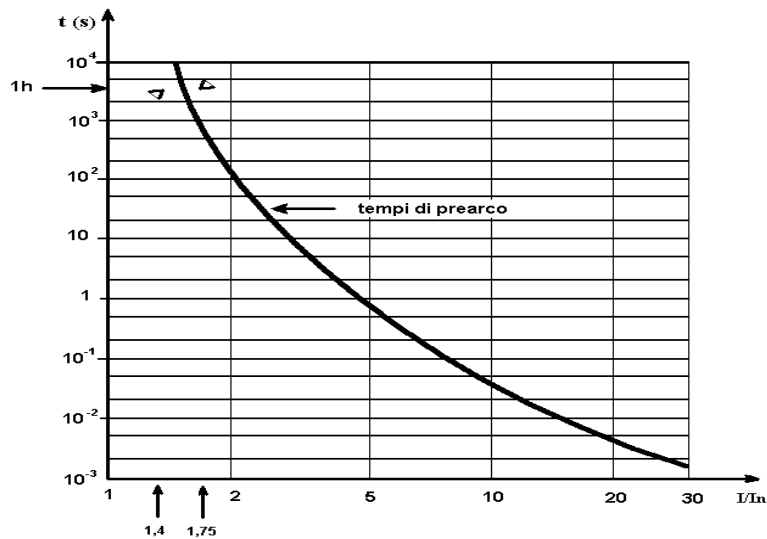
• Termomagnetici

• Differenziali

Fusibili - Definizioni

- **Corrente nominale I_N** - corrente che il fusibile può sopportare senza fondere e senza che si verifichino riscaldamento anormali.
- **Corrente convenzionale di non fusione I_{NF}** - valore massimo di corrente che il fusibile è in grado di sopportare per un determinato tempo senza fondere.
- **Corrente convenzionale di fusione I_F** - minimo valore di corrente che provoca la fusione dell'elemento entro un determinato intervallo di tempo
- **Potere d'interruzione** - valore massimo di corrente che il fusibile è in grado di interrompere in condizioni specificate (in kA)

Caratteristica di intervento di un fusibile



Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

101

Le correnti convenzionali di non fusione I_{NF} e di fusione I_F dipendono dalla corrente nominale I_N dei fusibili.

Esempio:

I_N	I_{NF}	I_F	Tempo convenzionale
$4 \text{ A} < I_N \leq 10 \text{ A}$	$1.5 I_N$	$1.9 I_N$	1 h
$10 \text{ A} < I_N \leq 25 \text{ A}$	$1.4 I_N$	$1.75 I_N$	1 h
$25 \text{ A} < I_N \leq 63 \text{ A}$	$1.3 I_N$	$1.6 I_N$	1 h
$63 \text{ A} < I_N \leq 100 \text{ A}$	$1.3 I_N$	$1.6 I_N$	2 h
$100 \text{ A} < I_N \leq 160 \text{ A}$	$1.2 I_N$	$1.6 I_N$	2 h
$160 \text{ A} < I_N \leq 400 \text{ A}$	$1.2 I_N$	$1.6 I_N$	3 h
$400 \text{ A} < I_N$	$1.2 I_N$	$1.6 I_N$	4 h

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

102

Interruttori termomagnetici - Definizioni

- ❑ **Corrente nominale I_N :** corrente che l'interruttore può portare con servizio ininterrotto.
- ❑ **Corrente convenzionale di non intervento I_{NF} :** corrente massima che l'interruttore può portare per un periodo di tempo minimo (def. CEI) senza che intervenga lo sganciatore termico automatico.
- ❑ **Corrente convenzionale di intervento I_F :** corrente minima che determina l'intervento dello sganciatore termico automatico entro un periodo di tempo massimo (def. CEI).

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

103

Interruttori automatici termomagnetici (CEI 23-3, CEI 17-5)

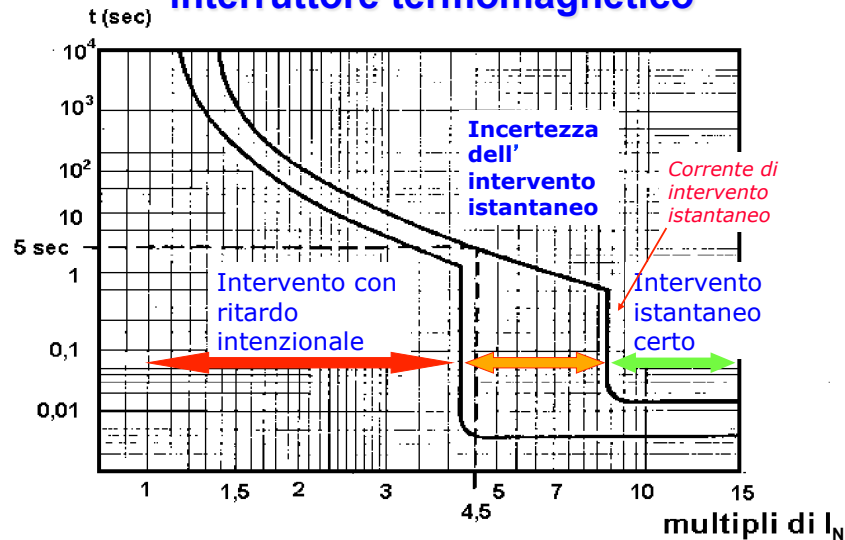
- **sganciatore termico a corrente inversa:** all'aumentare della corrente si riduce il tempo di intervento
- **sganciatore elettromagnetico:** tempo di intervento praticamente costante.

gli interruttori termomagnetici (e quelli a fusibile) sono stati principalmente concepiti per proteggere l'impianto dalle sovracorrenti.

Modulo B/4 - B/8 - Analisi dei rischi
20 gennaio 2012 - DIMeG - CISQ - Politecnico di Bari

104

Caratteristica di intervento di un interruttore termomagnetico



Correnti di intervento di interruttori Magnetotermici e relativi valori di R_T

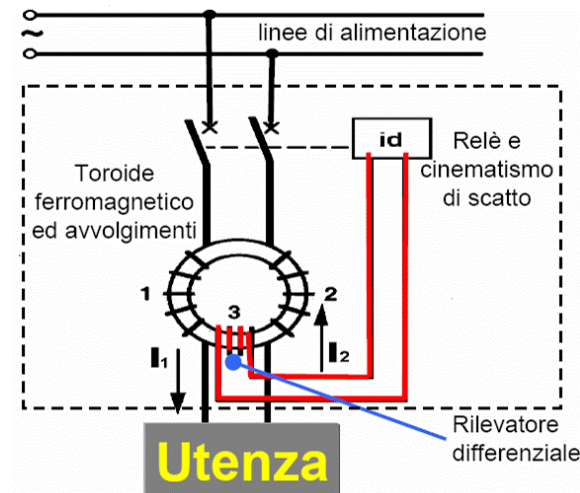
I_N [A]	I_{5s} [A]	R_T [ohm]
6.3	44.1	1.13
10	70	0.71
16	112	0.44
20	140	0.35
25	175	0.28
32	224	0.22
40	280	0.17
50	350	0.14
63	441	0.11
80	560	0.08

I dispositivi termici (termomagnetici o fusibili) non sono molto adatti per la protezione da contatti indiretti in quanto richiederebbero valori di R_T molto bassi. Sono stati principalmente concepiti per proteggere l'impianto dalle sovracorrenti e dai corto circuiti.

Principio di funzionamento di un interruttore differenziale

- In un qualunque cavo elettrico che alimenti carichi diversi, la somma delle correnti che circolano nei vari conduttori di cui è composto il cavo (2, 3 o 4 conduttori) è sempre nulla, ad eccezione del caso in cui vi sia una fuga di corrente verso terra.
- Un dispositivo automatico differenziale è sensibile alla corrente differenziale definita (art. 2.1.56, CEI 64-8) come la *somma algebrica dei valori istantanei delle correnti che percorrono tutti i conduttori attivi di un circuito in una sezione di impianto.*

Interruttori differenziali



In condizioni anomale, le correnti entrante (I_1) ed uscente (I_2) sono diverse ed i flussi magnetici concatenati non si auto-bilanciano. Il flusso magnetico risultante (proporzionale a tale differenza) induce una corrente (I_d) nel 3° avvolgimento in grado di azionare il relè.

Funzioni caratteristiche di un interruttore differenziale

1. Protezione delle persone dai contatti indiretti.
2. Protezione delle persone dai contatti diretti (misura di protezione addizionale).
3. Protezione dai pericoli di incendio.

Gli interruttori differenziali non proteggono l'impianto da sovraccorrenti (ad eccezione di sovraccorrenti verso terra): è quindi indispensabile anche la protezione magnetotermica.

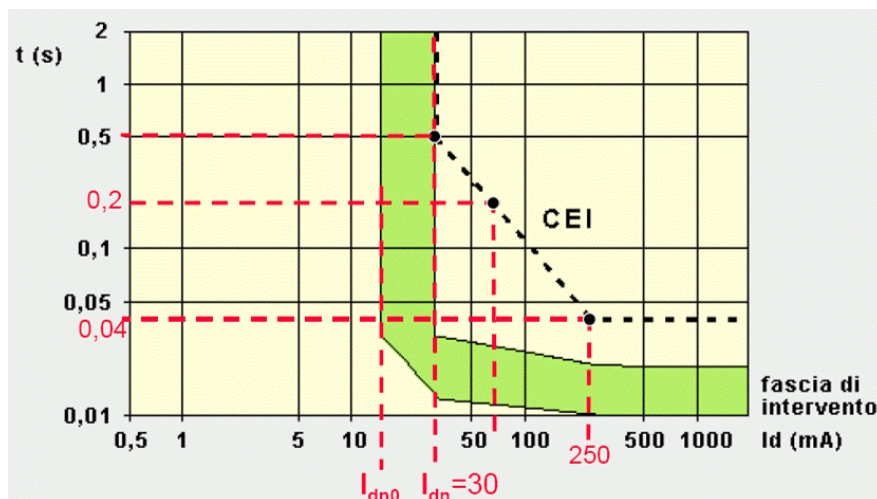
Fra i due dispositivi di protezione deve naturalmente essere assicurato il coordinamento.

Tempi di intervento di un interruttore differenziale

Intervallo di tempo tra l'istante in cui si raggiunge il valore di corrente differenziale $I_{\Delta N}$ e l'istante in cui avviene l'apertura dei contatti

$I_{\Delta N}$ [A]	Tempi max di intervento [s]			
	Corrente differenziale I_{Δ}			
	$I_{\Delta N}$	$2 \cdot I_{\Delta N}$	0.25 [A]	$5 \cdot I_{\Delta N}$
0.005	5	1	0.04	-
0.010	5	0.5	0.04	-
0.030	0.5	0.2	0.04	-
> 0.030 (0.1-10)	≤ 2	≤ 0.2	-	≤ 0.04

Curva caratteristica di un Interruttore Differenziale



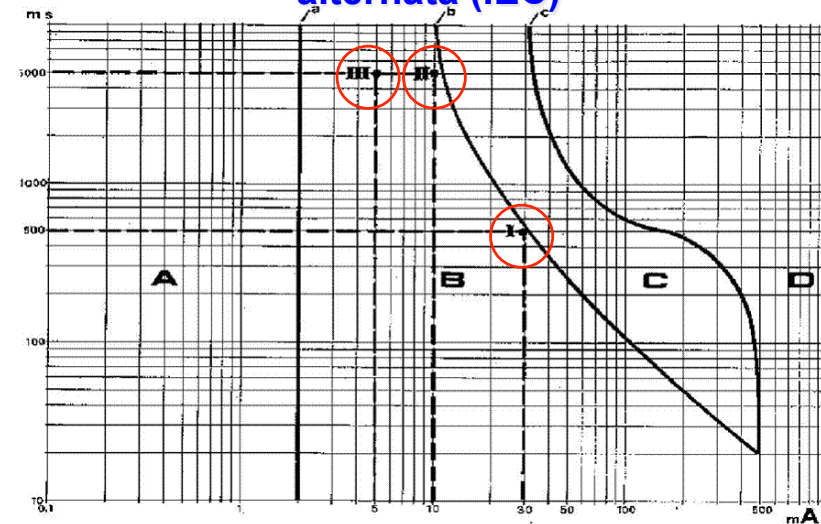
Correnti di intervento di interruttori Differenziali e relativi valori di R_T

$I_{\Delta N}$ [A]	$R_T = 50 / I_{\Delta N}$ [ohm]
0.005	10000
0.01	5000
0.03	1666
0.1	500
0.3	166
0.5	100
1	50
3	16.6
5	10
10	5

Seconda funzione degli interruttori differenziali: Protezione dai contatti diretti

- Tale uso non è obbligatorio (tranne che per ospedali, ambulatori, piscine,...) anche se fortemente consigliabile.
- E' un mezzo di protezione addizionale e non sostitutivo degli altri mezzi di protezione contro i contatti diretti.
- Solo gli interruttori differenziali ad alta sensibilità possono essere efficaci contro i contatti diretti. Infatti

Curva di pericolosità della corrente alternata (IEC)



Seconda funzione degli interruttori differenziali: Protezione dai contatti diretti

- Le curve riportano gli effetti sul corpo umano attraversato da corrente elettrica alternata.
- I punti I (30 mA - 0.5 s), II (10 mA - 5 s) e III (5 mA - 5 s) sono compresi fra la soglia di percezione (curva - a) e la soglia di tetanizzazione (curva - b).
- I tempi di intervento ed i corrispondenti valori della corrente differenziale di interruttori ad alta (30 mA) e altissima (10 mA) proteggono l' uomo anche da contatti diretti.

Terza funzione dell' interruttore differenziale: Interruzione del c.to c.to fra un conduttore attivo e la terra (es. in caso di incendio)

- ❑ Quando si manifesta un c.to c.to fra un conduttore attivo e la terra l' interruttore differenziale deve intervenire aprendo il circuito.
- ❑ Esso, pertanto, deve essere in grado di interrompere la corrente di c.to c.to.
- ❑ Gli interruttori differenziali proteggono da corto circuito verso massa e non da c.to c.to fra fase e fase o fase e neutro. In questi ultimi due casi la corrente differenziale è nulla.

Valori caratteristici del potere di interruzione di interruttori differenziali con corrente nominale I_N

I_N [A]	Potere di interruzione minimo differenziale nominale [A]
16	500
25	1000
32	1500
40	3000
63	4500
100	6000

Componenti caratteristici di un impianto di terra

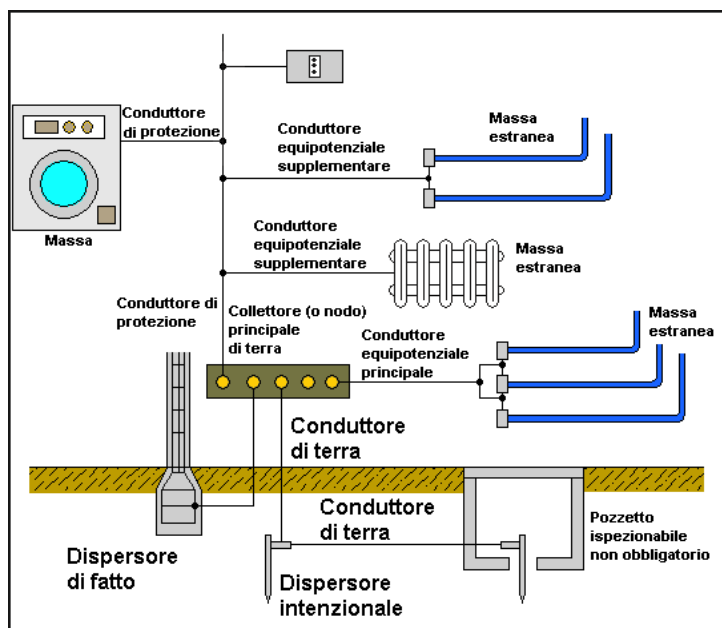
Dispersore: componente posto ad intimo contatto con il terreno con lo scopo di disperdere la corrente.

Conduttore di terra: collegano tra loro i dispersori e le armature.

Conduttori di protezione: collegano gli involucri metallici degli utilizzatori al collettore o nodo principale

Collegamenti equipotenziali collegano fra di loro le masse metalliche.

Collettore principale di terra: collega fra loro i conduttori di terra, di protezione ed i collegamenti equipotenziali.



Conduttori di protezione

Dimensioni minime (CEI 64-8)

Le dimensioni minime dei conduttori di protezione devono garantire resistenza:

- al riscaldamento da eventuale corrente di guasto;
- meccanica durante la posa in opera o durante lavori successivi.

Sezione conduttore di fase

fino a 16 mm²
25 mm²
35 mm²

Sezione conduttore di protezione

→ uguale a quello di fase
→ 16 mm²
→ metà di quello di fase

Protezione da contatti diretti

• Isolamento delle parti attive

• Ostacoli e distanziamenti

• Involucri o barriere

Classificazione dei gradi di protezione degli involucri di apparecchiature elettriche (CEI EN 60529)

Codice IP seguito da:

- prima cifra caratteristica da 0 a 6
- seconda cifra caratteristica da 0 a 8
- prima lettera addizionale (A-B-C-D)
- seconda lettera supplementare (H-M-S-W)

Prima cifra caratteristica (0-6):

	Protezione dell'apparecchiatura da corpi solidi estranei:	Protezione delle persone contro l'accesso a parti pericolose con:
0	non protetto	non protetto
1	di diametro ≥ 50 mm	il dorso della mano
2	di diametro ≥ 12.5 mm	un dito
3	di diametro ≥ 2.5 mm	un attrezzo $\Phi 2.5$ mm
4	di diametro ≥ 1.0 mm	un filo $\Phi 1.0$ mm
5	protetto contro la polvere	un filo $\Phi 1.0$ mm
6	tot. prot. contro la polvere	un filo $\Phi 1.0$ mm

Seconda cifra caratteristica (0-8):

0	non protetto
1	cadute verticali di gocce d'acqua
2	caduta di gocce su involucro inclinato $\geq 15^\circ$
3	pioggia
4	spruzzi d'acqua da tutte le direzioni
5	getti d'acqua da tutte le direzioni
6	getti potenti da tutte le direzioni
7	immersione temporanea
8	immersione continua

Lettera addizionale (opzionale):

	Contro l'accesso a parti pericolose con:
A	il dorso della mano
B	un dito
C	un attrezzo Φ 2.5 mm, lungo 100 mm
D	un filo Φ 1 mm, lungo 100 mm

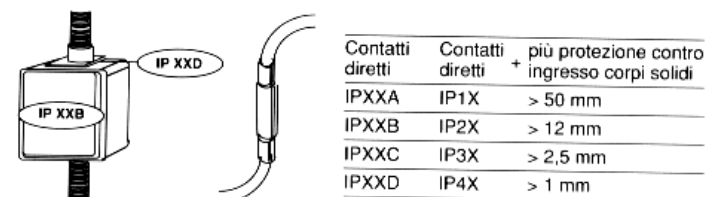
Seconda lettera supplementare (opzionale):

	Informazioni supplementari relative a:
H	Apparecchi ad alta tensione
M	Prova con acqua con apparecchiatura in moto
S	Prova con acqua con apparecchiatura non in moto
W	Condizioni atmosferiche

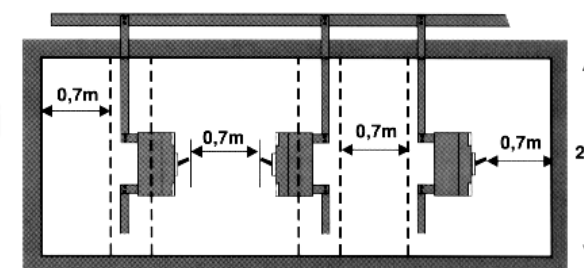
Esempio di designazione del grado di protezione di un involucro

IP35CS

- l'apparecchiatura interna è protetta contro la penetrazione di corpi estranei di diametro maggiore o uguale a 2.5 mm (es. cacciavite);
- l'apparecchiatura interna è protetta contro i getti d'acqua proiettati sull'involucro da tutte le direzioni;
- le persone che impugnano attrezzi di diametro maggiore o uguale a 2.5 mm e lunghi 100 mm sono protette contro l'accesso a parti pericolose (lettera C);
- l'involucro è protetto da danni provocati dalla penetrazione di acqua ad apparecchiatura ferma (lettera S).



Ostacoli



--- Ostacoli IPXXA
Accessibilità da entrambe le estremità dei passaggi di manutenzione o di servizio di lunghezza L > 20m