
 Azienda Ospedaliero - Università Policlinico «G. Rodolico - San. Marco»
 di Catania

Formazione Sicurezza SUL Lavoro – Area Sanità -

art. 37 d.lgs 81/08 e dell'Accordo Stato Regioni del 21/12/2011

1. *Rischio incendio: principi della combustione metodi di spegnimento;*
2. *Designazione e compiti dei lavoratori incaricati dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi e lotta antincendio ed evacuazione;*
3. *Piano di Emergenza e gestione delle emergenze;*
4. *Rischio elettrico: contatti diretti e indiretti;*
5. *Effetti della corrente elettrica sull'uomo, le principali misure di prevenzione;*
6. *Cenni sul D.M. 37/2008*

Catania 25/02/2022

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Floridia

CONDIZIONI NECESSARIE PER UN INCENDIO

Perché si verifichi un incendio, devono essere presenti i seguenti tre elementi:

- **Materiale combustibile**
- **Sorgente di calore o d'innescio**
- **Ossigeno**


Combustibile: qualsiasi sostanza in grado di bruciare. I materiali combustibili possono essere allo stato solido, liquido o gassoso.

Comburente: sostanza che consente e favorisce la combustione; il più importante è l'ossigeno dell'aria ed è quello maggiormente reperibile in natura

Calore: forma di energia che si manifesta con l'innalzamento della temperatura. Un combustibile brucia quando viene a trovarsi ad una temperatura tale che, avvicinando l'innescio, inizia la combustione

Se manca uno di questi tre elementi, l'incendio non si può verificarsi!

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Floridia



La combustione è una reazione chimica sufficientemente rapida di una sostanza combustibile con un comburente che dà luogo allo sviluppo di calore, fiamma, gas, fumo e luce. Può avvenire con o senza sviluppo di fiamme superficiali

La combustione senza fiamma superficiale si verifica generalmente quando la sostanza combustibile non è più in grado di sviluppare particelle volatili.

Solitamente il comburente è l'ossigeno contenuto nell'aria, ma sono possibili incendi di sostanze che contengono nella loro molecola un quantità di ossigeno sufficiente a determinare una combustione, quali ad esempio gli esplosivi e la cellulosa.

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Floridia

I PRINCIPALI PARAMETRI FISICI E CHIMICI DELLA COMBUSTIONE

La combustione è caratterizzata da numerosi parametri fisici e chimici. Analizziamo i principali.

Temperatura di accensione (o di autoaccensione)

La minima temperatura alla quale la miscela combustibile - comburente inizia a bruciare spontaneamente in modo continuo senza ulteriore apporto di calore o di energia dall'esterno.

Sostanze	Temperatura di accensione (°C) valori indicativi	Sostanze	Temperatura di accensione (°C) valori indicativi
Acetone	540	Carta	230
Benzina	250	legno	220-250
Gasolio	220	gomma sintetica	300
Idrogeno	560	metano	537
alcol metilico	455		

Aria teorica di combustione

La quantità di aria necessaria per raggiungere la combustione completa del materiale combustibile.

Sostanze	Aria teorica di combustione (Nm ³ /Kg)	Sostanze	Aria teorica di combustione (Nm ³ /Kg)
legno	5	polietilene	17,7
carbone	8	propano	13
benzina	12	idrogeno	28,5
alcol etilico	7,5		

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Floridia

Temperatura di infiammabilità

La temperatura minima alla quale i liquidi infiammabili o combustibili emettono vapori in quantità tali da incendiarsi in caso di innesco.

I liquidi sono in equilibrio con i propri vapori che si sviluppano sulla superficie di separazione tra pelo libero del liquido e aria.

La combustione avviene quando, in corrispondenza della suddetta superficie i vapori dei liquidi infiammabili o combustibili, miscelandosi con l'ossigeno dell'aria sono opportunamente innescati.

Sostanze	Temperatura di infiammabilità (°C)
gasolio	65
acetone	-18
benzina	-20
alcol metilico	11
alcol etilico	13
toluolo	4
olio lubrificante	140
kerosene	37

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Floridia

Limiti di infiammabilità

Tali limiti individuano il campo di infiammabilità all'interno del quale si ha, in caso d'innesco, l'accensione e la propagazione della fiamma nella miscela. Si dividono in:

- **Limite inferiore di infiammabilità (LI)** - La più bassa concentrazione in volume di vapore della miscela al di sotto della quale non si ha accensione in presenza di innesco per carenza di combustibile
- **Limite superiore di infiammabilità (LS)** - la più alta concentrazione in volume di vapore della miscela al di sopra della quale non si ha accensione in presenza di innesco per eccesso di combustibile limite superiore di infiammabilità

Sostanze	Campo di infiammabilità (% in volume)	
	limite inf.	limite sup.
acetone	2,5	13
ammoniaca	15	18
benzina	1	6,5
gasolio	0,6	6,5
idrogeno	4	75,6
metano	5	15
et.P.L.	2	9

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Floridia

I valori dei limiti di infiammabilità sono influenzati da:

- temperatura: aumenta il limite superiore e abbassa il limite inferiore;
- pressione: allarga i limiti rendendo più frequenti gli urti tra le molecole e quindi favorisce la combustione;
- presenza di gas inerti: abbassa il limite superiore;
- presenza di altri gas infiammabili.

Limiti di esplosibilità

I limiti di esplosibilità sono posizionati all'interno del campo di infiammabilità.

- **Limite inferiore di esplosibilità** - La più bassa concentrazione in volume di vapore della miscela al di sotto della quale non si ha esplosione in presenza di innesco
- **Limite superiore di esplosibilità** - La più alta concentrazione in volume di vapore della miscela al di sopra della quale non si ha esplosione in presenza di innesco

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Fioridia

Temperatura teorica di combustione

Il più elevato valore di temperatura che è possibile raggiungere nei prodotti di combustione di una sostanza.

TEMPERATURA DELLE FIAMME

I valori indicativi della temperatura delle fiamme varia a seconda del tipo di combustibile:

- Combustibili solidi: da 500 a 800 °C
- Combustibili liquidi: da 1300 a 1600 °C
- Combustibili gassosi: da 1600 a 3000 °C

Sostanze	Temperatura di combustione (°C teorici)
idrogeno	2205
metano	2050
petrolio	1800
propano	2230

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Fioridia

Potere calorifico

Quantità di calore prodotta dalla combustione completa dell'unità di massa o di volume; si definisce:

- **Potere calorifico superiore (P.C.S.)** - Si considera anche il calore di condensazione del vapore d'acqua prodotto (calore latente di vaporizzazione)
- **Potere calorifico inferiore (P.C.I.)** - Non si considera il calore di evaporazione del vapore acqueo.

In genere nella prevenzione incendi viene considerato sempre il potere calorifico inferiore.

Sostanze	P.C.I. (MJ/kg)	P.C.I. (kCal/kg)
legno (*)	17,5	4192
carbone carta,	30	7170
cartone benzina	20	4780
alcol etilico	45	10753
polietilene	30	7170
propano	40	9560
idrogeno	46	10994
	120	28680

(*) 1 MJ = 0,057 Kg di legna equivalente

CARICO DI INCENDIO

Potenziale termico netto della totalità dei materiali combustibili contenuti in uno spazio, corretto in base ai parametri indicativi della partecipazione alla combustione dei singoli materiali.

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Fioridia

PRINCIPALI CAUSE DI INCENDIO

- * deposito o manipolazione non idonea di sostanze infiammabili o combustibili
- * accumulo di rifiuti cartacei
- * negligenze nell'uso di fiamme libere e di apparecchi generatori di calore
- * scarsa manutenzione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche
- * impianti elettrici difettosi, mal progettati o non progettati da tecnici specialistici, sovraccaricati e non sufficientemente protetti
- * riparazioni di impianti elettrici effettuate da persone non qualificate
- * apparecchiature lasciate sotto tensione anche quando non utilizzate

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. Ind. Antonio Floridia

- * ostruzione della ventilazione di apparecchi elettrici o da ufficio
- * fumare in aree ove è proibito
- * negligenze di appaltatori o di addetti alla manutenzione
- * fuoriuscita incontrollata di ossigeno nell'ambiente chiuso, gas anestetici
- * gas infiammabili (cucine aziendali, centrali termiche)
- * utilizzo di elettrobisturi
- * impianti di condizionamento e ventilazione
- * scariche elettriche atmosferiche ovvero Fulmini
- * utilizzo di cellulari in zone vietate
- * correnti statiche
- * sterpaglie o aree verdi non curate

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. Ind. Antonio Floridia

"Salute e sicurezza sul lavoro"

A.S.O. SSANTONIO e BIAGIO e CARRIGO

Principali cause di incendio in strutture sanitarie

■ Sigarette e fiammiferi	31,0 %
■ Impianti e apparecchi elettrici	22,6 %
■ Impianti di riscaldamento	11,5 %
■ Ossigeno terapeutico	7,4 %
■ Liquidi infiammabili	6,6 %
■ Gas anestetici	4,9 %
■ Incendi nelle cucine	4,1 %
■ Incendi dolosi	3,0 %
■ Materiali combustibili	2,4 %
■ Inceneritori	2,4 %
■ Origini diverse	6,8 %

S.C. Servizio Prevenzione Protezione Settore Risorse Tecniche e 12
Tecnologiche
per. Ind. Antonio Floridia

LA CLASSIFICAZIONE DEI FUOCHI

Non tutte le sostanze estinguenti possono essere impiegate indistintamente su tutti i tipi di incendio generati dalla combustione dei molteplici materiali suscettibili di accendersi, gli incendi vengono distinti in 5 classi, secondo le caratteristiche dei materiali combustibili, in accordo alla norma UNI EN 2:2005 nella quale sono stati suddivisi i tipi di fuoco cui possono dare luogo i diversi materiali ed in base alla quale vengono caratterizzati i vari estinguenti.



Classe A Fuochi da materiali solidi generalmente di natura organica, la cui combustione avviene normalmente con formazione di braci.

Classe B Fuochi da liquidi o da solidi liquefatti

Classe C Fuochi da gas

Classe D Fuochi da metalli

Classe F Fuochi che interessano mezzi di cottura (oli e grassi vegetali o animali) in apparecchi di cottura

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Floridia

La classificazione degli incendi consente l'identificazione della classe di rischio d'incendio a cui corrisponde

- ☐ una precisa azione operativa antincendio
- ☐ un'opportuna scelta del tipo di estinguento.

La norma UNI EN 2:2005 definisce le classi di fuoco, suddividendo in 5 classi i diversi tipi di fuoco, in relazione al tipo di combustibile, **non definisce una classe particolare per i fuochi in presenza di un rischio dovuto all'elettricità.**

Pertanto la norma **non comprende i fuochi di "Impianti ed attrezzature elettriche sotto tensione"** (vecchia classe E) in quanto, gli incendi di impianti ed attrezzature elettriche sono riconducibili alle classi A o B.

Gli estinguenti specifici per questi incendi sono costituiti da **polveri** dielettriche, **CO₂**, oppure i sostituti degli **halon**, mentre **non devono essere usati acqua e schiuma.**

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Floridia

Sostanze estinguenti in relazione al tipo di incendio

L'estinzione dell'incendio si ottiene per **raffreddamento, sottrazione del combustibile, soffocamento e azione chimica.**

È di fondamentale importanza conoscere le proprietà e le modalità d'uso delle principali sostanze estinguenti, in modo da valutarne anche l'efficacia in relazione alla specifica classe di fuoco

Le sostanze estinguenti normalmente utilizzate sono:

- acqua
- schiuma
- polveri
- gas inerti (CO₂, azoto)
- agenti estinguenti alternativi all'halon (idrocarburi fluorurati)



Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Floridia

L'acqua è consigliata per incendi di combustibili solidi (classe A)
Le schiume sono impiegate normalmente per incendi di liquidi infiammabili (classe B); non è utilizzabile sulle apparecchiature elettriche

L'estintore a polvere può essere utilizzato su:

- fuochi di classe A, B, C
- fuochi di classe D (solo con polveri speciali)
- quadri e apparecchiature elettriche fino a 1000 V (se indicato sull'etichetta dell'estintore nella sezione avvertenze) ovvero se sono stati sottoposti dal fabbricante alla prova dielettrica

Le polveri essendo costituite da particelle solide finissime, possono danneggiare le apparecchiature e macchinari, **pertanto vengono utilizzati in genere estintori a Co2.**

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Floridia

Gli estinguenti per fuochi di classe F spengono per azione chimica, e devono essere in grado di effettuare una catalisi negativa per la reazione chimica di combustione di queste altre specie chimiche.

Gli estinguenti chimici si combinano con i prodotti volatili che si sprigionano dal combustibile, rendendo questi ultimi inadatti alla combustione, **bloccando la reazione chimica della combustione.**

Gli estintori idonei per fuochi di classe F devono essere conformi ai requisiti della prova dielettrica.

L'utilizzo di estintori a polvere contro fuochi di classe F è considerato pericoloso; pertanto non devono essere marcati con il pittogramma di classe "F".

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Floridia

I gas inerti possono essere utilizzati su apparecchiature elettriche in tensione

Gli agenti sostitutivi degli halon impiegati attualmente sono "ecocompatibili" (clean agent), e generalmente combinano al vantaggio della salvaguardia ambientale lo svantaggio di una minore capacità estinguente rispetto agli halon.

Esistono sul mercato prodotti inertizzanti e prodotti che agiscono per azione anticatalitica o catalisi negativa.

Nei reparti ospedalieri in genere abbiamo:

- Impianti idranti
- Estintori a polvere e a CO2

Nei grandi depositi in genere abbiamo:

- Impianti spinkler, ad acqua nebulizzata o aerosol

Negli archivi in genere abbiamo:

- Impianti a gas inerti o a idrocarburi fluorurati

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Floridia

Per spegnere un incendio manualmente intervenire sempre alla base della fiamma



Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Floridia

Designazione e compiti dei lavoratori incaricati
Dell'attuazione delle misure di prevenzione
incendi e lotta antincendio ed evacuazione

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

Il Datore di lavoro ha l'obbligo, ai sensi dell'art. 18 comma 1 lettera b) del dlgs 81-08 di designare preventivamente i lavoratori incaricati dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi e lotta antincendio, di evacuazione dei luoghi di lavoro in caso di pericolo grave e immediato, di salvataggio, di primo soccorso e, comunque, di gestione dell'emergenza;

Art. 37 comma 9 del dlgs 81-08.

I lavoratori incaricati dell'attività di prevenzione incendi e lotta antincendio, di evacuazione dei luoghi di lavoro in caso di pericolo grave ed immediato, di salvataggio, di primo soccorso e, comunque, di gestione dell'emergenza devono ricevere un'adeguata e specifica formazione e un aggiornamento periodico; in attesa dell'emanazione delle disposizioni di cui al comma 3 dell'articolo 46, continuano a trovare applicazione le disposizioni di cui al decreto del Ministro dell'interno in data 10 marzo 1998, pubblicato nel S.O. alla G.U. n. 81 del 7 aprile 1998 e successive modifiche, in ultimo dai decreti ministeriali 01, 02, e 03/09/2021

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Floridia

Ai sensi del DM 02/09/2021, art. 4 comma 2 i lavoratori designati addetti al servizio antincendio frequentano i corsi di formazione e di aggiornamento di cui all'art. 5 del presente decreto.

Art. 5 comma 2 del DM 02/09/2021. Per le attività di cui all'allegato IV, che costituisce parte integrante del presente decreto, gli addetti al servizio antincendio conseguono l'attestato di idoneità tecnica di cui all'art. 3 del decreto legge 1° ottobre 1996, n. 512

Gli ospedali rientrano nel suddetto allegato IV e sono considerati attività a rischio elevato dal punto di vista antincendio, pertanto, gli addetti antincendio come previsto nell'allegato III del **DM 02/09/2021 devono frequentare il seguente corso:** CORSO DI TIPO 3-FOR: CORSO DI FORMAZIONE ANTINCENDIO PER ADDETTI ANTINCENDIO IN ATTIVITÀ DI LIVELLO 3 (DURATA 16 ORE, compresa verifica di apprendimento).

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Fioraldi

Formazione continua degli addetti antincendio art. 7 comma 2 del DM 02/09/2021 Fatti salvi gli obblighi di informazione, formazione e aggiornamento in capo al datore di lavoro in occasione di variazioni normative, **il primo aggiornamento degli addetti al servizio antincendio** dovrà avvenire entro cinque anni dalla data di svolgimento dell'ultima attività di formazione o aggiornamento.

Pertanto, gli addetti antincendio come previsto nell'allegato III del **DM 02/09/2021 devono frequentare il seguente corso:** CORSO DI TIPO 3-AGG: CORSO DI AGGIORNAMENTO ANTINCENDIO PER ADDETTI ANTINCENDIO IN ATTIVITÀ DI LIVELLO 3 (DURATA 8 ORE, compresa verifica di apprendimento)
L'aggiornamento è costituito da una parte teorica (in aula) e da esercitazioni pratiche.

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Fioraldi

L'Addetto alla Lotta Antincendio è il lavoratore incaricato di attuare le misure di prevenzione incendi, della lotta antincendio e della gestione delle emergenze che da essa possono scaturire.

Il numero dei lavoratori incaricati della lotta antincendio deve essere commisurato a quanto emerso dal DVR e dal Piano di Emergenza, dove previsto

I Compiti dell'Addetto Antincendio

Acquisito il giusto grado di consapevolezza e di abilità, il lavoratore dovrà far fronte ai compiti che l'incarico porta con sé. **A cominciare dalla prevenzione:** l'addetto può e deve svolgere questo tipo di attività, verificando le situazioni che si instaurano durante il suo turno lavorativo, agendo direttamente anche sul comportamento dei propri colleghi di lavoro.

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Fioraldi

Vediamo, ora, i compiti "operativi" dell'addetto antincendio.

Durante la normale attività lavorativa: la sorveglianza e la verifica dell'integrità sulle attrezzature antincendio presenti nel luogo di lavoro;

Durante un'emergenza:

- una volta avvisato dell'emergenza in atto deve subito recarsi sul posto e valutare l'entità dell'emergenza
- se l'emergenza è di lieve entità, controllabile mediante l'uso di estintori, per esempio, deve adoperarsi per far rientrare la situazione;
- nel caso in cui egli non riesca a controllare l'evento deve dare immediatamente inizio alla procedura di evacuazione, attivando il dispositivo acustico per la segnalazione di allarme o dando istruzioni ad altri per agire in merito;

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Fioraldi

- avvisare gli addetti alle chiamate di emergenza (di solito il centralino o il centro di gestione dell'emergenza) chiedendo di allertare la squadra interna ove presente o i soccorsi esterni;
- agire su valvole e interruttori per inibire il flusso di gas pericolosi e/o corrente elettrica;
- isolare il luogo in cui sta avvenendo l'emergenza, assicurandosi dell'effettiva chiusura delle porte tagliafuoco;
- aiutare le persone presenti ad evacuare, in special modo, uno o più addetti devono occuparsi delle persone con visibilità o mobilità ridotta e assicurarsi che tutti raggiungano il punto di ritrovo;
- verificare l'effettivo abbandono di tutti i locali, chiudendo a chiave le porte dietro di sé;

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Fioraldi

- fare l'appello del personale presente prima dell'incendio, per accertarsi che tutti siano giunti al punto di ritrovo, in caso negativo iniziare le ricerche e informare i soccorsi esterni;
- supportare i soccorsi esterni dando le informazioni del caso;
- segnalare la fine dell'emergenza quando la situazione di pericolo è cessata;
- chiedere la rimessa in esercizio degli impianti e la ripresa dell'attività, in seguito agli accertamenti sulla sicurezza degli impianti e dei fabbricati.

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Fioraldi

Esemplificazione di un piano di emergenza

1. Premessa
2. Valutazione del rischio
3. Pianificazione
4. Sperimentazione
5. Addestramento periodico ed aggiornamento



Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

1.1

Il Piano di emergenza e gestione delle emergenze

È un documento indispensabile per gestire correttamente l'emergenza, ogni azienda ospedaliera e non solo, deve dotarsi di tale piano e farlo conoscere a tutti e in particolare a tutte le figure che sono chiamate ad applicarlo, compresi gli addetti antincendio.

Il piano di emergenza include anche il piano di evacuazione

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

1.2 Il Piano di emergenza in caso di incendio

Il piano di emergenza

Il piano di emergenza costituisce infatti "l'antidoto" contro il **panico**, che è il peggior nemico da combattere nelle situazioni di emergenza e che si verifica ogni qualvolta non si hanno a disposizione adeguate strategie e procedure per fronteggiare i possibili scenari incidentali.



Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

1.3 Il Piano di emergenza in caso di incendio

IL PIANO DI EMERGENZA

Il piano di emergenza

Il piano di emergenza infatti contiene "pronte" quelle informazioni chiave che rendono possibili i seguenti obiettivi di corretta gestione dell'emergenza:

- > **salvaguardia ed evacuazione** delle persone
- > **messa in sicurezza degli impianti**, in particolare quelli di processo
- > **compartimentazione e confinamento** dell'evento incidentale
- > **protezione dei beni e delle attrezzature**
- > **l'estinzione dell'incendio** (intesa come tentativo interno all'attività)
- > **ripristino** rapido delle precedenti condizioni lavorative (non obbligatorio-non sempre raggiunto)



**Informazioni chiave
per la gestione
dell'emergenza**

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

1.4 Il Piano di emergenza in caso di incendio

Struttura

Anche se intervengono numerose variabili (tipo di attività, tipo di azienda, conformazione, numero di dipendenti) che rendono difficile la creazione di un solo modello standard di piano valido per tutti i casi, è comunque possibile individuare alcuni **metodi di strutturazione comuni** a tutti i piani, quali ad es.:

1. Raccolta di informazione e dati
2. Predisposizione di griglie "evoluzione dell'evento/persone coinvolte/azioni"
3. Realizzazione di schede comportamentali delle persone

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

1.5 Il Piano di emergenza in caso di incendio

Persone

Nella progettazione del piano di emergenza non può mai mancare la figura del **Gestore Aziendale dell'Emergenza** (Coordinatore) al quale delegare poteri decisionali e la possibilità di prendere decisioni anche arbitrarie, al fine di operare nel migliore dei modi e raggiungere gli obiettivi stabiliti.



Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

1.6 Il Piano di emergenza in caso di incendio

Azioni

E' pertanto fondamentale che vengano individuati i compiti e le funzioni di ciascun addetto antincendio, e quindi non solo CHI FA (con relativi sostituti), ma anche COSA FA.

E' questa la parte più importante di un piano di emergenza.



Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

1.7 Il Piano di emergenza in caso di incendio

Verificabilità del piano di emergenza

Individuato il personale preposto alla gestione dell'emergenza e le procedure da attuare, è necessario testare quanto progettato con **esercitazioni pratiche**.

Dalle esercitazioni e dalle simulazioni sarà sempre possibile individuare i punti critici del piano d'emergenza, e operare correzioni o integrazioni al nuovo piano derivante dall'aggiornamento.



Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

2

Valutazione del rischio

Nella redazione del piano si tiene conto della valutazione del rischio effettuata con il D.V.R.

La sicurezza antincendio è orientata alla salvaguardia dell'incolumità delle persone ed alla tutela dei beni e dell'ambiente, mediante il conseguimento degli obiettivi primari.

L'opera deve essere concepita e costruita in modo che, in caso di incendio sia garantita (Requisito essenziale n. 2 della Direttiva Europea 89/106/CEE "materiali da costruzione"):

1. La stabilità delle strutture portanti per un tempo utile ad assicurare il soccorso agli occupanti.
2. La limitata produzione di fuoco e fumi all'interno delle opere
3. La limitata propagazione del fuoco alle opere vicine.

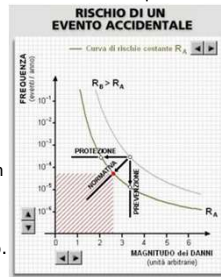
Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche
per. ind. Antonio Florida

2.1

4. La possibilità che gli occupanti lascino l'opera indenni o che gli stessi siano soccorsi in altro modo.
 5. La possibilità per le squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza.

Il rischio di ogni evento accidentale (l'incendio nel nostro caso) risulta definito da due fattori:

- ☐ La Frequenza, cioè la probabilità che l'evento si verifichi in un determinato intervallo di tempo.
- ☐ La Magnitudo, cioè l'entità delle possibili perdite e dei danni conseguenti al verificarsi dell'evento.



Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

2,2

Rischio = Frequenza x Magnitudo

Dalla formula appare evidente che quanto più si riducono la frequenza o la magnitudo, o entrambe, tanto più si ridurrà il rischio.

La formula ($R = F \times M$) viene graficamente riportata nel diagramma prima menzionato, in cui appare evidente quale sia lo scopo nell'adottare le misure di prevenzione e protezione.

In particolare se aumentiamo la "Prevenzione" diminuisce la "Frequenza", mentre se aumentiamo la "Protezione" diminuisce la "Magnitudo".

In entrambi i casi, (solamente con la prevenzione o solamente con la protezione), conseguiamo l'obiettivo di ridurre il "Rischio", ma l'azione più corretta è quella di agire contemporaneamente con l'adozione di misure sia di "Prevenzione" che di "Protezione".

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

2.3

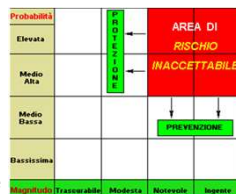
Il controllo e la gestione del rischio

I concetti sopraindicati vengono ulteriormente descritti nel diagramma riportato a lato, in cui è stata graficamente rappresentata la possibilità di controllare e gestire un rischio di incendio inaccettabile attraverso l'adozione di misure di tipo Preventivo o di tipo Protettivo.

- ☐ L'attuazione delle misure per ridurre il rischio mediante la riduzione della frequenza viene comunemente chiamata "prevenzione",

- ☐ L'attuazione delle misure tese alla riduzione della magnitudo viene, invece, chiamata "protezione".

Le misure di Protezione possono essere di tipo "attivo" o "passivo", a seconda che richiedano o meno un intervento di un operatore o di un impianto per essere attivate.



Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

2.4

Le azioni Preventive e Protettive non devono essere considerate alternative ma complementari tra loro nel senso che, concorrendo esse al medesimo fine, devono essere intraprese entrambe proprio al fine di ottenere risultati ottimali.

In questa sede interessa in maniera particolare evidenziare anche che gli obiettivi della Prevenzione Incendi devono essere ricercati anche con Misure di esercizio.

Tali misure, comunque riconducibili in uno schema di azioni preventive o protettive, sono state in questo contesto separate, proprio allo scopo di farne comprendere la rilevanza ai fini della sicurezza. Il miglior **progetto** di sicurezza può essere vanificato da chi lavora nell'ambiente, se non vengono applicate e tenute nella giusta considerazione le **misure precauzionali d'esercizio**.

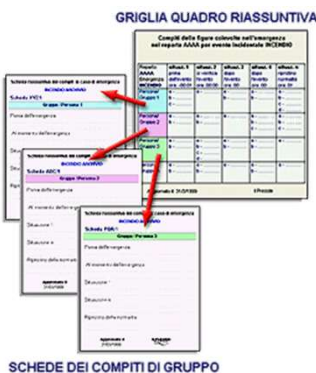


Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

Pianificazione

Dopo la schematizzazione che è il primo passo avanti nella pianificazione d'emergenza, si passa, come anticipato, alla realizzazione di schede delle azioni che ogni singola figura/gruppo di persone deve intraprendere.

La scheda che riguarda ogni persona/gruppo deve essere veramente "una scheda". Non può esistere una valida gestione dell'emergenza se il personale deve perdere un quarto d'ora per lo studio di un manuale di procedure ultra particolareggiato.

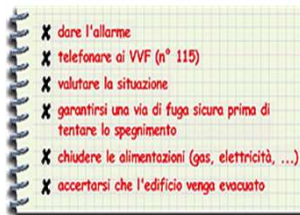


Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

3. Procedure da adottare quando si scopre un incendio

Le Procedure comuni da adottare **quando si scopre** un incendio sono le seguenti:

- **dare l'allarme** al Gestore Aziendale dell'Emergenza;
- **dare comunicazione ai Vigili del Fuoco** telefonando al n°115;
- se si tratta di un principio di incendio **valutare la situazione**, determinando se esiste la possibilità di estinguere l'incendio con i mezzi a portata di mano;

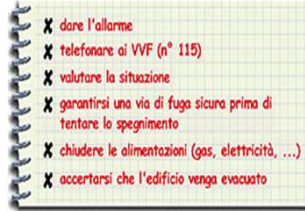


- non tentare di iniziare lo spegnimento portatili **se non si è sicuri di riuscirci!** con i mezzi

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

3.1 Procedure da adottare quando si scopre un incendio

- **iniziare l'opera di estinzione** solo con la **garanzia di una via di fuga sicura** alle proprie spalle e con l'assistenza di altre persone;
- **intercettare le alimentazioni** di gas, energia elettrica...
- **limitare la propagazione** del fumo e dell'incendio chiudendo le porte di accesso/compartimenti;
- **accertarsi che l'edificio venga evacuato**;



➤ se non si riesce a mettere sotto controllo l'incendio in breve tempo, **portarsi all'esterno dell'edificio** e dare le adeguate indicazioni alle squadre dei Vigili del Fuoco.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

3.2 Procedure da adottare in caso di allarme incendio

- **mantenere la calma** (la conoscenza approfondita delle procedure aiuta molto in questo senso, così come l'addestramento periodico, aiuta a prendere confidenza con le operazioni da intraprendere);
- **prestare assistenza** a chi si trova in difficoltà, se avete la garanzia di riuscire nell'intento;
- **attenersi scrupolosamente** a quanto previsto nei piani di emergenza;
- **evitare di trasmettere il panico** ad altre persone;



Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

3.3 Collaborazione con i Vigili del Fuoco

Esempio

Ad esempio, l'operatore del muletto montacarichi è senz'altro più utile (e spesso indispensabile) svolgendo il suo compito per allontanare il materiale che non è ancora bruciato (operando ovviamente in modo coordinato con le squadre dei Vigili del Fuoco). La sua azione risulta così più efficace piuttosto di restare a continuare ad utilizzare i presidi antincendio anche dopo l'arrivo delle squadre dei vigili del fuoco.

Allo stesso modo è opportuno che il responsabile dell'Azienda si metta in contatto immediatamente con il Responsabile Operazioni di Soccorso V.V.F. per aiutarlo nel pianificare la strategia generale di attacco all'incendio, fornendo tutte le indicazioni preziose al momento.



Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

4. **Sperimentazione**

Non si può pretendere che fin dalla prima stesura il piano di emergenza sia un documento perfetto.

È bene, quindi, iniziare fin da subito il processo di pianificazione ed applicare poi le nuove parti del piano, man mano che vengono sviluppate.

La fase di prima sperimentazione dovrà essere il più possibile limitata nel tempo; attribuire una data di revisione al PIANO TRANSITORIO (non sono credibili i documenti provvisori che si trasformano in documenti "provvisoriamente definitivi" ...)



Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

4.1

Attenzione specialmente in strutture non ancora adeguate alle norme, la fase di sperimentazione evidenzia se con misure compensative, sia possibile garantire l'incolumità dei presenti

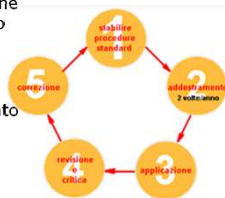
Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

5 **Addestramento periodico ed aggiornamento**

Una procedura, per quanto sia scritta con precisione e semplicità, rischia di risultare completamente inefficace se le persone che devono metterla in atto non si addestrano periodicamente.

L'addestramento periodico è un altro dei punti chiave nella preparazione alla gestione di un'emergenza. L'addestramento inoltre consente di ottenere anche dei risultati correlati come la verifica delle attrezzature ed il loro controllo. Con l'addestramento periodico si pongono le basi anche per un continuo aggiornamento dei piani.

È consigliabile fissare la prova delle procedure di emergenza almeno due volte l'anno.



Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

Rischio elettrico: contatti diretti e indiretti

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

I contatti con parti in tensione sono convenzionalmente distinti in due tipi:

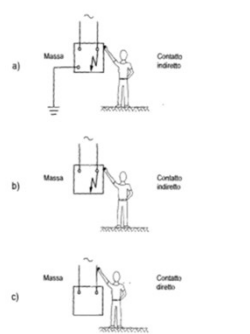
- Diretti
- Indiretti

Contatto con parte del circuito normalmente in tensione:

contatto diretto c)

Il contatto diretto può avvenire anche per il tramite di una parte metallica, purché questa non sia massa, es.. cacciavite, canna da pesca, autogru ecc..

Contatto con parte accidentalmente in tensione: **contatto indiretto a) e b)**



Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

La protezione contro i **contatti diretti** la possiamo ottenere tramite l'isolamento dei conduttori, tramite barriere isolanti, sistemi a bassissima tensione di sicurezza e protezione per limitazione della carica elettrica nell'ordine di 0,5 μC

La protezione contro i **contatti indiretti** più usuale è quella di collegare la massa dell'apparecchio a terra, tramite il contuttore di protezione gialloverde.

I requisiti di protezione dipendono dal tipo di sistema elettrico di alimentazione.

I dispositivi di interruzione automatica del circuito devono intervenire in un tempo tanto più breve quanto maggiore è la tensione sulle masse, secondo una curva limite tensione-tempo, compatibile con la protezione del corpo umano.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

altre protezioni da contatti indiretti:

- Impiego di apparecchi con isolamento doppio o rinforzato;
- Locali isolanti
- Separazione dei circuiti (es.. Trasformatore di isolamento)

La **tensione di contatto limite** entro il tempo di 5 sec si assume in condizioni ambientali normali $U_L=50V$, mentre in condizioni ambientali particolari (locali medici, piscine, locali agricoli, cantieri) $U_L=25V$

Ciò significa che se effettuiamo una protezione mediante interruttori differenziali deve essere soddisfatta la condizione: $R_t \leq U_L / I_{\Delta n}$

R_t =resistenza dell'impianto di terra

U_L =tensione di contatto limite

$I_{\Delta n}$ =corrente nominale di intervento dell'interruttore differenziale

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

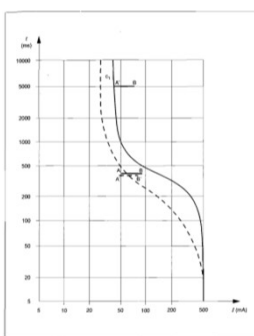


Fig. 7.4 - Corrente che interviene in condizioni ordinarie la persona in contatto con una massa in un tempo 5 s con $U_L = 50V$ (condizioni $U_L = 25V$ con le stesse angoli caratteristiche)

A: $I_{\Delta n} = I_{\Delta n}$ a protezione uomo adulto

B: $I_{\Delta n} = I_{\Delta n}$ a protezione uomo adulto

C: $I_{\Delta n} = I_{\Delta n}$ a protezione uomo adulto

D: $I_{\Delta n} = I_{\Delta n}$ a protezione uomo adulto

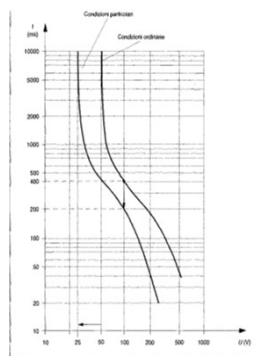


Fig. 7.5 - Corrente che interviene in condizioni ordinarie la persona in contatto con una massa in un tempo 0,2 s con $U_L = 25V$ (condizioni $U_L = 50V$ con le stesse angoli caratteristiche)

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

La Fig. 7.4 mostra anche come il tempo di intervento di 5 s, che la norma accetta in taluni casi, par. 7.2, sia completamente al di fuori della curva di sicurezza.

In condizioni ambientali particolari la tensione di contatto limite convenzionale U_L si riduce a 25 V e il tempo di 0,4 s si riduce a 0,2 s, Fig. 7.5.

Tabella 7.A - Tempi massimi di interruzione per i sistemi TN.

U_0 (V)	Tempo di interruzione	
	condizioni ordinarie (s)	condizioni particolari (s)
120	0,8	0,4
230	0,4	0,2
400	0,2	0,06
> 400	0,1	0,02

Nota: Per valori di tensione intermedi, si sceglie il valore prossimo superiore.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

Un contatto indiretto sui circuiti di distribuzione può verificarsi solo per un guasto lungo la conduttura, ad esempio un canale metallico. Tali guasti sono possibili, ma poco probabili: per questo motivo la norma ammette di interrompere l'alimentazione per un guasto franco a terra su un circuito di distribuzione entro 5 s anziché i tempi di cui alla tabella 7.A.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

Negli altri locali particolari, si consegue una maggiore sicurezza elettrica mediante il collegamento equipotenziale supplementare e con l'adozione di interruttori differenziali ad alta sensibilità, tabella 16.C.

Laddove si applica la curva di sicurezza per ambienti particolari, dove si assume cioè $U_f = 25$ V, le parti metalliche che presentano verso terra una resistenza inferiore a 200Ω sono da considerare masse estranee; in condizioni ordinarie il limite è invece di 1000Ω , par. 5.4.

Tabella 16.C - Protezione contro i contatti indiretti nei luoghi particolari (a maggior rischio elettrico)

Tipo di luogo	Misure di protezione		
	Curva di sicurezza in condizioni:	Collegamento equipotenziale supplementare	Interruttore differenziale $I_{\Delta n} \leq 30$ mA
Locali medici (di gruppo 1 e 2) ⁽¹⁾	particolari	SI	SI
Bagni/docce	ordinarie	SI	SI
Piscine	ordinarie	SI	SI
Cantieri edili	particolari	NO ⁽²⁾	SI
Locali agricoli	particolari	SI ⁽³⁾	SI
Luoghi conduttori ristretti (apparecchi fissi) ⁽⁴⁾	ordinarie	SI	NO

Antonio Florida

LA SICUREZZA ELETTRICA DEL PAZIENTE IN OSPEDALE

Il paziente è più vulnerabile e più esposto ai pericoli dell'elettricità rispetto ad una persona normale.

Più vulnerabile alla corrente elettrica perché egli non è in buona salute, per definizione; spesso è intorpidito dalle cure, o addirittura anestetizzato, e non può distaccarsi dalla parte in tensione.

Più esposto ai pericoli dell'elettricità, perché l'ospedale è popolato da una miriade di apparecchi elettromedicali, spesso applicati al paziente con l'interposizione di pasta conduttrice. In particolari situazioni cliniche il paziente ha il cuore in collegamento elettrico con l'esterno e diventa estremamente sensibile alle correnti elettriche. Correnti dell'ordine della decina di microampere possono innescare la fibrillazione ventricolare, donde il nome di **microshock**.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

Per fronteggiare il pericolo di **microshock** occorrono misure di protezione eccezionali, sull'impianto e negli apparecchi.

Gli apparecchi elettromedicali sono classificati in base all'uso cui sono destinati e devono presentare correnti di dispersione non superiori ai limiti prescritti per la classe di appartenenza nelle relative norme.

Tra gli apparecchi elettromedicali, l'elettrobisturi merita particolare attenzione per i pericoli peculiari che presenta. La sicurezza elettrica del paziente può essere compromessa non solo da guasti all'impianto elettrico e agli apparecchi ma anche, e a volte soprattutto, dagli errori del personale medico e paramedico.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

Alcuni apparecchi elettromedicali utilizzano elettrodi e cateteri che mettono il cuore del paziente in collegamento elettrico con l'esterno.

Nel cateterismo cardiaco, il catetere raggiunge il cuore e preleva campioni di sangue dalle cavità cardiache per analizzarli (oximetri, pH-ometri, densitometri) o per misurare la pressione nelle varie fasi del ciclo cardiaco (trasduttori di pressione).

Nell'angiocardiografia, attraverso un catetere che raggiunge il ventricolo destro, si immette nel sangue un liquido di contrasto per rendere opaco ai raggi X il cuore e i vasi sanguigni principali (fluoroscopia).

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

Nel pacemaker uno o entrambi gli elettrodi vengono posti a contatto con il muscolo cardiaco per trasmettergli impulsi elettrici di stimolo.

L'elettrocardiografo e l'elettrocardioscopio possono utilizzare elettrodi intracardiaci.

In sala chirurgica elettrodi e sonde di altri apparecchi elettromedicali, così come i ferri chirurgici, possono essere applicati direttamente in prossimità del cuore.



In tutti questi casi il paziente ha il cuore in collegamento elettrico direttamente con l'esterno del corpo.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

In una persona normale solo una parte della corrente entrante nel corpo umano va ad interessare la regione cardiaca, Fig. 17.1 a); nel paziente cateterizzato tutta la corrente entrante può confluire nel cuore e fuoriuscire tramite il catetere, Fig. 17.1 b).

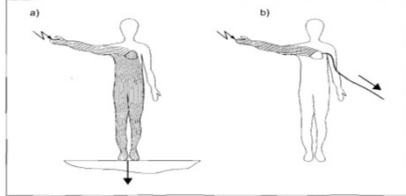


Fig. 17.1 - a) Nella persona in condizioni normali, solo una parte della corrente che fluisce nel corpo interessa la regione cardiaca. b) Nel paziente cateterizzato tutta la corrente che entra nel corpo attraversa il cuore.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

Nel paziente cateterizzato, tutte le linee di corrente attraversano il muscolo cardiaco, dovendosi richiudere nell'elettrodo o nel catetere posti all'interno del cuore.

L'intera massa cardiaca è così sollecitata dal passaggio di corrente.

Non lo è, per di più, in modo uniforme: le linee di corrente si addensano nella regione dove è applicato l'elettrodo, determinandovi un'elevata densità di corrente; in tali condizioni le probabilità che si inneschi la fibrillazione aumentano considerevolmente.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

Da esperimenti condotti si può accettare quale valore ragionevolmente non pericoloso il valore di $10 \div 20 \mu A$.

È questo un valore di corrente estremamente piccolo, mille volte più piccolo del limite di pericolosità relativo a condizioni normali.

Se ne deduce, come conseguenza immediata, che il paziente cateterizzato è mille volte più vulnerabile alla corrente elettrica del soggetto normale.

Correnti superiori ai valori sopra indicati, quasi impercettibili per il soggetto comune, possono risultare viceversa mortali per il paziente.

Di qui la necessità di predisporre misure di sicurezza straordinarie ovvero equipotenzialità delle masse e sistemi IT-M (trasformatori di isolamento)

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

Il massimo rischio elettrico, di cui il **microshock**, è l'espressione più tipica, si verifica in camera operatoria e annessi locali di anestesia, nelle sale di cateterizzazione cardiaca, nelle unità coronariche, nei locali per sorveglianza e cura intensiva.

In questi locali deve essere conseguita la massima equipotenzialità tra tutte le masse e le masse estranee, direttamente o indirettamente accessibili al paziente e installare un trasformatore di isolamento.

Se, con riferimento al **microshock**, si considerano pericolose correnti di $10 \div 20 \mu\text{A}$ e se si assume come resistenza del corpo umano $500 \div 1000 \Omega$, ne consegue una tensione limite di sicurezza di circa 10 mV.

Per conseguire l'equipotenzialità, le masse e le masse estranee vanno connesse localmente in un unico punto (nodo equipotenziale).

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

In tal modo un guasto d'isolamento in un apparecchio esterno all'insieme equipotenziale non ha conseguenza alcuna, Fig. 17.4 a).

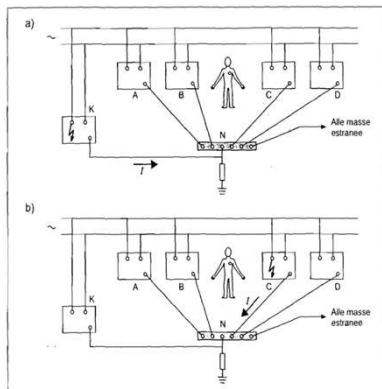


Fig. 17.4

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind. Antonio Florida

Un guasto a terra, in uno degli apparecchi connessi al nodo equipotenziale, determinerebbe però una differenza di potenziale, nei confronti degli altri apparecchi, pari al prodotto della corrente di guasto per la resistenza del tratto di conduttore di protezione compreso tra l'apparecchio e il nodo equipotenziale, Fig. 17.4 b).

Ad esempio una corrente di guasto di 10 A, su una resistenza di $0,1 \Omega$, darebbe origine a condizioni di pericolo mortale per il paziente.

Per ovviare all'inconveniente gli apparecchi vanno alimentati tramite un **trasformatore d'isolamento**, Fig. 17.5. In tal modo, le correnti di primo guasto a terra sono prevalentemente capacitive e, se il circuito non è esteso (ad es. il trasformatore alimenta uno o, tutt'al più, due locali) sono molto piccole, dell'ordine di alcuni milliampere. **Divengono così trascurabili al primo guasto a terra le cadute di tensione sui conduttori di protezione.**

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

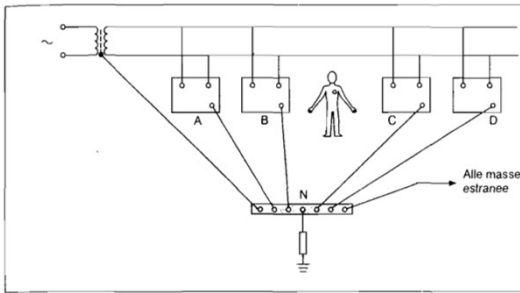
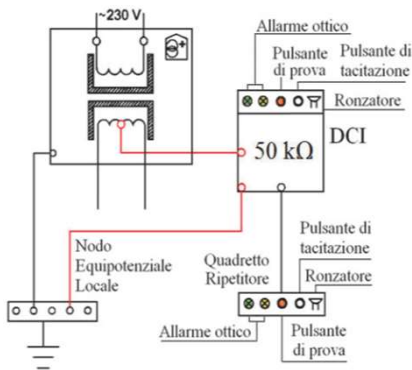


Fig. 17.5 - Il trasformatore d'isolamento, riducendo la corrente di guasto a terra, migliora la sicurezza del paziente contro il microshock e garantisce la continuità del servizio in caso di guasto a terra.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

Circuito di controllo isolamento del sistema IT-M



Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

Supponendo $U = 25 \text{ V}$ affinché la corrente non superi $50 \mu\text{A}$ (limite della corrente di dispersione nel paziente al primo guasto, tabella 17.A) deve essere $R_E > 0,5 \text{ M}\Omega$.

Una parte metallica che presenti verso terra una resistenza inferiore a $0,5 \text{ M}\Omega$ è da considerare, ai fini della protezione contro il **micronshock**, una massa estranea.

Il limite di $50 \mu\text{A}$ per correnti di dispersione nel paziente negli apparecchi di tipo CF può sembrare eccessiva rispetto ai limiti di pericolosità di $10 \div 20 \mu\text{A}$ precedentemente indicati, ma va tenuto conto che è misurata come se l'apparecchio fosse alimentato direttamente dalla rete. In realtà il trasformatore Isolamento limita ulteriormente la corrente di dispersione, salvo in presenza di un primo guasto a terra, che deve essere però eliminato nel più breve tempo possibile, compatibilmente con le condizioni di servizio.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

Apparecchi elettromedicali di classe II e III destinati ai locali con pericolo di microshock **sono a volte dotati dal costruttore di un morsetto di equipotenzialità, il quale va collegato al nodo equi potenziale del locale.** CEI 62-5 II° apparecchi elettromedicali



Apparecchio elettromedicale - tipo B



Apparecchio elettromedicale - tipo BF



Apparecchio elettromedicale - tipo CF

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

Tabella 17.A - Valori ammissibili delle correnti di dispersione (mA) per apparecchi elettromedicali

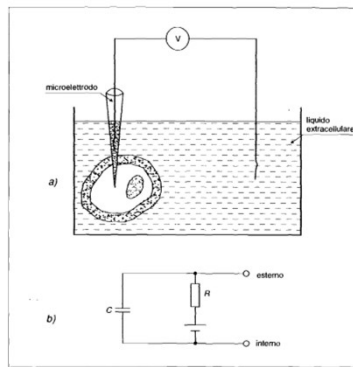
Corrente di dispersione	Condizioni	Parte applicata		
		B	BF	CF
verso terra	normali di primo guasto	5 10	5 10	5 10
sull'involucro	normali di primo guasto	0,1 0,5	0,1 0,5	0,1 0,5
nel paziente	normali di primo guasto	0,1 0,5	0,1 0,5	0,01 0,05

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

Effetti della corrente elettrica sull'uomo

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

Nelle cellule del sistema nervoso centrale dei mammiferi, il potenziale di riposo assume indicativamente il valore di -70 mV



Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

Se ad una cellula eccitabile, ad esempio del sistema nervoso o del tessuto muscolare, si applica un impulso di corrente di polarità inversa a quella della cellula (impulso depolarizzante), di durata e ampiezza adeguati, il potenziale della cellula da negativo diviene positivo per poi ritornare al valore primitivo, secondo l'andamento tipico di Fig. 3.2.

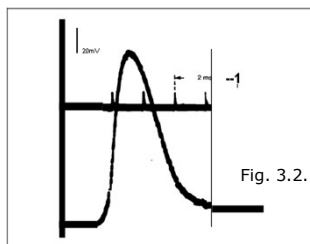


Fig. 3.2.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

L'andamento del potenziale è la registrazione dello stato di eccitamento della cellula e, prende il nome di potenziale d'azione.

Lo stimolo, rappresentato dall'impulso elettrico, aumenta di $500 \div 1000$ volte la permeabilità della membrana agli ioni sodio; l'ingresso di questi ioni positivi depolarizza la cellula, nel senso che annulla la differenza di potenziale tra interno ed esterno, fino ad invertirne la polarità.

Lo stimolo eccita la cellula solo se ha un'intensità sufficiente in relazione al tempo per cui permane. L'intensità minima I dell'impulso di durata t capace di produrre l'eccitamento è data dall'espressione:

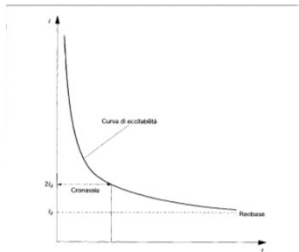
$$I = \frac{I_0}{1 - e^{-t/H}}$$

I_0 e H sono costanti tipiche della cellula.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Florida

Il Termine I_0 rappresenta la minima intensità dello stimolo capace di produrre l'eccitamento della cellula se applicato per un tempo indefinito: chiamato reobase.

Per individuare la curva si fa riferimento al tempo minimo per cui deve essere applicato uno stimolo di ampiezza $2I_0$ per produrre l'eccitamento ovvero **Cronassia**.



la cellula è sensibile in prima approssimazione alla quantità di carica elettrica $I \cdot t$ scambiata tra interno ed esterno della cellula stessa. Se l'impulso, per durata e intensità, si trova al disotto della curva di eccitabilità la cellula rimane allo stato di riposo.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

se viceversa l'impulso cade al di sopra della curva si innesca il potenziale d'azione.

La curva di eccitabilità si riferisce a stimoli sufficientemente distanziati nel tempo; se gli stimoli sono ravvicinati la cellula non risponde a tutti gli stimoli o risponde solo parzialmente.

In altre parole la cellula, una volta eccitata, non risponde più per un certo tempo a nessuno stimolo; poi risponde solo a stimoli più intensi di quelli che ne producono l'eccitamento allo stato di riposo, e solo dopo un certo tempo, detto periodo refrattario, risponde agli stimoli secondo la curva di eccitabilità.

I segnali vengono trasmessi tramite la propagazione del potenziale d'azione lungo l'assone (prolungamento del neurone).

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

Tramite questa particolare attività elettrica il sistema nervoso controlla la contrazione e l'estensione di un muscolo, il battito del cuore, la respirazione, ecc., e comunica con il mondo esterno: gli stimoli sensoriali (ottici, olfattivi, acustici, tattili e gustativi) vengono tramutati dai recettori in stimoli elettrici, trasmessi al sistema nervoso centrale e decodificati.

Nulla da meravigliarsi quindi che correnti elettriche esterne, sommandosi alle piccole correnti fisiologiche interne, possano alterare le funzioni vitali dell'organismo, fino a provocare effetti letali.

Dalla curva di eccitabilità della singola cellula si comprende perché una corrente ad alta frequenza sia meno pericolosa di una corrente a bassa frequenza. Al crescere della frequenza f aumenta quindi l'intensità dello stimolo necessario per produrre l'eccitamento. Con l'elettrobisturi si applicano sul paziente correnti elevate, a frequenza di alcuni megahertz, senza pericolo di folgorazione.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

La soglia di sensibilità (percezione), cioè il minimo valore di corrente che produce una sensazione, è all'incirca di $45 \mu\text{A}$ (elettrodi appoggiati sulla lingua, l'organo più sensibile alla corrente elettrica, ad un centimetro di distanza).

Un po' meno sensibili sono le altre parti del corpo umano; sui polpastrelli delle dita si hanno valori di soglia di $0,5 \text{ mA}$ (valore efficace) a $50 \div 100 \text{ Hz}$ e 2 mA in corrente continua.

La corrente elettrica produce un'azione diretta sui vasi sanguigni, sul sangue, sulle cellule nervose (stato di shock); può determinare alterazioni permanenti nel sistema cardiaco (aritmie, lesioni al miocardio, alterazioni permanenti di conduzione), nell'attività cerebrale (modificazione dell'elettroencefalogramma) e nel sistema nervoso centrale; può arrecare danni all'apparato uditivo, a quello visivo, ecc.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

I fenomeni principali che contribuiscono a definire i limiti di pericolosità, sono fondamentalmente quattro:

- tetanizzazione;
- arresto della respirazione;
- fibrillazione ventricolare;
- ustioni.

Se la frequenza degli stimoli sorpassa un certo limite, gli effetti si fondono (tetano fuso), il muscolo è portato alla contrazione completa e in questa posizione permane finché non cessano gli stimoli, dopo di che lentamente ritorna allo stato di riposo, Fig. 3.4 d).

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

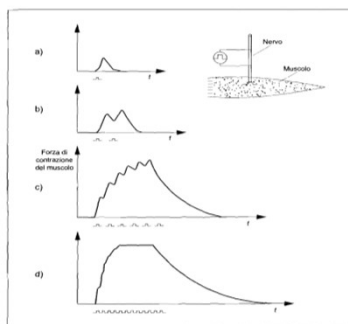


Fig. 3.4 - Effetti sul muscolo di più stimoli elettrici applicati al nervo (stimolazione neuromuscolare).

Mediamente, la corrente di rilascio in corrente alternata a $50 \div 100 \text{ Hz}$ vale circa 10 mA per le donne e 15 mA per gli uomini. In corrente continua i limiti sono più elevati e imprecisi ($100 \div 300 \text{ mA}$). La corrente continua è meno pericolosa rispetto alla corrente alternata.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

Correnti superiori ai limiti sopra indicati per la corrente di rilascio producono nell'fortunato difficoltà di respirazione e segni di asfissia: il passaggio della corrente determina una contrazione dei muscoli addetti alla respirazione o una paralisi dei centri nervosi che sovrintendono alla funzione respiratoria; se la corrente perdura, l'fortunato perde conoscenza e può morire soffocato.

È necessario soprattutto intervenire immediatamente dopo l'fortunio, entro 3÷4 minuti al massimo, per evitare l'asfissia dell'fortunato e lesioni irreversibili al tessuto cerebrale.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

Fibrillazione ventricolare

Il muscolo cardiaco (miocardio) si contrae ritmicamente 60/100 volte al minuto e sostiene, al pari di una pompa, la circolazione sanguigna nei vasi. La contrazione delle fibre muscolari è prodotta da impulsi elettrici provenienti da un particolare centro - il nodo senoatriale - posto nella parte superiore dell'atrio destro. È questo un vero e proprio generatore biologico di impulsi elettrici che comandano il cuore.

Tramite il tessuto specifico di conduzione (fascio di His, fibre di Purkinje) gli impulsi di comando provenienti dal nodo senoatriale vengono trasmessi al muscolo cardiaco. L'impulso raggiunge quindi il nodo atrioventricolare, dal quale si diparte il fascio di His che conduce lo stimolo alle fibre muscolari dei ventricoli (fibrille); **queste si contraggono e producono così la sistole ventricolare che spinge il sangue nel sistema arterioso, Fig. 3.6.**

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

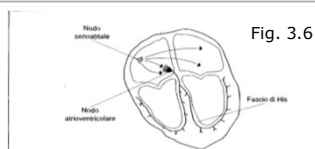


Fig. 3.6

Fig. 3.6 - Dal nodo senoatriale parte l'impulso elettrico che determina la contrazione del cuore. Il nodo atrioventricolare raccoglie l'impulso e lo trasmette, tramite il fascio di His, ai ventricoli.

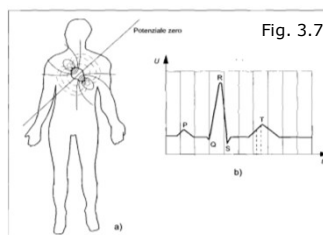
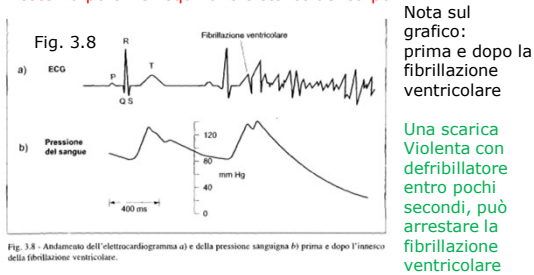


Fig. 3.7

All'attività del cuore corrisponde il campo elettrico di Fig. 3.7 a). Con un millivoltmetro si può misurare direttamente la differenza di potenziale che si stabilisce tra parti diverse del corpo durante il ciclo cardiaco. La curva $U = U(t)$ è del tipo indicato in Fig. 3.7 b) (elettrocardiogramma).

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

Se alle normali correnti elettriche fisiologiche si sovrappone una corrente elettrica, di origine esterna, enormemente più grande, è facile immaginare quale scompiglio tale azione esterna porti nell'equilibrio elettrico del corpo.



Nota sul grafico: prima e dopo la fibrillazione ventricolare

Una scarica Violenta con defibrillatore entro pochi secondi, può arrestare la fibrillazione ventricolare

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche per. ind. Antonio Florida

Esiste un breve intervallo di tempo nel ciclo cardiaco nel quale il ventricolo è elettricamente instabile. Se gli stimoli sono applicati in questa particolare fase del ciclo cardiaco la probabilità che si inneschi la fibrillazione ventricolare aumenta notevolmente.

Tale intervallo di tempo, indicato con linee tratteggiate in Fig. 3.7 b) prende il nome di periodo vulnerabile e grosso modo cade all'inizio dell'onda T dell'elettrocardiogramma.

Elevati valori di corrente non provocano in genere la fibrillazione ventricolare. Possono non avere effetto, possono determinare l'arresto del cuore o indurre alterazioni organiche permanenti nel sistema cardiaco.

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche per. ind. Antonio Florida

Ustioni da corrente elettrica

Il passaggio di corrente elettrica su una resistenza è accompagnato da sviluppo di calore per effetto Joule; il corpo umano non fa eccezione a questa regola generale. L'aumento di temperatura dipende dal quadrato della densità di corrente e dal tempo per cui la corrente fluisce attraverso il corpo umano.

Si consideri un volume di tessuto biologico omogeneo di sezione costante S , lunghezza l e resistività ρ , attraversato da una corrente I per un tempo Δt . Se si suppone il fenomeno adiabatico, trascurabili le perdite dielettriche e le variazioni della resistività ρ con la temperatura, il bilancio termico vale:

$$c s l \Delta\theta = \rho \frac{l}{S} I^2 \Delta t$$

dove c è il calore specifico medio riferito all'unità di volume e $\Delta\theta$ l'aumento di temperatura.

Settore Risorse Tecniche e Tecnologiche per. ind. Antonio Florida

Da cui:

$$\Delta\theta = \frac{\rho}{c} \left(\frac{I}{S} \right)^2 \Delta t$$

L'aumento di temperatura dipende dal quadrato della densità di corrente e dal tempo per cui la corrente fluisce attraverso il corpo umano.

Alle alte tensioni gli effetti termici della corrente sono predominanti sugli altri effetti deleteri; lo sviluppo di calore provoca estese distruzioni di tessuti superficiali e profondi, la rottura di arterie con conseguenti emorragie, la distruzione di centri nervosi, ecc.

Le ustioni da folgorazione sono le più profonde e le più difficili da guarire. Quando le ustioni sono estese la morte sopravviene spesso per insufficienza renale.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

Cenni sul DM 37/2008

E' il Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

1. Il presente decreto si applica agli impianti posti al servizio degli edifici, indipendentemente dalla destinazione d'uso, collocati all'interno degli stessi o delle relative pertinenze. Se l'impianto è connesso a reti di distribuzione si applica a partire dal punto di consegna della fornitura.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

2. Gli impianti di cui al comma 1 sono classificati come segue:

- a) impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione, utilizzazione dell'energia elettrica, impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, nonché gli impianti per l'automazione di porte, cancelli e barriere;
- b) impianti radiotelevisivi, le antenne e gli impianti elettronici in genere;
- c) impianti di riscaldamento, di climatizzazione, di condizionamento e di refrigerazione di qualsiasi natura o specie, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e delle condense, e di ventilazione ed aerazione dei locali;
- d) impianti idrici e sanitari di qualsiasi natura o specie;
- e) impianti per la distribuzione e l'utilizzazione di gas di qualsiasi tipo, comprese le opere di evacuazione dei prodotti della combustione e ventilazione ed aerazione dei locali;
- f) impianti di sollevamento di persone o di cose per mezzo di ascensori, di montacarichi, di scale mobili e simili;
- g) impianti di protezione antincendio.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

Il progetto per l'installazione, trasformazione e ampliamento, è redatto da un professionista iscritto agli albi professionali secondo le specifiche competenze tecniche richieste, nei seguenti casi:

- a) impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera a), per tutte le utenze condominiali e per utenze domestiche di singole unità abitative aventi potenza impegnata superiore a 6 kw o per utenze domestiche di singole unità abitative di superficie superiore a 400 mq;
- b) impianti elettrici realizzati con lampade fluorescenti a catodo freddo, collegati ad impianti elettrici, per i quali è obbligatorio il progetto e in ogni caso per impianti di potenza complessiva maggiore di 1200 VA resa dagli alimentatori;

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

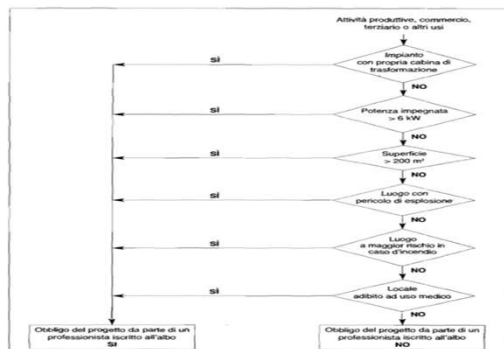
- c) impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera a), relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi, quando le utenze sono alimentate a tensione superiore a 1000 V, inclusa la parte in bassa tensione, o quando le utenze sono alimentate in bassa tensione aventi potenza impegnata superiore a 6 kw o qualora la superficie superi i 200 mq;
- d) impianti elettrici relativi ad unità immobiliari provviste, anche solo parzialmente, di ambienti soggetti a normativa specifica del CEI, in caso di locali adibiti ad uso medico o per i quali sussista pericolo di esplosione o a maggior rischio di incendio, nonché per gli impianti di protezione da scariche atmosferiche in edifici di volume superiore a 200 mc;
- e) impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera b), relativi agli impianti elettronici in genere quando coesistono con impianti elettrici con obbligo di progettazione;

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

- f) impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera c), dotati di canne fumarie collettive ramificate, nonché impianti di climatizzazione per tutte le utilizzazioni aventi una potenzialità frigorifera pari o superiore a 40.000 frigoriferi/ora;

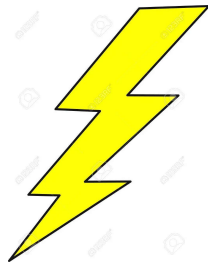
- g) impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera e), relativi alla distribuzione e l'utilizzazione di gas combustibili con portata termica superiore a 50 kw o dotati di canne fumarie collettive ramificate, o impianti relativi a gas medicali per uso ospedaliero e simili, compreso lo stoccaggio;
- h) impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera g), se sono inseriti in un'attività soggetta al rilascio del certificato prevenzione incendi e, comunque, quando gli idranti sono in numero pari o superiore a 4 o gli apparecchi di rilevamento sono in numero pari o superiore a 10.

Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia



Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia

Grazie per l'attenzione !



Settore Risorse Tecniche e
Tecnologiche per. ind.
Antonio Floridia