

## LA COMBUSTIONE

È una **reazione chimica** di una sostanza **combustibile** con un **comburente** che da luogo allo sviluppo di **calore, fiamma, gas, fumo e luce**.

Può avvenire **con o senza sviluppo di fiamme superficiali**.

Solitamente il **comburente** è l'**ossigeno contenuto nell'aria**.



Pag. 2 di 183

## IL TRIANGOLO DEL FUOCO

La combustione può essere rappresentata da un **triangolo** i cui lati sono costituiti da:

- **Combustibile**
- **Comburente**
- **Sorgente di calore**



Solo la **contemporanea presenza** di questi 3 elementi dà luogo all'incendio.

Al mancare di almeno uno di essi l'incendio si spegne.

Pag. 3 di 183

## Sistemi per lo spegnimento dell'incendio:

### Esaurimento del combustibile:

allontanamento o separazione della sostanza combustibile dal focolaio d'incendio;



### Soffocamento:

separazione del comburente dal combustibile o riduzione della concentrazione di comburente;



### Raffreddamento:

sottrazione di calore fino ad ottenere una temperatura inferiore a quella necessaria al mantenimento della combustione.



Pag. 4 di 183

## Azione Chimica:

Oltre ai 3 sistemi visti, esiste anche l'**azione chimica** di estinzione (azione anticatalitica o catalisi negativa).

Sono sostanze che **inibiscono il processo della combustione** (es. halon, polveri).

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**.

Normalmente per lo spegnimento di un incendio si utilizza una **combinazione** delle operazioni di **esaurimento del combustibile**, di **soffocamento**, di **raffreddamento** e di **azione chimica**.



Pag. 5 di 183

## LA CLASSIFICAZIONE DEI FUOCHI

Gli incendi vengono distinti in 5 classi.

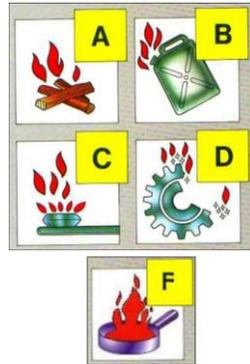
classe A Fuochi da materiali solidi.

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).



Pag. 6 di 183

### Classe A Fuochi da materiali solidi

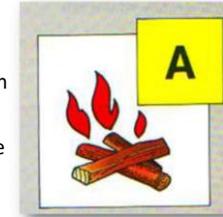
*legname, carboni, carta, tessuti, trucioli, pelli, gomma e derivati la cui combustione genera braci*

Può presentarsi in 2 forme:

- combustione viva con fiamme
- combustione lenta senza fiamme, con formazione di braci incandescenti.

L'acqua, la schiuma e la polvere sono le sostanze estinguenti più utilizzate.

L'agente estinguente migliore è l'acqua, che agisce per raffreddamento.



Pag. 7 di 183

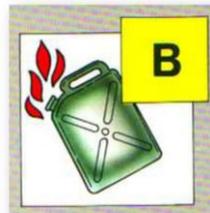
### Classe B Fuochi da liquidi

*idrocarburi, benzine, alcoli, solventi, oli minerali, grassi, eteri*

Gli estinguenti più utilizzati sono costituiti da schiuma, polvere e CO<sub>2</sub>.

L'agente estinguente migliore è la schiuma che agisce per soffocamento.

È controindicato l'uso di acqua a getto pieno (può essere utilizzata acqua con getto frazionato o nebulizzato).



Pag. 8 di 183

### Classe C Fuochi da gas

*metano, G.P.L., idrogeno, acetilene, butano, propano*

L'intervento principale è quello di bloccare il flusso di gas chiudendo la valvola di intercettazione o otturando la falla.

Esiste il rischio di esplosione se un incendio di gas viene estinto prima di intercettare il gas.

L'acqua è consigliata solo a getto frazionato o nebulizzato per raffreddare i tubi o le bombole coinvolte.

Sono utilizzabili le polveri polivalenti.



Pag. 9 di 183

**Classe  
D**

**Fuochi da metalli**  
*alluminio, magnesio, sodio, potassio*

Nessuno degli estinguenti normalmente utilizzati per gli incendi di classe A e B è idoneo per incendi di metalli.

Occorre utilizzare **polveri speciali** ed operare con **personale particolarmente addestrato**.

Sono particolarmente difficili da estinguere data la loro **altissima temperatura**.

Gli **altri agenti estinguenti (compresa l'acqua)** sono da evitare in quanto possono causare esplosioni.



Pag. 10 di 183

**Classe  
F**

**Fuochi che interessano mezzi di cottura**  
*Olio da cucina e grassi vegetali o animali*

È riferita ai fuochi di **oli combustibili di natura vegetale e/o animale** quali quelli usati nelle cucine, **in apparecchi di cottura**.

La formula chimica degli oli minerali (idrocarburi fuochi di classe B) **si distingue** da quella degli oli vegetali e/o animali.

Gli estinguenti per classe F spengono per **azione chimica**, effettuando una catalisi negativa.

L'utilizzo di **estintori a polvere** e di estintori a **CO<sub>2</sub>** contro fuochi di **classe F** è considerato **pericoloso**



Pag. 11 di 183

## Ex Classe E

La norma UNI EN 2:2005 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 le **polveri dielettriche** e la **CO<sub>2</sub>**.



**Non devono essere usati acqua e schiuma.**



Pag. 12 di 183



## FIAMME

Sono costituite dall'**emissione di luce** dovuta alla combustione di gas.

Nell'**incendio di combustibili gassosi** è possibile valutare approssimativamente il valore raggiunto dalla temperatura di combustione dal **colore della fiamma**:

Colore della fiamma

- Rosso nascente
- Rosso scuro
- Rosso ciliegia
- Giallo scuro
- Giallo chiaro
- Bianco
- Bianco abbagliante

Temp. (°C)



525  
700  
900  
1100  
1200  
1300  
1500



Scala cromatica delle temperature nella combustione dei gas

Pag. 13 di 183

## I PARAMETRI FISICI DELLA COMBUSTIONE

La combustione è caratterizzata da numerosi **parametri fisici e chimici**, i principali dei quali sono i seguenti:

- Temperatura di accensione
- Temperatura teorica di combustione
- Aria teorica di combustione
- Potere calorifico
- Temperatura di infiammabilità
- Limiti d'infiammabilità e di esplosibilità



Pag. 14 di 183

## COMBUSTIONE DELLE SOSTANZE SOLIDE, LIQUIDE E GASSOSE

### LA COMBUSTIONE DELLE SOSTANZE SOLIDE

**Parametri** che caratterizzano la combustione delle sostanze solide:

**Pezzatura e forma** (pezzature di piccola taglia e forme irregolari favoriscono la combustione);

**Porosità** (la maggiore porosità favorisce la combustione);

**Elementi** che compongono la sostanza (la presenza di elementi combustibili favorisce la combustione);

**Umidità** (la maggiore umidità non favorisce la combustione);

**Ventilazione** (la maggiore ventilazione favorisce la combustione).

Pag. 15 di 183

## TEMPERATURA DI ACCENSIONE O AUTOACCENSIONE (°C)

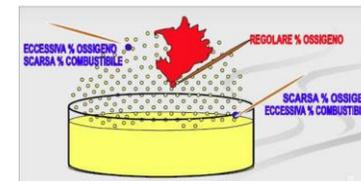
La minima temperatura alla quale la **miscela combustibile - comburente** inizia a **bruciare spontaneamente** in modo continuo senza ulteriore apporto di calore o di energia dall'esterno.

| Sostanze        | Temperatura di accensione (°C)<br>valori indicativi | Sostanze        | Temperatura di accensione (°C)<br>valori indicativi |
|-----------------|---|-----------------|---|
| Acetone         | 540   | Carta           | 230   |
| Benzina         | 250   | Legno           | 220-250   |
| Gasolio         | 220   | Gomma sintetica | 300   |
| Idrogeno        | 560   | Metano          | 537   |
| Alcool metilico | 455   |                 |   |

Pag. 16 di 183

## TEMPERATURA DI INFIAMMABILITÀ (°C)

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



| Sostanze          | Temp. di infiammabilità (°C) |
|-------------------|------------------------------|
| gasolio           | 65                           |
| acetone           | -18                          |
| benzina           | -20                          |
| alcool metilico   | 11                           |
| alcool etilico    | 13                           |
| toluolo           | 4                            |
| olio lubrificante | 149                          |
| kerosene          | 37                           |

Pag. 17 di 183

### CLASSIFICAZIONE DEI LIQUIDI INFIAMMABILI

L'indice della maggiore o minore combustibilità è fornito dalla temperatura di infiammabilità ( $T_{INF}$ ).



Categoria A:  
 $T_{INF} < 21^{\circ}\text{C}$



Categoria B:  $T_{INF}$   
tra  $21^{\circ}\text{C}$  e  $65^{\circ}\text{C}$



Categoria C:  
 $T_{INF} > 65^{\circ}\text{C}$

| SOSTANZE          | Temperatura di infiammabilità ( $^{\circ}\text{C}$ ) | Categoria |
|-------------------|--|-----------|
| Gasolio           | 65   | C         |
| Acetone           | -18  | A         |
| Benzina           | -20  | A         |
| Alcool metilico   | 11   | A         |
| Alcool etilico    | 13   | A         |
| Toluolo           | 4  | A         |
| Olio lubrificante | 149  | C         |
| Kerosene          | 37   | B         |
| Petrolio greggio  | 20   | A         |

$T_{INF}$  tra  $65^{\circ}\text{C}$  e  $125^{\circ}\text{C}$  (oli combustibili)  
 $T_{INF} > 125^{\circ}\text{C}$  (oli lubrificanti)

Pag. 18 di 183

### LIMITI DI INFIAMMABILITÀ (% in volume)

Individuano il **campo di infiammabilità** all'interno del quale si ha, in caso d'innesco, l'accensione e la propagazione della fiamma.

#### ➤ Limite inferiore di infiammabilità:

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:

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.

| SOSTANZE  | Campo di infiammabilità (% in volume) |           |
|-----------|---------------------------------------|-----------|
|           | inferiore                             | superiore |
| Acetone   | 2,5                                   | 13        |
| Ammoniaca | 15                                    | 18        |
| Benzina   | 1                                     | 6,5       |
| Gasolio   | 0,6                                   | 6,5       |
| Idrogeno  | 4                                     | 75,6      |
| Metano    | 5                                     | 15        |
| G.P.L.    | 2                                     | 9         |

Pag. 19 di 183

### LIMITI DI ESPLODIBILITÀ (% in volume)

#### 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.

Sono posizionati all'interno del campo di infiammabilità.



Pag. 20 di 183

### ESPLOSIONE

Rapida espansione di gas, dovuta ad una reazione chimica di combustione, avente come effetto la **produzione di calore**, un'onda d'urto ed un **picco di pressione**.

L'esplosione è detta:

➤ **Deflagrazione** quando la reazione si propaga alla miscela infiammabile non ancora bruciata con una velocità minore di quella del suono;

➤ **Detonazione** se la reazione procede nella miscela con velocità superiore a quella del suono.

Gli effetti distruttivi delle detonazioni sono maggiori rispetto a quelli delle deflagrazioni.



Pag. 21 di 183

### ESPLOSIONE

Un'esplosione può aver luogo quando gas, vapori o anche polveri infiammabili (es. segatura di legno, farina, ecc.), entro il loro campo di esplosività, vengono innescati da una fonte di innesco di sufficiente energia.

In particolare in un ambiente chiuso saturo di gas, vapori o polveri l'aumento della temperatura dovuto al processo di combustione sviluppa un aumento di pressione che può arrivare fino ad 8 volte la pressione iniziale.

Il modo migliore di proteggersi dalle esplosioni sta nel prevenire la formazione di miscele infiammabili nel luogo ove si lavora, in quanto è estremamente difficoltoso disporre di misure che fronteggiano gli effetti delle esplosioni come è invece possibile fare con gli incendi.



Pag. 22 di 183

### LA COMBUSTIONE DEI GAS INFIAMMABILI

Nelle applicazioni civili ed industriali i gas sono contenuti in recipienti (serbatoi, bombole, ecc.).



I gas possono essere classificati in funzione delle loro

- Caratteristiche fisiche (densità)
- Modalità di conservazione.



Pag. 23 di 183

Densità di un gas o vapore:

Rapporto tra il peso della sostanza allo stato di gas o vapore e quello di un ugual volume di aria a pressione e temperatura ambiente. Fornisce informazioni sulla propagazione dei gas o vapori dopo l'emissione accidentale.

| GAS                | Densità |
|--------------------|---------|
| Acetilene          | 0,90    |
| Ammoniaca          | 0,59    |
| Cloro              | 1,47    |
| Gasolio            | 3,4     |
| Idrogeno           | 0,07    |
| Metano             | 0,55    |
| Idrogeno solforato | 1,19    |
| GPL                | 1,9     |
| Ossido di carbonio | 0,97    |

Densità di alcuni gas

Pag. 24 di 183

### CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLE CARATTERISTICHE FISICHE (DENSITA')

#### GAS LEGGERO

Gas avente densità rispetto all'aria inferiore a 0,8 (metano, idrogeno, ecc.)

Un gas leggero quando liberato dal proprio contenitore tende a stratificare verso l'alto.



Pag. 25 di 183

### GAS PESANTE

Gas avente **densità** rispetto all'aria **superiore a 0,8** (G.P.L., acetilene, etc.)

Un gas pesante quando liberato dal proprio contenitore **tende** a stratificare ed a **permanere nella parte bassa** dell'ambiente o a penetrare in cunicoli o aperture presenti a livello del piano di calpestio.



Pag. 26 di 183

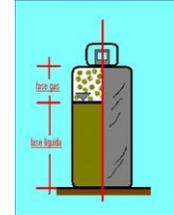
### GAS LIQUEFATTO

Gas che per le sue caratteristiche chimico-fisiche **può essere liquefatto a temperatura ambiente mediante compressione** (GPL, butano, propano, ammoniaca, cloro).

Il vantaggio consiste nella possibilità di detenere grossi quantitativi di prodotto in spazi contenuti:

**Un litro di gas liquefatto** può sviluppare nel passaggio di fase fino a **800 litri di gas**.

I contenitori debbono garantire **una parte del volume** geometrico sempre **libera dal liquido** per consentire allo stesso l'equilibrio con la propria fase vapore.



Pag. 27 di 183

### LE SOSTANZE ESTINGUENTI

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

Tali azioni possono essere ottenute **singolarmente o contemporaneamente**.

È fondamentale conoscere le **proprietà** e le modalità d'uso delle principali **sostanze estinguenti**.



Pag. 28 di 183

Sostanze estinguenti normalmente utilizzate:

- Acqua
- Schiuma
- Polveri
- Gas inerti
- Idrocarburi alogenati (HALON)
- Agenti estinguenti alternativi all'halon

|   | Acqua | Schiuma | Polveri | Gas inerti | Idrocarburi alogenati (HALON) | Agenti estinguenti alternativi all'halon |
|---|-------|---------|---------|------------|-------------------------------|--|
| A | ✓     | ✓       | ✓       | ✗          | ✓                             | ✗  |
| B | ✗     | ✓       | ✓       | ✓          | ✗                             | ✗  |
| C | ✗     | ✗       | ✓       | ✗          | ✗                             | ✗  |
| D | ✗     | ✗       | ✗       | ✗          | ✗                             | ✓  |

Pag. 29 di 183

### ESTINGUENTI IN ORDINE DI EFFICACIA PER CIASCUNA CLASSE DI FUOCO

| Descrizione  | Classe di fuoco   | 1° estinguente | 2° estinguente | 3° estinguente  | 4° estinguente    |
|--|---|----------------|----------------|-----------------|-------------------|
| Legno, cartone, carta, plastica, pvc, tessuti, moquette        |  | acqua          | polvere        | HALON           | schiuma           |
| Benzina, petrolio, gasolio, lubrificanti, oli, alcol, solventi |  | schiuma        | polvere        | HALON           | CO <sub>2</sub>   |
| Metano, G.P.L., gas naturale                                   |  | polvere        | halon          | CO <sub>2</sub> | Acqua nebulizzata |

Pag. 30 di 183

### ACQUA

È la sostanza **estinguente principale** per la **facilità** con cui può essere reperita.

Azione estinguente:

- Raffreddamento;
- Soffocamento per sostituzione dell'ossigeno con il vapore acqueo;
- Diluizione di sostanze;
- Imbevimento dei combustibili solidi.



Idonea per incendi di **combustibili solidi (classe A)**.

Non deve essere utilizzata su apparecchiature elettriche.



Pag. 31 di 183

### SCHIUME

Costituite da una **soluzione in acqua di un liquido schiumogeno**, che per effetto della pressione di un gas fuoriesce dall'estintore e passa all'interno di una lancia dove si mescola con aria e forma la schiuma.

L'azione estinguente avviene per **Soffocamento (separazione del combustibile dal comburente)** e per raffreddamento in minima parte.

 Idonee per incendi di **liquidi infiammabili (classe B)**.

Non è utilizzabile su **apparecchiature elettriche** e sui fuochi di classe D.



Pag. 32 di 183

### SCHIUME AD ALTA, MEDIA E BASSA ESPANSIONE

In base al **rapporto tra il volume della schiuma prodotta e la soluzione acqua-schiumogeno d'origine**, le schiume si distinguono in:

- Alta espansione 1:500 – 1:1000
- Media espansione 1:30 – 1:200
- Bassa espansione 1:6 – 1:12



Pag. 33 di 183

## POLVERI



Sono costituite da **particelle solide finissime** a base di bicarbonato di sodio, potassio, fosfati e sali organici.

L'azione estinguente è di tipo **chimico** (inibizione tramite catalisi negativa), di **raffreddamento** e di **soffocamento**.



Possono essere utilizzate su **apparecchiature elettriche** in tensione.

Possono **danneggiare** apparecchiature e macchinari.



Pag. 34 di 183

## GAS INERTI

È utilizzata principalmente l'**Anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)**.

La presenza nell'aria riduce la concentrazione del comburente fino ad impedire la combustione.

L'anidride carbonica:

- **non è tossica**;
- è **più pesante dell'aria**;
- è **dielettrica** (non conduce elettricità);
- è normalmente conservato come **gas liquefatto**;
- Ha anche un'azione estinguente per **raffreddamento**.



Può essere utilizzata su **apparecchiature elettriche** in tensione.



\* - CORSO PER I LAVORATORI INCARICATI ALLE MANSIONI DI ADDETTO ANTINCENDIO AI SENSI DELL'ART. 37 COMMA 9 DEL D.LGS 9 APRILE 2008, N. 81

183

## IDROCARBURI ALOGENATI

Detti anche **HALON** (HALogenated - hydrocarbON), sono formati da **idrocarburi saturi** in cui gli atomi d'idrogeno sono stati parzialmente o totalmente sostituiti con atomi di **cromo**, **bromo** o **fluoro**.

L'azione estinguente avviene con l'**interruzione chimica della reazione di combustione (catalisi negativa)**.

Sono **efficaci** su incendi in **ambienti chiusi scarsamente ventilati** e l'azione estinguente non danneggia i materiali.

*L'utilizzo è stato abolito dal D.M. Ambiente 3/10/2001 - "Recupero, riciclo, rigenerazione e distribuzione degli halon" emanate per la protezione della fascia di ozono stratosferico.*



Pag. 36 di 183

## AGENTI ESTINGUENTI ALTERNATIVI ALL'HALON

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**.



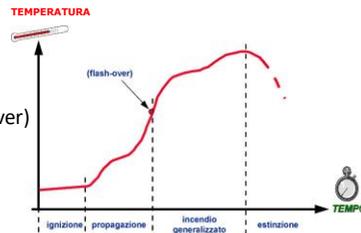
Pag. 37 di 183

## L'INCENDIO REALE

Le fasi sono evidenziate nel diagramma che descrive l'andamento delle temperature nel tempo (curva Temperatura - Tempo).

Nell'evoluzione dell'incendio si possono individuare 4 fasi:

1. Ignizione
2. Propagazione
3. Incendio generalizzato (flash-over)
4. Estinzione e raffreddamento



Pag. 38 di 183

## IGNIZIONE

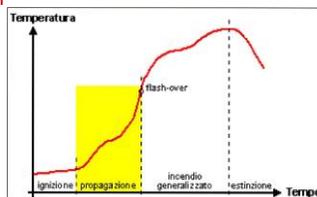
- Infiammabilità del combustibile;
- Possibilità di propagazione della fiamma;
- Grado di partecipazione al fuoco del combustibile;
- Geometria e volume degli ambienti;
- Possibilità di dissipazione del calore nel combustibile;
- Ventilazione dell'ambiente;
- Caratteristiche superficiali del combustibile;
- Distribuzione nel volume del combustibile, punti di contatto.



Pag. 39 di 183

## PROPAGAZIONE

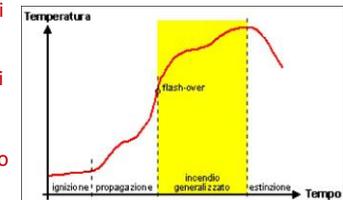
- Produzione dei gas tossici e corrosivi;
- Riduzione di visibilità a causa dei fumi di combustione;
- Aumento della partecipazione alla combustione dei combustibili solidi e liquidi;
- Aumento rapido delle temperature;
- Aumento dell'energia di irraggiamento.



Pag. 40 di 183

## INCENDIO GENERALIZZATO (FLASH-OVER)

- Brusco incremento della temperatura;
- Crescita esponenziale della velocità di combustione;
- Forte aumento di emissioni di gas e di particelle incandescenti, che si espandono e vengono trasportate in senso orizzontale e soprattutto in senso ascensionale; si formano zone di turbolenze visibili;
- I combustibili vicini al focolaio si autoaccendono, quelli più lontani si riscaldano e raggiungono la loro temperatura di combustione con produzione di gas di distillazione infiammabili.

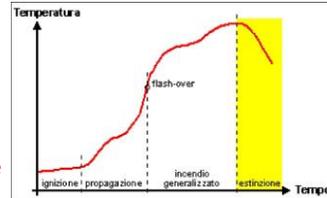


Pag. 41 di 183

## ESTINZIONE E RAFFREDDAMENTO

- L'incendio ha terminato di interessare tutto il materiale combustibile.

- Inizia la fase di decremento delle temperature all'interno del locale a causa del progressivo diminuzione dell'apporto termico residuo e della dissipazione di calore attraverso i fumi e di fenomeni di conduzione termica.



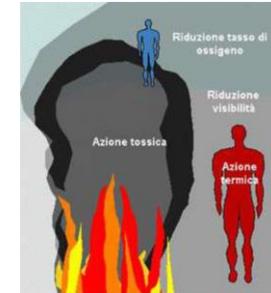
Pag. 42 di 183

## PRINCIPALI EFFETTI DELL'INCENDIO SULL'UOMO

- Anossia (a causa della riduzione del tasso di ossigeno nell'aria)
- Azione tossica dei fumi
- Riduzione della visibilità
- Azione termica

Causati dai prodotti della combustione

- Gas
- Fiamma
- Calore
- Fumo



Pag. 43 di 183

## GAS DI COMBUSTIONE

|                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| ossido di carbonio | (CO)                    |
| anidride carbonica | (CO <sub>2</sub> )      |
| idrogeno solforato | (H <sub>2</sub> S)      |
| anidride solforosa | (SO <sub>2</sub> )      |
| ammoniaca          | (NH <sub>3</sub> )      |
| acido cianidrico   | (HCN)                   |
| acido cloridrico   | (HCl)                   |
| perossido d'azoto  | (NO <sub>2</sub> )      |
| aldeide acrilica   | (CH <sub>2</sub> CHCHO) |
| fosgene            | (COCl <sub>2</sub> )    |

**Principali GAS DI COMBUSTIONE**

ossido di carbonio  
 anidride carbonica  
 idrogeno solforato  
 anidride solforosa  
 acido cianidrico  
 aldeide acrilica  
 fosgene  
 ammoniaca  
 ossido e perossido di azoto  
 acido cloridrico

Pag. 44 di 183

## OSSIDO (o monossido) DI CARBONIO (CO)

Si sviluppa in incendi covanti in ambienti chiusi e in carenza di ossigeno. È il più pericoloso tra i tossici del sangue per l'elevato livello di tossicità e per i notevoli quantitativi sviluppati.



## ANIDRIDE CARBONICA (CO<sub>2</sub>)

Non è un gas tossico. È un gas asfissiante in quanto si sostituisce all'ossigeno dell'aria. Quando determina una diminuzione dell'ossigeno a valori inferiori al 17 % in volume, produce asfissia.

## ACIDO CIANIDRICO (HCN)

Si sviluppa in modesta quantità in incendi ordinari attraverso combustioni incomplete (carenza di ossigeno) di lana, seta, resine acriliche, uretaniche e poliammi-diche. Possiede un odore caratteristico di mandorle amare.

## FOSGENE (COCl<sub>2</sub>)

È un gas tossico che si sviluppa durante le combustioni di materiali che contengono il cloro, come per esempio alcune materie plastiche.

Pag. 45 di 183

## EFFETTI DEL CALORE



Il calore è dannoso per l'uomo per la **disidratazione** dei tessuti, **difficoltà o blocco della respirazione** e **scottature**.  
Una temperatura dell'aria di circa **150 °C** è la **massima sopportabile** sulla pelle per brevissimo tempo.  
Tale valore si abbassa se l'aria è umida, come negli incendi.  
Una temperatura di circa **60 °C** è da **ritenere la massima respirabile per breve tempo**.

### USTIONI

L'irraggiamento genera ustioni sull'uomo che possono essere classificate a seconda della loro profondità in ustioni di I, II e III grado.

|                      |   |
|----------------------|---|
| ustioni di I grado   | superficiali facilmente guaribili                                 |
| ustioni di II grado  | formazione di bolle e vescicole consultazione struttura sanitaria |
| ustioni di III grado | profonde urgente ospedalizzazione                                 |

Pag. 46 di 183

## PREVENZIONE INCENDI

È orientata alla salvaguardia dell'incolumità delle persone ed alla tutela dei beni e dell'ambiente.

Le azioni **Preventive** e **Protettive** non devono essere considerate alternative ma **complementari** tra loro.



Pag. 47 di 183

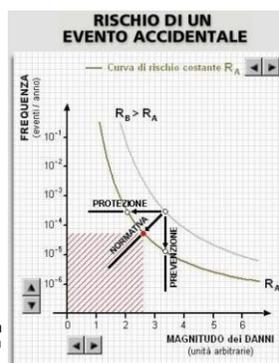
## IL RISCHIO

Il **Rischio (R)** di un evento incidentale (es. incendio) è il prodotto di 2 fattori

- La **Frequenza (F)**, cioè la probabilità che l'evento si verifichi in un determinato intervallo di tempo.
  - La **Magnitudo (M)**, cioè l'entità delle possibili perdite e dei danni conseguenti al verificarsi dell'evento.
- da cui ne deriva la definizione di

$$R = F \times M$$

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



Pag. 48 di 183

## LE SPECIFICHE MISURE DI PREVENZIONE

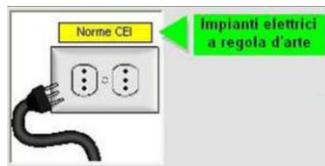
Principali misure di **prevenzione**: (tese alla riduzione della probabilità di accadimento)

- Realizzazione di **impianti elettrici a regola d'arte**. (Norme CEI)
- **Collegamento elettrico a terra** di impianti, strutture, serbatoi ecc.
- Installazione di **impianti parafulmine**.
- **Dispositivi di sicurezza** degli impianti di distribuzione e di utilizzazione delle sostanze infiammabili.
- **Ventilazione** dei locali.
- Utilizzazione di **materiali incombustibili**.
- Adozione di **pavimenti ed attrezzi antiscintilla**.
- **Segnaletica di sicurezza**.

Pag. 49 di 183

### REALIZZAZIONE DI IMPIANTI ELETTRICI A REGOLA D'ARTE

- Misura di prevenzione molto importante.
- Mira alla realizzazione di impianti elettrici a regola d'arte (D.M. sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37, norme CEI) (il D.M. n. 37/08 ha sostituito la legge 46/90).
- Conseguo lo scopo di ridurre le probabilità d'incendio, evitando che l'impianto elettrico costituisca causa d'incendio.



Pag. 50 di 183

### COLLEGAMENTO ELETTRICO A TERRA

La messa a terra di impianti, serbatoi ed altre strutture impedisce che su tali apparecchiature possa verificarsi l'accumulo di cariche elettrostatiche prodottesi per motivi di vario tipo (strofinio, correnti vaganti ecc.).



### INSTALLAZIONE DI IMPIANTI PARAFULMINE

Creano una via preferenziale per la scarica del fulmine a terra evitando che esso possa colpire gli edifici o le strutture che si vogliono proteggere.



Pag. 51 di 183

### DISPOSITIVI DI SICUREZZA DEGLI IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE DI SOSTANZE INFIAMMABILI

Ai fini della prevenzione gli impianti di distribuzione di sostanze infiammabili sono dotati di dispositivi di sicurezza.



### VENTILAZIONE DEI LOCALI

La ventilazione naturale o artificiale di un ambiente dove possono accumularsi gas infiammabili evita che possano verificarsi concentrazioni pericolose.



Pag. 52 di 183

### ACCORGIMENTI COMPORTAMENTALI PER PREVENIRE GLI INCENDI

Le misure precauzionali di esercizio si realizzano attraverso:

- Analisi delle cause di incendio più comuni
- Informazione e Formazione antincendio
- Controlli degli ambienti di lavoro e delle attrezzature
- Manutenzione ordinaria e straordinaria

Pag. 53 di 183

### ANALISI DELLE CAUSE DI INCENDIO PIÙ COMUNI

Il personale deve adeguare i comportamenti ponendo **particolare attenzione** a:

- Deposito e utilizzo di materiali infiammabili e combustibili
- Utilizzo di fonti di calore
- Impianti ed attrezzature elettriche
- Il fumo e l'utilizzo di portacenere
- Rifiuti e scarti di lavorazione combustibili
- Aree non frequentate
- Misure contro gli incendi dolosi

Pag. 54 di 183

### DEPOSITO E UTILIZZO DI MATERIALI INFIAMMABILI E COMBUSTIBILI

Ove possibile, il quantitativo dei materiali infiammabili o facilmente combustibili **limitato a quello strettamente necessario** e tenuto **lontano dalle vie di esodo**.

I **materiali di pulizia** combustibili devono essere tenuti **in appositi ripostigli** o locali.



Pag. 55 di 183

### UTILIZZO DI FONTI DI CALORE (CAUSE DI INCENDIO PIÙ COMUNI)

Impiego e detenzione di **bombole di gas** (anche vuote) utilizzate negli apparecchi di riscaldamento;



Deposito di **materiali combustibili** sopra o in **vicinanza degli apparecchi di riscaldamento**;



Utilizzo di apparecchi in **ambienti non idonei** (presenza di infiammabili, alto carico di incendio etc.);

Utilizzo di apparecchi in **manca di adeguata ventilazione** degli ambienti.



Pag. 56 di 183

### IMPIANTI ED ATTREZZATURE ELETTRICHE

Il personale deve essere istruito sul corretto uso delle attrezzature elettriche in modo da **riconoscere difetti**.

**Le prese multiple non devono essere sovraccaricate** per evitare surriscaldamenti.

In caso di alimentazione provvisoria di un'apparecchiatura, **il cavo elettrico deve avere la lunghezza strettamente necessaria**.

Le **riparazioni elettriche** devono essere effettuate da personale **quali ficato**.



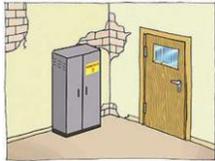
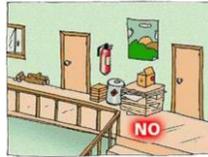
### IL FUMO E L'UTILIZZO DI PORTACENERE

Identificare le aree dove il fumo delle sigarette può costituire pericolo di incendio e disporre il **divieto**.

Pag. 57 di 183

### RIFIUTI E SCARTI DI LAVORAZIONE COMBUSTIBILI

I rifiuti non debbono essere depositati lungo le vie di esodo (corridoi, scale, disimpegni).



### AREE NON FREQUENTATE

Le aree normalmente non frequentate da personale (scantinati, depositi), devono essere tenute libere da materiali combustibili.

### MISURE CONTRO GLI INCENDI DOLOSI

Scarso misure di sicurezza e mancanza di controlli possono consentire accessi non autorizzati e ciò può costituire causa di incendi dolosi.



Pag. 58 di 183

### INFORMAZIONE E FORMAZIONE ANTINCENDIO

È obbligo del datore di lavoro fornire ai lavoratori un'adeguata informazione e formazione (Art. 36 e 37 del D.lgs n. 81/08) al riguardo di:

- Rischi legati all'attività dell'impresa in generale ed alle specifiche mansioni svolte;
- Misure di prevenzione e di protezione incendi adottate;
- Procedure da adottare in caso di incendio.
- I nominativi dei lavoratori incaricati di applicare le misure di prevenzione incendi, lotta antincendi e gestione delle emergenze e pronto soccorso;
- Il nominativo del responsabile e degli addetti del servizio di prevenzione e protezione.

Pag. 59 di 183

## CAPITOLO 2 LA PROTEZIONE ANTINCENDIO

Insieme delle misure finalizzate alla riduzione dei danni. Si suddividono in misure di protezione attiva o passiva in relazione alla necessità o meno dell'intervento di un operatore o dell'azionamento di un impianto.

### Protezione PASSIVA

(NON c'è il bisogno di un INTERVENTO)

### Protezione ATTIVA

(c'è il bisogno di un INTERVENTO, umano o non)

La protezione attiva presuppone l'intervento che può avvenire con o senza l'azione umana.



Pag. 60 di 183

### LA PROTEZIONE PASSIVA

Non richiede l'azione di un uomo o l'azionamento di un impianto.

Obiettivo: limitazione degli effetti dell'incendio nello spazio e nel tempo

- Isolamento
- Distanze di sicurezza
- Resistenza al fuoco
- Reazione al fuoco
- Ventilazione
- Vie d'uscita

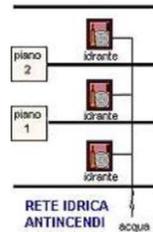


Pag. 61 di 183

## LA PROTEZIONE ATTIVA

Richiedono l'azione di un uomo o l'azionamento di un impianto, finalizzate alla precoce rilevazione dell'incendio, alla segnalazione e all'azione di spegnimento.

- Estintori
- Rete idrica antincendio
- Impianti di rivelazione automatica d'incendio
- Impianti di spegnimento automatici
- Dispositivi di segnalazione e d'allarme
- Evacuatori di fumo e calore



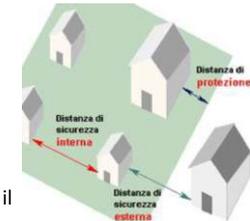
Pag. 62 di 183

## MISURE DI PROTEZIONE PASSIVA

### ISOLAMENTO DELL'EDIFICIO: DISTANZE DI SICUREZZA

Interposizione di spazi scoperti con lo scopo di impedire la propagazione dell'incendio.

- Distanze di sicurezza interne proteggono elementi appartenenti ad uno stesso complesso.
- Distanze di sicurezza esterne proteggono elementi esterni al complesso.
- Distanza di protezione distanza tra ciascun elemento pericoloso di un'attività e la recinzione (ove prescritta) o il confine dell'area.



Pag. 63 di 183

## RESISTENZA AL FUOCO

La resistenza al fuoco rappresenta il comportamento al fuoco degli elementi portanti o separanti.

Gli elementi costruttivi vengono classificati da un numero che esprime i minuti per i quali conservano le caratteristiche di resistenza meccanica (R), tenuta ai prodotti della combustione (E), e di isolamento termico (I).



Es. REI 90, REI 120, ecc.

Pag. 64 di 183

La resistenza al fuoco è l'attitudine di un prodotto o di un elemento costruttivo a:

- Stabilità **R** conservare la resistenza meccanica sotto l'azione del fuoco.
- Tenuta **E** (Étanchéité au feu) a non lasciar passare né produrre fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto al fuoco.
- Isolamento termico **I** ridurre, entro un dato limite, la trasmissione del calore.



Pag. 65 di 183

**REI** : identifica un elemento costruttivo che deve conservare, per un determinato tempo, la **stabilità**, la **tenuta** e l'**isolamento termico**;

**RE** : identifica un elemento costruttivo che deve conservare, per un determinato tempo, la **stabilità** e la **tenuta**;

**R** : identifica un elemento costruttivo che deve conservare, per un determinato tempo, la **stabilità**;

**EI** : identifica un elemento costruttivo che deve conservare, per un determinato tempo, la **tenuta** e l'**isolamento termico**.

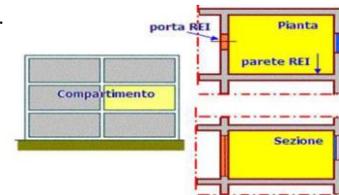


Pag. 66 di 183

## COMPARTIMENTAZIONE

Il **compartmento antincendio** è una parte di edificio delimitata da elementi costruttivi (muri, solai, porte, ecc.) di **resistenza al fuoco predefinita**.

Di norma gli edifici vengono suddivisi in compartimenti, anche costituiti da più piani, di superficie non eccedente quella indicata nelle varie norme specifiche.



Pag. 67 di 183

## RESISTENZA AL FUOCO DELLE PORTE E DEGLI ELEMENTI DI CHIUSURA

Per una completa ed efficace compartimentazione le comunicazioni tra le pareti tagliafuoco devono essere dotate di **elementi di chiusura aventi le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del muro**.

Tali elementi di chiusura si possono distinguere in:

- Porte incernierate
- Porte scorrevoli
- Porte a ghigliottina



Pag. 68 di 183

## PORTE INCERNIERATE

Porte munite di **sistemi di chiusura automatica** che in caso d'incendio fanno chiudere il serramento;

## PORTE SCORREVOLI

Porte sospese ad una guida inclinata di pochi gradi. **Normalmente** stanno in **posizione aperta** trattenute da un contrappeso e da un cavo in cui è inserito un fusibile che **in caso d'incendio** si fonde **permettendo la chiusura**;

## PORTE A GHIGLIOTTINA

Porte installate secondo un principio analogo alle porte scorrevoli, con la differenza che il pannello viene mantenuto sospeso sopra l'apertura e **le guide sono verticali**.



Pag. 69 di 183

### PROTEZIONE DELLE STRUTTURE

Per la protezione delle strutture, in particolare le **strutture metalliche**, alcuni particolari rivestimenti tra i quali **vernici intumescenti**, conseguono una vera e propria azione protettiva delle strutture sulle quali sono applicate, realizzando un grado di resistenza al fuoco.



Pag. 70 di 183

### REAZIONE AL FUOCO DEI MATERIALI

Rappresenta il comportamento del **materiale** che **partecipa** all'incendio.

Riguarda i materiali di **rivestimento e arredo**, gli articoli di **arredamento, tendaggi** e tessuti in genere.

La determinazione viene effettuata su basi sperimentali, mediante prove su campioni in laboratorio.

In relazione a tali prove i materiali sono assegnati alle **classi**:

**0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5**

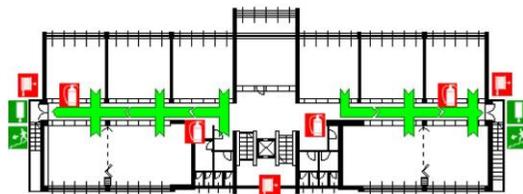
con l'aumentare della loro partecipazione alla combustione, a partire da quelli di **classe 0** che risultano **non combustibili**.



Pag. 71 di 183

### VIE DI ESODO (SISTEMI DI VIE D'USCITA)

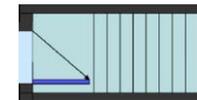
Percorso senza ostacoli al deflusso che consente alle persone che occupano un edificio o un locale di raggiungere un luogo sicuro. Le porte delle **Uscite di Sicurezza** sono modulari, con **moduli della larghezza di 60cm**, dimensionate in funzione del **massimo affollamento previsto**.



Pag. 72 di 183

### PORTE DELLE USCITE DI SICUREZZA

Le porte delle uscite di sicurezza devono **aprirsi nel senso dell'esodo a semplice spinta**, e non devono ostruire passaggi, corridoi e pianerottoli.

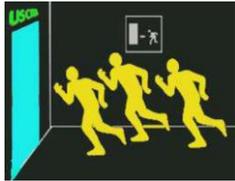


Le porte sulle scale **devono aprirsi sul pianerottolo** senza ridurne la larghezza e non direttamente sulle rampe.



Le **porte di tipo scorrevole** con azionamento automatico sono utilizzabili come uscite di sicurezza, se le stesse possono essere aperte a spinta verso l'esterno.

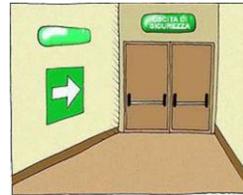
Pag. 73 di 183



Il problema dell'esodo delle persone in caso di incendio è di enorme importanza, particolarmente in luoghi come **Alberghi, Ospedali, Centri Commerciali, Locali di pubblico spettacolo, Scuole**, ecc.

Il dimensionamento delle vie d'uscita tiene conto:

- del **massimo affollamento ipotizzabile**;
- della **capacità d'esodo** dell'edificio.



Pag. 74 di 183

## MISURE DI PROTEZIONE ATTIVA

### ATTREZZATURE ED IMPIANTI DI ESTINZIONE DEGLI INCENDI ESTINTORI

Sono i **mezzi di primo intervento** più impiegati per i **principi di incendio**. **Non sono efficaci** se l'incendio è in una **fase più avanzata**.  
Vengono suddivisi, in relazione al loro peso complessivo, in:

Estintori portatili



massa inferiore o uguale a 20 kg

Estintori carrellati



massa superiore a 20 kg fino a 150 kg

Pag. 75 di 183

### GLI ESTINTORI PORTATILI

Vengono classificati in base alla loro **capacità estinguente**

Classe A Fuochi di solidi con formazione di brace

Classe B Fuochi di liquidi

Classe C Fuochi di gas

Classe D Fuochi di metalli

Classe F Fuochi che interessano mezzi di cottura



Sull'estintore è riportata un'**etichetta** (marcatura) di **colore contrastante con lo sfondo**, suddivisa in **5 parti**, con le istruzioni e le condizioni di utilizzo.

Sono indicate le classi dei fuochi ed i **focolai convenzionali** che è in grado di estinguere (esempio: 34A 233B C).

Pag. 76 di 183

### GLI ESTINTORI CARRELLATI

Hanno le stesse caratteristiche degli estintori portatili con una **maggiore capacità estinguente** ma, a causa delle maggiori dimensioni e peso, una **minore praticità d'uso e maneggevolezza**.



Pag. 77 di 183

### TIPOLOGIE DI ESTINTORI

in relazione alla **sostanza estinguente**

- ad **acqua**, ormai in disuso
- a **schiuma**, adatto per liquidi infiammabili
- a **polvere**, adatto per liquidi infiammabili ed apparecchi elettrici
- ad **anidride carbonica** (CO<sub>2</sub>), idoneo per apparecchi elettrici
- ad **idrocarburi alogenati** (halon e sostanze alternative), adatto per motori di macchinari
- ad **agente pulito** (clean agent)



Pag. 78 di 183

### ESTINTORI A POLVERE

La polvere antincendio è composta da sostanze chimiche miscelate tra loro con aggiunta di additivi per migliorarne le qualità di fluidità e idrorepellenza.

L'azione estinguente è di tipo **chimico** di **soffocamento** e di **raffreddamento**.

La fuoriuscita della polvere avviene mediante una pressione interna che può essere fornita da una **compressione preliminare** (azoto) o dalla liberazione di un gas ausiliario (CO<sub>2</sub>) contenuto in una **bombolina** (interna od esterna).

Le polveri essendo costituite da particelle solide finissime, **possono danneggiare le apparecchiature e macchinari**.

Gli estintori a polvere riportano l'indicazione dell'idoneità all'uso su apparecchiature elettriche in tensione, es. : **"adatto all'uso su apparecchiature elettriche ..."**



Pag. 79 di 183

### ESTINTORI A POLVERE



Pag. 80 di 183

### ESTINTORE A CO<sub>2</sub> (Anidride Carbonica)

L'estintore contiene **CO<sub>2</sub> compresso e liquefatto**.

È diverso dagli altri in quanto costituito da un **unico pezzo di spessore adeguato alle pressioni interne**, gruppo valvolare con attacco conico e **senza foro per attacco manometro** né valvolino per controllo pressioni.

Si distingue dagli altri anche per le colorazioni dell'**ogiva** (**grigio chiaro**, anche se non obbligatorio) e dal **diffusore di forma tronco-conica**.

Il dispositivo di scarica è composto da un tubo ad alta pressione collegato ad un **cono diffusore** realizzato in materiale sintetico **PVC** (resistente agli shock termici) con la presenza di un impugnatura, per **evitare** all'operatore eventuali **ustioni da freddo**.



Pag. 81 di 183

### ESTINTORE A CO<sub>2</sub> (Anidride Carbonica)

All'azionamento la CO<sub>2</sub> in pressione (**55/60 bar a 20° C**), raggiunge il cono diffusore dove, uscendo all'aperto, una parte evapora subito con un brusco abbassamento di temperatura (**-79°C**) tale da solidificare l'altra parte in una massa gelida e leggera sotto forma di piccole particelle ("neve carbonica" o "ghiaccio secco").

Per la forte evaporazione ha una gittata limitata (**non oltre 2 metri**), è necessario avvicinarsi il più possibile al focolaio.

La CO<sub>2</sub> che fuoriesce da un estintore può provocare ustioni da freddo. Spegne per soffocamento e raffreddamento.

Il serbatoio dell'estintore deve essere sottoposto a collaudo ogni 5 anni. È riportata l'indicazione dell'idoneità all'uso su apparecchiature elettriche in tensione, es.: "adatto all'uso su apparecchiature elettriche ..."

Non è adatto sui focolai di classe A, in quanto il gas produce solo un abbassamento momentaneo della temperatura senza l'inibizione delle braci.

Pag. 82 di 183

### ESTINTORE A SCHIUMA

La carica è composta da liquido schiumogeno diluito in acqua in percentuale dal 3% al 10%.

La pressurizzazione può essere permanentemente o può avvenire al momento dell'uso.

L'azione estinguente avviene per soffocamento e per raffreddamento in minima parte.

Sono impiegate per incendi di liquidi infiammabili (classe B) Non utilizzabile sulle apparecchiature elettriche e sui fuochi di classe D. È obbligatorio riportare l'avvertenza nella parte terza dell'etichetta "**AVVERTENZA non utilizzare su apparecchiature elettriche sotto tensione**".



Pag. 83 di 183

### DETERMINAZIONE DEL NUMERO DEGLI ESTINTORI DA INSTALLARE

Il numero risulta determinato solo in alcune norme specifiche (scuole, ospedali, alberghi, locali di pubblico spettacolo, autorimesse ecc.).

Negli altri casi si deve eseguire il criterio di disporre questi mezzi di primo intervento in modo che siano prontamente disponibili ed utilizzabili.

In linea di massima la posizione deve essere scelta privilegiando la facilità di accesso, la visibilità e la possibilità che almeno uno di questi possa essere raggiunto con un percorso non superiore a 15 m circa.

La distanza tra gruppi di estintori deve essere circa 30 m.



Pag. 84 di 183

### POSIZIONAMENTO DEGLI ESTINTORI

Debbono essere indicati con l'apposita segnaletica di sicurezza, in modo da essere individuati immediatamente.

Estintori, di tipo idoneo, devono essere posti in vicinanza di rischi speciali (quadri elettrici, cucine, impianti per la produzione di calore a combustibile solido, liquido o gassoso ecc.).

Gli estintori dovranno essere posizionati alle pareti, mediante idonei attacchi che ne consentano il facile sganciamento o poggiati a terra con idonei dispositivi (piantane porta estintore con asta e cartello).



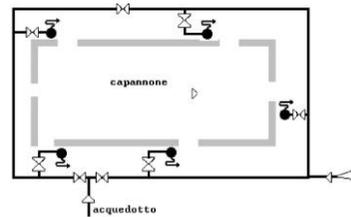
Pag. 85 di 183

### RETE IDRICA ANTINCENDIO

Può essere collegata direttamente, o a mezzo di vasca di disgiunzione, all'acquedotto cittadino.

La presenza della riserva idrica è necessaria se l'acquedotto non garantisce continuità di erogazione e sufficiente pressione.

In tal caso le caratteristiche idrauliche richieste agli erogatori (**idranti UNI 45** oppure **UNI 70**) vengono assicurate in termini di portata e pressione dalla capacità della **riserva idrica** e dal **gruppo di pompaggio**.



Pag. 86 di 183

### IDRANTE A MURO

Apparecchiatura antincendio composta essenzialmente da:

- **cassetta**, o da un portello di protezione;
- **supporto** della tubazione;
- **valvola** manuale di intercettazione;
- **tubazione flessibile** completa di raccordi;
- **lancia erogatrice**.



Pag. 87 di 183

### IDRANTE A COLONNA SOPRASUOLO

È costituita da una **valvola** alloggiata nella porzione interrata dell'apparecchio, manovrata attraverso un albero verticale che ruota nel corpo cilindrico.

Per ciascun idrante deve essere prevista almeno una **dotazione** di **tubazione flessibile**, completa di **raccordi** e **lancia** di erogazione.



Queste dotazioni devono essere ubicate in prossimità degli idranti, in apposite **cassette**, o conservate in postazioni accessibili in sicurezza anche in caso d'incendio ed adeguatamente **segnalate**.



Pag. 88 di 183

### IDRANTE SOTTOSUOLO

È costituito da una **valvola** provvista di un attacco unificato ed alloggiata in una custodia con **chiusino** installato a piano di calpestio.

La posizione degli idranti sottosuolo deve essere adeguatamente indicata e devono essere adottate misure per evitare che ne sia ostacolato l'utilizzo.

Dotazioni in cassetta di contenimento individuate da idonea segnaletica.



Pag. 89 di 183

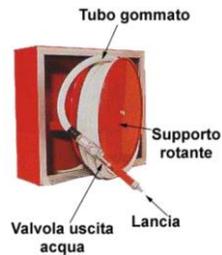
### NASPI

Sono costituiti da una **bobina mobile** su cui è avvolta una **tubazione semirigida** collegata ad una estremità con una **lancia erogatrice**.

Per l'impiego anche da parte di **personale non addestrato**, è un'alternativa agli idranti per le attività a minor rischio.

I naspi hanno prestazioni inferiori rispetto agli idranti e in alcune attività **possono essere collegati direttamente alla rete idrica sanitaria**.

Dispongono di tubazioni in gomma avvolte su tamburi girevoli e sono provviste di **lance da 25 mm** con getto regolabile (pieno o frazionato) con **portata di 50 lt/min e pressione 1,5 bar**.



Pag. 90 di 183

### ATTACCHI DI MANDATA PER AUTOPOMPA

È un dispositivo, collegato alla rete di idranti, per mezzo del quale può essere **immessa acqua nella rete di idranti** in condizioni di emergenza.

Ha un diametro **DN 70**.



Pag. 91 di 183

### CARATTERISTICHE DELLA RETE IDRICA ANTINCENDIO

**Criteri progettuali** a garanzia di **affidabilità e funzionalità**:

- **Indipendenza** della rete da altre utilizzazioni;
- Dotazione di **valvole di sezionamento**;
- Disponibilità di **riserva idrica** e di costanza di pressione;
- Ridondanza del **gruppo pompe**;
- Disposizione della **rete ad anello**;
- **Protezione** della rete dall'azione del gelo e della corrosione;
- Caratteristiche idrauliche **pressione - portata** (es. 50 % degli idranti UNI 45 in erogazione con portata di 120 lt/min e pressione residua di 2 bar);
- Idranti (a muro, a colonna, sottosuolo o naspi) collegati con tubazioni flessibili a lance erogatrici che consentono, per numero ed ubicazione, la **copertura protettiva** dell'intera attività.

Pag. 92 di 183

### POSIZIONAMENTO DI IDRANTI A MURO E NASPI

- Posizionati in modo che **ogni parte dell'attività** sia **raggiungibile con il getto** d'acqua di almeno un idrante/naspo;
- È ammissibile considerare che **il getto d'acqua** abbia una **lunghezza di riferimento di 5 m**;
- Il posizionamento deve essere eseguito considerando **ogni compartimento in modo indipendente**;
- Devono essere installati in **posizione ben visibile e facilmente raggiungibile**;
- Preferibilmente **posizionati in prossimità di uscite di emergenza** o vie di esodo, in posizione tale da non ostacolare l'esodo;
- Le caratteristiche della rete idranti sono stabilite dalla **norma UNI 10779**.

Pag. 93 di 183

### IMPIANTI DI SPEGNIMENTO AUTOMATICI

Possono classificarsi in base all'estinguente utilizzato:

- Impianti ad **acqua** Sprinkler (ad umido, a secco, alternativi, a preallarme, a diluvio etc.);
- Impianti a **schiuma**;
- Impianti ad **anidride carbonica**;
- Impianti ad **halon**;
- Impianti a **polvere**.

Pag. 94 di 183

### IMPIANTO AUTOMATICO DI ESTINZIONE AD ACQUA SPRINKLER

- Fonte di alimentazione (acquedotto, serbatoi, vasca, serbatoio in pressione);
- Pompe di mandata;
- Centralina valvolata di controllo e allarme;
- Condotte montanti principali;
- Rete di condotte secondarie.



Testine erogatrici sprinkler



Pag. 95 di 183

### TIPI DI IMPIANTO SPRINKLER

- Ad **umido**: tutto l'impianto è permanentemente riempito di acqua in pressione: è il sistema più rapido e si può adottare nei locali in cui non esiste rischio di gelo.
- A **secco**: la parte d'impianto non protetta, o sviluppantesi in ambienti soggetti a gelo, è riempita di aria in pressione: al momento dell'intervento una valvola provvede al riempimento.
- **Alternativi**: funzionano come impianti a secco nei mesi freddi e ad umido nei mesi caldi.
- A **pre-allarme**: sono dotati di dispositivo che differisce la scarica per escludere i falsi allarmi.
- A **diluvio**: impianti con sprinklers aperti alimentati da valvole ad apertura rapida per fornire rapidamente grosse portate.

Pag. 96 di 183

### IMPIANTI A SCHIUMA

Gli impianti a schiuma sono concettualmente simili agli sprinkler ad umido e differiscono per la presenza di un serbatoio di schiumogeno e di idonei sistemi di produzione e scarico della schiuma (versatori).



Pag. 97 di 183

## IMPIANTI A ANIDRIDE CARBONICA, HALON, POLVERE

Hanno portata limitata dalla capacità geometrica della riserva (batteria di bombole, serbatoi).

Gli impianti a polvere, non essendo l'estinguente un fluido, non sono in genere costituiti da condotte, ma da teste singole autoalimentate da un serbatoio incorporato di modeste capacità.



La pressurizzazione è sempre ottenuta mediante un gas inerte (azoto, anidride carbonica).



Pag. 98 di 183

## SISTEMI DI RIVELAZIONE, SEGNALAZIONE E ALLARME INCENDIO

La funzione di un sistema di rivelazione e allarme incendio è di rivelare un incendio nel minor tempo possibile e fornire segnalazioni ottiche e/o acustiche agli occupanti di un edificio.

L'incendio può essere "scoperto" da un rivelatore (automaticamente) o dall'uomo (manualmente).



Sistemi fissi automatici di rivelazione d'incendio, per rivelare e segnalare un incendio nel minor tempo possibile.

Sistemi fissi di segnalazione manuale, nel caso l'incendio sia rilevato dall'uomo.



Un impianto di rivelazione automatica consente:

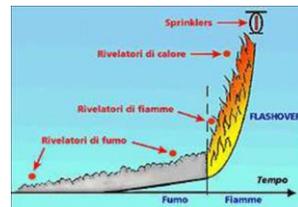
- di favorire un tempestivo esodo delle persone;
- di attivare i piani di intervento;
- di attivare i sistemi di protezione contro l'incendio.

Pag. 99 di 183

## RIVELATORI DI INCENDIO

Classificazione in base al fenomeno chimico-fisico rilevato:

- Rivelatore di **calore** sensibile all'aumento della temperatura;
- Rivelatore di **fumo** sensibile alle particelle dei prodotti della combustione;
- Rivelatore di **gas** sensibile ai prodotti gassosi della combustione e/o della decomposizione termica;
- Rivelatore di **fiamme** sensibile alla radiazione emessa dalle fiamme di un incendio;
- Rivelatore **multi-criterio** sensibile a più di un fenomeno.



Pag. 100 di 183

## SEGNALETICA DI SICUREZZA

D.Lgs 9 aprile 2008, n. 81 TITOLO V - SEGNALETICA DI SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO

Definizioni (Art. 162)

**Segnaletica di sicurezza** e di salute sul luogo di lavoro: fornisce un'indicazione o una prescrizione concernente la sicurezza o la salute sul luogo di lavoro, o che utilizza, a seconda dei casi, un cartello, un colore, un segnale luminoso o acustico, una comunicazione verbale o un segnale gestuale;

**Segnale di divieto:** vieta un comportamento che potrebbe far correre o causare un pericolo;

**Segnale di avvertimento:** avverte di un rischio o pericolo;

**Segnale di prescrizione:** prescrive un determinato comportamento;

**Segnale di salvataggio o di soccorso:** fornisce indicazioni relative alle uscite di sicurezza o ai mezzi di soccorso o di salvataggio.

Pag. 101 di 183

### CARTELLI DI DIVIETO

- Forma rotonda
- Pittogramma nero su fondo bianco; bordo e banda (verso il basso da sinistra a destra lungo il simbolo, con un'inclinazione di 45°) rossi (il rosso deve coprire almeno il 35% della superficie del cartello).

Vieta un comportamento



Pag. 102 di 183

### CARTELLI DI AVVERTIMENTO

- Forma triangolare
  - Pittogramma nero su fondo giallo, bordo nero
- (il giallo deve coprire almeno il 50% della superficie del cartello).

Avverte di un pericolo



Pag. 103 di 183

### CARTELLI DI PRESCRIZIONE

- Forma rotonda
- Pittogramma bianco su fondo azzurro (l'azzurro deve coprire almeno il 50% della superficie del cartello).

Prescrive un comportamento



Pag. 104 di 183

### CARTELLI DI SALVATAGGIO

- Forma quadrata o rettangolare
- Pittogramma bianco su fondo verde

(il verde deve coprire almeno il 50% della superficie del cartello).

Fornisce indicazioni (es. sulle uscite di sicurezza)



Pag. 105 di 183

## CARTELLI PER LE ATTREZZATURE ANTINCENDIO

- Forma quadrata o rettangolare
- Pittogramma bianco su fondo rosso  
(il rosso deve coprire almeno il 50% della superficie del cartello).

Fornisce **indicazioni**  
(su attrezzature antincendio)



Pag. 106 di 183

## ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

Devono essere illuminate le **uscite di sicurezza**, le **vie di esodo**, e tutte quelle parti che è necessario percorrere per raggiungere un'uscita verso luogo sicuro.

L'impianto deve essere alimentato da un'adeguata fonte di energia quali **batterie in tampone** o **batterie di accumulatori** con dispositivo per la ricarica automatica oppure da apposito ed idoneo **gruppo elettrogeno**.



L'intervento deve avvenire in automatico, in caso di mancanza di energia elettrica, **entro 5 secondi** circa (se si tratta di **gruppi elettrogeni** il tempo può raggiungere i **15 secondi**).

Pag. 107 di 183

## EVACUATORI DI FUMO E DI CALORE

Tali sistemi di **protezione attiva** sono di frequente utilizzati **in combinazione con impianti di rivelazione** e sono basati sullo sfruttamento del movimento verso l'alto delle masse di gas caldi generate dall'incendio che, a mezzo di aperture sulla copertura, vengono evacuate all'esterno.



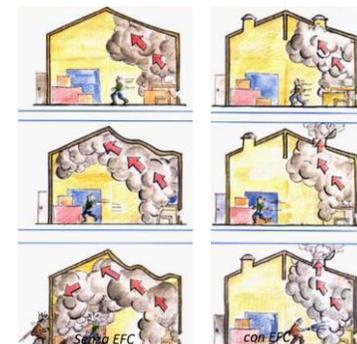
Evacuatore di fumo



Pag. 108 di 183

Gli evacuatori di fumo e calore (EFC) consentono di:

- **Agevolare lo sfollamento** delle persone e l'azione dei soccorritori grazie alla maggiore probabilità che i locali restino liberi da fumo fino ad un'altezza;
- **Agevolare l'intervento** dei soccorritori;
- **Proteggere le strutture** dall'azione del fumo e dei gas caldi, riducendo il rischio di collasso strutturale;
- **Ritardare o evitare l'incendio generalizzato** "flash over";
- **Ridurre i danni** dei gas di combustione.



Pag. 109 di 183

## CAPITOLO 3

### PROCEDURE DA ADOTTARE IN CASO DI INCENDIO

#### IL PIANO DI EMERGENZA IN CASO DI INCENDIO

- Piano di emergenza;
- Procedure da adottare quando si scopre un incendio;
- Procedure da adottare in caso di allarme;
- Piano di evacuazione;
- Procedure di chiamata dei servizi di soccorso;
- Collaborazione con i Vigili del Fuoco in caso di intervento.



Pag. 110 di 183

### IL PIANO DI EMERGENZA

Nel piano di emergenza sono contenute le **informazioni chiave (procedure)** da mettere in atto per i primi momenti secondo i seguenti **obiettivi principali**:

- **Salvaguardia ed evacuazione delle persone** (obiettivo primario);
- **Messa in sicurezza degli impianti;**
- **Confinamento dell'incendio;**
- **Protezione dei beni e delle attrezzature;**
- **Tentare l'estinzione dell'incendio.**



Pag. 111 di 183

### IL PIANO DI EMERGENZA

In caso di emergenza è fondamentale **affrontare i primi momenti**, nell'attesa dell'arrivo delle squadre dei Vigili del Fuoco.

Un buon piano di emergenza è **l'insieme di poche, semplici ed essenziali** azioni comportamentali.

#### Scopo

Consentire la migliore gestione possibile degli scenari incidentali ipotizzati.



Pag. 112 di 183

### MODALITÀ DI EVACUAZIONE (IL PIANO DI EVACUAZIONE)

L'obiettivo principale del piano di emergenza è la **salvaguardia delle persone e l'evacuazione**.

Il **piano di evacuazione** è un "piano nel piano".

Il piano di evacuazione deve prevedere di far uscire dal fabbricato tutti gli occupanti utilizzando le normali vie di esodo.



Pag. 113 di 183

## LE PROCEDURE DI CHIAMATA DEI SERVIZI DI SOCCORSO

È importante la **corretta attivazione delle squadre di soccorso**. Individuare la **persona** (ed un sostituto) **incaricata di dare l'allarme**.

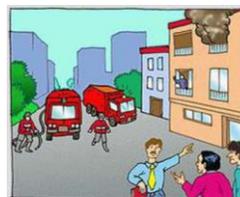
**Schema di richiesta di soccorso** (dati essenziali):

- **Indirizzo e numero di telefono;**
- **Tipo di emergenza;**
- **Persone coinvolte/feriti;**
- **Reparto coinvolto;**
- **Stadio dell'evento** (*in fase di sviluppo, stabilizzato, ecc.*);
- **Altre indicazioni particolari** (*materiali coinvolti, necessità di fermarsi a distanza, ecc.*);
- **Indicazioni sul percorso**



Pag. 114 di 183

## COLLABORAZIONE CON I VIGILI DEL FUOCO IN CASO DI INTERVENTO



**All'arrivo dei Vigili del Fuoco la gestione dell'emergenza passa a loro**

Dopo aver gestito i primi momenti dell'emergenza secondo le poche basilari operazioni che prevede il piano di emergenza, **al momento dell'arrivo dei Vigili del Fuoco la gestione dell'emergenza passa a loro**.

Il modo migliore per collaborare con i Vigili del Fuoco è quello di **mettere a disposizione la conoscenza dei luoghi**.

Pag. 115 di 183

## CAPITOLO 4

### ESERCITAZIONI PRATICHE

#### PRINCIPALI ATTREZZATURE ED IMPIANTI DI SPEGNIMENTO

##### ESTINTORI PORTATILI D'INCENDIO

Una delle attrezzature antincendio più diffuse ed utilizzate per **intervenire sui principi di incendio**. Sono particolarmente preziosi per la **prontezza di impiego** e l'efficacia.

Per incendi più gravi l'utilizzo degli estintori può essere utile per rallentare la propagazione, in attesa dell'utilizzo di mezzi antincendio più potenti che hanno tempi di approntamento più lunghi.



Pag. 116 di 183

## REGOLE GENERALI PER L'UTILIZZO DEGLI ESTINTORI

Qualunque sia l'estintore e contro qualunque fuoco l'intervento sia diretto è necessario **attenersi alle istruzioni d'uso**, verificando che l'estinguente sia adatto al tipo di fuoco.



Pag. 117 di 183



Togliere la spina di sicurezza

Premere a fondo la leva impugnando la maniglia di sostegno



Pag. 118 di 183

Azionare l'estintore alla giusta distanza dalla fiamma per colpire il focolare con la massima efficacia del getto, compatibilmente con l'intensità del calore.

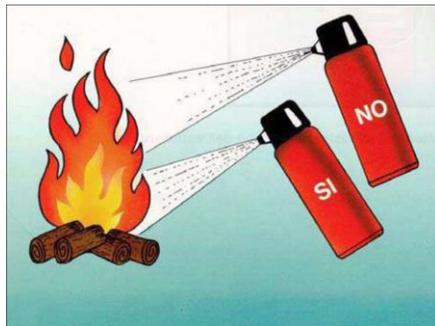
La distanza può variare a seconda della lunghezza del getto, tra 3 e 10 metri.

Operare a giusta distanza di sicurezza, esaminando quale potrebbe essere il percorso di propagazione più probabile delle fiamme.



Pag. 119 di 183

Dirigere il getto della sostanza estinguente alla base delle fiamme.



Pag. 120 di 183

**Agire in progressione**

iniziando a dirigere il getto sulle fiamme più vicine per poi proseguire verso quelle più distanti.



**Non attraversare con**

il getto le fiamme, nell'intento di aggredire il focolaio più esteso, ma agire progressivamente, cercando di spegnere le fiamme più vicine per aprirsi la strada

Pag. 121 di 183

Durante l'erogazione **muovere** leggermente **a ventaglio** l'estintore.

Può essere utile con alcune sostanze estinguenti a polvere per poter avanzare in profondità e aggredire da vicino il fuoco.



Pag. 122 di 183

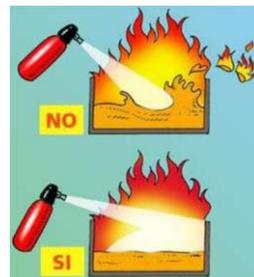
**Non sprecare** inutilmente sostanza estinguente, soprattutto con piccoli estintori.

Adottare, se consentito dal tipo di estintore, un'erogazione **intermittente**.



Pag. 123 di 183

In incendi di liquidi, operare in modo che il getto **non causi proiezione del liquido** che brucia **al di fuori** del recipiente; ciò potrebbe causare la propagazione dell'incendio.



Pag. 124 di 183

**Operare sempre sopra vento** (vento alle spalle) rispetto al focolare.

Nel caso d'incendio all'aperto in presenza di vento, operare sopra vento rispetto al fuoco, in modo che il getto di estinguente venga spinto verso la fiamma anziché essere deviato o disperso.



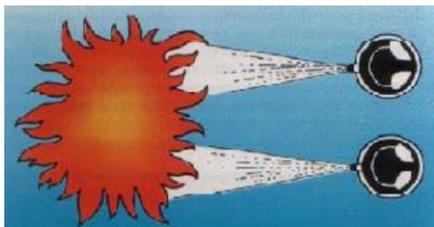
Sopra vento = in direzione del vento  
Sottovento = in direzione contraria del vento

Pag. 125 di 183

### INTERVENTO CONTEMPORANEO CON DUE O PIÙ ESTINTORI

L'azione coordinata dei 2 estintori risulta in vari casi la più valida.

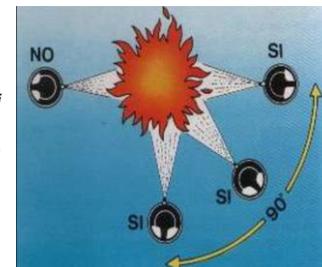
Si può **avanzare** in **un'unica direzione** mantenendo gli estintori affiancati a debita distanza.



Pag. 126 di 183

Si può anche agire da diverse angolazioni, operare da posizioni che formino un **angolo massimo di 90°** in modo tale da **non proiettare** parti calde, **fiamme o frammenti** del materiale che brucia **contro gli altri operatori**.

*Attenzione a non dirigere il getto contro le persone, anche se avvolte dalle fiamme in quanto l'azione delle sostanze estinguenti sul corpo umano specialmente su parti ustionate, potrebbe provocare conseguenze peggiori delle ustioni; in questo caso ricorrere all'acqua oppure avvolgere la persona con coperte o indumenti.*



Pag. 127 di 183

**Non impiegare ascensori** o altri mezzi meccanici per recarsi o scappare dal luogo dell'incendio.



Pag. 128 di 183

Procedere verso il focolaio di incendio assumendo una **posizione il più bassa possibile** per sfuggire all'azione nociva dei fumi.



Pag. 129 di 183

## ATTREZZATURE DI PROTEZIONE INDIVIDUALE

### MASCHERE ANTIGAS

Utili per la **protezione degli organi della respirazione** in ambienti contaminati da gas o vapori nocivi.

Provvedono, a mezzo di filtri di tipo adatto al tossico o gruppo di tossici presenti, a depurare l'aria inspirata trattenendo gli agenti nocivi o trasformandoli in sostanze non dannose all'organismo umano.

È costituita di **2 parti** collegabili fra loro:

- **Maschera** propriamente detta, che copre tutto il viso;
- **Filtro**, contenente le sostanze atte alla depurazione dell'aria.



Pag. 130 di 183

### LIMITAZIONI NELL'IMPIEGO DELLA MASCHERA ANTIGAS

- L'aria purificata attraverso il filtro deve essere respirabile, ossia **contenere non meno del 17% di ossigeno**.
- La **concentrazione dell'agente inquinante non deve essere superiore al 2%** in quanto i filtri non sono idonei a neutralizzare tale quantità.
- **Ogni filtro è specifico** per un solo agente (ad es. ossido di carbonio) o per una classe di agenti (ad es. vapori organici).

La maschera antigas **non è un dispositivo di protezione universale** che possa essere usato indiscriminatamente per la difesa da qualsiasi agente inquinante.



Pag. 131 di 183

### MODALITÀ DI IMPIEGO DELLA MASCHERA ANTIGAS

La maschera deve essere indossata senza filtro avvitato al facciale, secondo la seguente procedura:

- Appoggiare la mentoniera al mento;
- Indossare il facciale in modo che aderisca perfettamente al viso;
- Tendere i tiranti superiori, facendoli passare sopra il capo, e sistemarli sulla nuca;
- Agire immediatamente su tutti i cinghiaggi;
- Chiudere ermeticamente col palmo della mano la sede di avvitamento per il filtro;
- Aspirare profondamente: non si dovrà avvertire infiltrazione d'aria;
- Una volta tolto il filtro dalla borsa-custodia, controllare che il tappo di gomma al fondello ed il coperchio metallico al bocchello siano impegnati nella loro sede. Togliere i tappi ed applicare il filtro al bocchettone, avvitando a fondo.



Pag. 132 di 183

### AUTORESPIRATORI

Apparecchi di respirazione costituiti da un'unità funzionale autonoma, portata dall'operatore che può quindi muoversi con completa libertà di movimenti.

È un **mezzo protettivo più sicuro perché isola completamente** dall'esterno.

Necessità di impiego:

- Ambiente **povero o privo di ossigeno**;
- **Tasso d'inquinamento atmosferico elevato**;
- **Non si conosce la natura dell'inquinante**;

In tutti i casi in cui **è dubbia l'efficacia dei dispositivi filtranti**.



Pag. 133 di 183

### AUTORESPIRATORI A CICLO APERTO A RISERVA D'ARIA

L'aria espirata viene dispersa all'esterno attraverso la valvola di scarico. L'aria proveniente dalla bombola passa attraverso un riduttore di pressione (1° stadio), che ne riduce la pressione **da 150-200 atm a 6-8 atm**;



Poi l'aria raggiunge il riduttore del 2° stadio (posto all'interno della maschera facciale in prossimità del sistema erogatore), che permette una seconda riduzione ad una pressione respirabile (**poco più di 1 atm**).

Quando l'operatore inspira, si crea una pressione negativa (depressione) che favorisce l'ingresso dell'aria attivando la **valvola di immissione**. In fase di espirazione la valvola di immissione si chiude e si aprono quelle di **esalazione**.

Pag. 134 di 183

### MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO

- **A domanda:** l'afflusso d'aria sarà proporzionale alla richiesta, permettendo di risparmiare aria e quindi di aver maggior autonomia;
- **In sovrappressione:** l'aria affluirà in quantità maggiore, creando nel vano maschera una sovrappressione di circa 2,5 mbar che provvede ad un'ulteriore protezione da eventuali infiltrazioni di tossico dalla maschera, possibili per una non perfetta aderenza al viso della stessa.

Pag. 135 di 183

### AUTONOMIA

L'autonomia è proporzionale al volume della riserva d'aria, e quindi alle dimensioni della bombola.

Tenendo conto che per un **lavoro medio** un **operatore addestrato** consuma circa **30 litri d'aria al minuto**, conoscendo il volume delle bombole è possibile valutarne l'autonomia dell'apparecchio.

Esempio:

Volume bombola = 7 lt  
Pressione = 200 atm  
Autonomia =  $7 \times 200 : 30 \sim 45$  minuti



Quando la **pressione** scende **sotto 50 atm** circa, un sistema **d'allarme acustico** (fischio) avverte che la bombola è prossima all'esaurimento.

Pag. 136 di 183

**Grazie per l'attenzione**

Corso per i lavoratori incaricati per la prevenzione incendi e lotta antincendio, evacuazione dei luoghi di lavoro e gestione delle emergenze

(art. 37 comma 9 D.Lgs. 81/08)

WorkingSafe - Sicurezza sul Lavoro - Bologna: Formazione, Consulenza e Prevenzione Incendi  
Sede Operativa: Via Saffi 18 C - 40131 Bologna - Tel. 0512914277 - Fax: 051193164 - email: info@working-safe.it